

(مقاله پژوهشی)

غنی سازی آرد گندم با نسبت های مختلف پودر بذر گیاه دارویی رازیانه به منظور افزایش ارزش تغذیه ای نان

منیژه حیدری^۱، مهرباب یادگاری^{۱*}، زریر سعیدی^۲، هومان مولوی^۳

۱- گروه زراعت و گیاهان دارویی، واحد شهر کرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهر کرد، ایران

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، شهر کرد، ایران.

۳- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر کرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهر کرد، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۲۷

چکیده

اکثر نان های تولیدی کشور از کیفیت پایین تغذیه ای برخوردارند. غنی سازی نان با گیاهان دارویی یک روش جدید به منظور بهبود ارزش تغذیه ای آن است. هدف از این تحقیق دستیابی به ترکیب مناسبی از مخلوط پودر دانه رازیانه به منظور غنی سازی آرد گندم از نظر مواد معدنی و آنتی اکسیدان ها بود. برای این منظور، ۱۰۰ گرم آرد سفید با نسبت های مختلفی از پودر رازیانه شامل ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم مخلوط گردید. خواص فیزیکی (حجم، حجم ویژه)، مشخصات بافتی (سختی، قابلیت جویدن، فنری، چسبندگی)، عناصر معدنی (روی، منگنز، مس، آهن، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، فسفر و نیتروژن)، میزان فنول و فعالیت آنتی اکسیدانی بررسی شد. براساس نتایج به دست آمده بین تیمارها از نظر تمامی صفات مورد اندازه گیری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری دیده شد. با افزایش نسبت پودر بذر رازیانه (۱۰ درصد) حجم (۲۰۳/۲ سانتی متر مکعب) و حجم ویژه (۱/۶ سانتی متر مکعب بر گرم) کاهش و میزان نیروی لازم برای نفوذ در نمونه ها افزایش (۵۸۵/۲) و بافت سفت تر و متراکم تر شد. مقایسه خواص آنتی اکسیدانی نشان داد که با افزایش نسبت پودر دانه رازیانه (۱۵ درصد) خواص آنتی اکسیدانی (۲۷/۶) و میزان فنول (۱۶۰/۸۹) تیمارها افزایش یافت. با توجه به نتایج به دست آمده مخلوط ۵ درصد پودر دانه رازیانه و آرد گندم برای غنی سازی آرد، قابل توصیه می باشد. این ترکیب ضمن داشتن خواص فیزیکی و بافتی مطلوب، مزایای قابل توجهی از قبیل غنی شدن آرد گندم و نان تولید شده از نظر مواد معدنی (منگنز آرد خالص: ۳۴/۱ و مخلوط ۵ درصد پودر رازیانه: ۱۰۶/۳)، آنتی اکسیدان ها (آرد خاص: ۸/۹۶ و مخلوط ۵ درصد پودر رازیانه: ۱۴/۱۷) و محتوای فنول (آرد خالص: ۷۵/۷ و مخلوط ۵ درصد پودر رازیانه: ۱۱۱/۸) را داراست.

واژه های کلیدی: آرد گندم، آنتی اکسیدان، بافت، خواص فیزیکی، رازیانه، غنی سازی، مواد معدنی

۱-مقدمه

نان غذای اصلی مردم ایران و تأمین کننده بخش اعظم کالری و پروتئین دریافتی است (۲). در کشور، به دلیل کیفیت پایین گندم‌های تولیدی، نان حاصله مرغوبیت و کیفیت لازم را ندارد و لذا با توجه به استراتژیک بودن این محصول، لازم است توجه جدی به بهبود وضعیت نان و غنی سازی آن از نظر مواد معدنی، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها صورت پذیرد. از طرفی امروزه استفاده از پودر، اسانس و عصاره گیاهان دارویی مختلف به دلیل داشتن مواد معدنی، ویتامین‌ها و به ویژه آنتی‌اکسیدان‌ها به شدت مورد توجه متخصصان صنایع غذایی و دانشمندان علم تغذیه است (۱۳ و ۲۵). مطالعات متعددی در دنیا در خصوص استفاده از پودر، اسانس و عصاره گیاهان دارویی جهت غنی‌سازی آرد گندم انجام شده است. رازیانه یکی از مهمترین گیاهان دارویی خوراکی است که پودر دانه آن به دلیل داشتن مواد مغذی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌تواند گزینه‌ای مناسب در جهت بهبود کیفیت آرد گندم و نان باشد (۱۲ و ۲۵). دانه رازیانه یک منبع غنی از مس، آهن، کلسیم، پتاسیم، منگنز، سلنیوم، روی و منیزیم است. همچنین دانه رازیانه منبع بسیاری از ویتامین‌ها، تیامین^۱، پیریدوکسین^۲، ریبوفلاوین^۳، نیاسین^۴، آنتول^۵، کامفن^۶ و لیمونن^۷ می‌باشد. ضد نفخ، خلط آور، کاهش‌دهنده دل درد، آرامش بخش، افزایش دهنده شیر مادر و دارای اثرات ضد میکروبی می‌باشد (۱). در تحقیقات متعددی نقش افزودن مواد گیاهی از منابع متعدد در نان گزارش گردیده است. تحقیقات حاکی از افزایش پلی‌ساکاریدهای ساختاری و محتوای فنول در اثر اضافه نمودن آرد یولاف، آرد چاودار، آرد نارگیل به آرد گندم (۲۰)، بهبود فرم و شکل و پوکی نان گندم ترکیب شده با آرد چاودار (۲)؛ کاهش بیات شدن نان تهیه شده در اثر ترکیب با آرد حاوی مالت (۸)، افزایش

حجم مخصوص و نرم‌تر شدن پوسته نان تهیه شده با حریره برنج (۳۱)، افزایش بیاتی نان‌های حاصل از افزودن جو بدون پوشینه و پوشینه دار به آرد گندم (۳، ۲۰)، کاهش حجم نان و افزایش سختی آن در ترکیب با آرد سورگوم پوست کنده (۱۰)، کاهش حجم و حجم ویژه نان در اثر ترکیب با تفاله ذرت (۲۵)؛ افزایش پروتئین، خاکستر و فیبر نان‌های تولیدی در ترکیب با کلاله ذرت (۲۷)، افزایش پروتئین، چربی، خاکستر، فیبر و رطوبت نان و کاهش انرژی و کربوهیدرات نان تولیدی با آرد گندم و سویا (۱۶، ۲۰)، کاهش اسید فیتیک و آهن باند شده توسط اسید فیتیک در اثر اختلاط آرد جو بدون پوشینه با آرد گندم در پخت نان بربری (۵)، افزایش خواص رئولوژیکی خمیر و پارامترهای حسی و کیفی نان در اثر اضافه نمودن جوانه هسته خرما و باقیمانده هسته خرما (۷) می‌باشد. در تحقیقات متعددی نقش افزودن مواد گیاهان دارویی مورد مطالعه قرار گرفته است. افزایش فیبر، خاکستر، پروتئین و اسیدهای چرب و کاهش رطوبت نان در اثر جایگزینی پودر برگ گیاه اولیفر^۸ (۲۶)؛ افزایش خاکستر و فیبر خام و کاهش چربی و پروتئین نان در ترکیب با آرد کدو (۲۴)؛ افزایش مواد معدنی نظیر آهن، روی و منگنز نان و ویتامین A و C و بهبود ارزش غذایی آن در اثر اضافه کردن آرد کنجد (۱۵) و اسانس زیره به آرد گندم (۴)، افزایش رطوبت، کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی (محتوای فنول کل، قدرت آنتی‌اکسیدانی فریک) نان تهیه شده از گندم با نسبت‌های مختلف پودر دانه رازیانه (۱۲) و (۲۵) گزارش شده است. طی تحقیقی اثر آرد جو بدون پوشینه، بر ترکیبات تغذیه‌ای و خصوصیات حسی نان مورد بررسی قرار گرفت. آرد جو بدون پوشینه در مقادیر مختلف به آرد گندم سفید و آرد کامل گندم اضافه شد و از آن برای تولید نان استفاده گردید. سپس نان حاصل از نظر خصوصیات تغذیه‌ای و حسی مورد بررسی قرار داده شد و با نمونه‌ی استاندارد به عنوان شاهد، مقایسه گردید. نان حاصل دارای میزان بالایی فیبر، روی و سلنیوم بود. حدود ۳۰۰ گرم از نان حاصل، ۴۰ درصد سلنیوم و ۷۰-۷۵

- 1-Thiamine
- 2-Pyridoxine
- 3-Riboflavin
- 4-Niasin
- 5-Anethole
- 6-Camphen
- 7-Limonen

۲-۲- تهیه پودر دانه رازیانه

برای تهیه آرد از دانه رازیانه، دانه ها به مدت یک ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد درون آون گذاشته شدند تا به خوبی خشک شوند. سپس با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی به خوبی خرد شدند. آرد به دست آمده غربال شد به طوری که اندازه ذرات آن کمتر از ۱۵۰ میکرومتر باشد (۱۲).

۲-۳- تهیه نان

برای تهیه نان، ۲ کیلوگرم آرد ستاره ۱۸ درصد برای هر یک از تیمارها استفاده شد. برای تیمار ۳ درصد ۶۰ گرم آرد رازیانه، برای تیمار ۵ درصد ۱۰۰ گرم آرد رازیانه، برای تیمار ۷ درصد ۱۴۰ گرم آرد رازیانه، برای تیمار ۱۰ درصد ۲۰۰ گرم آرد رازیانه و برای نمونه ۱۵ درصد ۳۰۰ گرم آرد رازیانه با آرد گندم مخلوط شدند. سپس ۲۵ گرم نمک، ۴۰ گرم خمیر مایه و ۱۵ گرم بهبوددهنده، اضافه شد و در دستگاه تولید خمیر به آرامی با ۱۵۰۰ سی سی آب شرب، ورز داده شد تا خمیر آماده گردید. مدت زمان انجام عملیات تولید خمیر حدود ۸ دقیقه طول کشید. خمیرهای تولیدی با درصدهای مختلف جهت چانه گیری به مدت ۲۵ تا ۳۰ دقیقه بر روی میز استیل قرار گرفتند. پس از طی زمان لازم، خمیرها بوسیله دستگاه رول کن به شکل رول جهت تولید نان باگت در آمدند. تمام درصدهای مورد بررسی با دستگاه رول کن به راحتی رول شده و جهت ورود به قسمت بخاردهی بر روی سینی های مخصوص قرار گرفتند. در این بین خمیر تهیه شده با نسبت ۱۵ درصد دانه رازیانه، در دستگاه رول از نظر ظاهری با بقیه فرق داشت و با کمی تأخیر نسبت به بقیه، از دستگاه بیرون آمد که بنظر می رسد به خاطر سفتی چانه و غیر کشسانی بودن آن زمان بیشتری نیاز دارد. از زمانی که چانه گیری انجام شد و رول ها روی سینی مخصوص قرار گرفتند تا زمانی که سینی ها جهت بخاردهی وارد قسمت بخار شد در حدود ۲۵ تا ۳۰ دقیقه طول کشید که در این مدت فرآیند تخمیر کامل تر شد. به طور کلی خمیرها از زمان آماده شدن در دستگاه تولید خمیر تا ورود به گرم خانه مدت زمانی در حدود ۵۵ تا ۶۰ دقیقه را طی نمودند. خمیر رول شده در حدود ۴۰ دقیقه در گرم خانه قرار

درصد بتاگلوکان مورد نیاز روزانه را تأمین می کرد. از نظر خصوصیات حسی، نان حاصل طعم بهتر، حجم و کشش پذیری مغز نان کمتری نسبت به نمونه ی شاهد دارا بود. افزودن ۴۰ درصد آرد جو بدون پوشینه به آرد گندم باعث افزایش آرابینوکسیلان و بتاگلوکان کل و محلول در نمونه های خمیر و نان حاصل از آرد ترکیبی شد، ولی حجم قرص نان آرد ترکیبی به میزان ۶۸ درصد نسبت به نمونه ی شاهد کاهش یافت. جهت حل این مشکل از آنزیم زایلاناز استفاده شد. هم چنین مشاهده شد که قابلیت استخراج بتاگلوکان طی مخلوط کردن افزایش می یافت ولی در طول تخمیر و پخت، افت می نمود. نان حاصل از آرد ترکیبی که در مقیاس صنعتی تولید شد از نظر ساختار مغز و طعم در حد مطلوبی بود و مدت زمان طولانی تری نسبت به نمونه ی شاهد نرمی خود را حفظ نمود و دارای مقدار فیبر رژیمی بالاتری نسبت به نمونه ی شاهد بود. افزودن زایلاناز نیز علاوه بر این که حجم قرص نان حاصل از آرد ترکیبی را افزایش داد، با افزایش آرابینوکسیلان، سبب بهبود خاصیت تغذیه ای نان گردید (۲۸). این پژوهش با هدف بهینه یابی درصدهای مختلف پودر دانه رازیانه بر میزان عناصر ضروری آرد و افزایش خواص کیفی، فیزیکی، ویژگی های حسی، خصوصیات بافتی، رنگ و ماندگاری نمونه های مختلف نان طی یک دوره ذخیره سازی چهار روزه در دمای محیط و افزایش خواص آنتی اکسیدانی نان باگت غنی شده با نسبت های مختلف انجام شد.

۲-مواد و روش ها

۲-۱- مواد

آرد مورد استفاده، آرد ۱۸ درصد ستاره تولیدی شرکت گل آرد مبارکه اصفهان، نمک تولیدی در شرکت سپید دانه، خمیر مایه خشک و فوری برکت و بهبود دهنده اماج کرج استفاده گردید. بذر گیاه دارویی رازیانه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد.

بر ثانیه، نوع پراب TA44 با قطر ۴ میلی‌متر و زمان نگهداشت صفر و تست یک مرحله‌ای بود. جهت برآورد استحکام، پروپ استوانه‌ای با قطر ۴۰ میلی‌متر و با سرعت فشرده‌سازی ۲۰ میلی‌متر بر ثانیه، فشرده‌سازی تا ۵۰ درصد ضخامت صورت گرفت.

۲-۴-۳- برآورد عناصر معدنی نان

مقدار عناصر ریزمغذی (مس، آهن، روی) به کمک روش جذب اتمی، نیتروژن توسط دستگاه کج‌دال، فسفر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم بوسیله دستگاه فلیم فتومتر، میزان فنول نمونه‌ها بر اساس روش Folin-Ciocalteu، قدرت آنتی‌اکسیدانی کاهش آهن بر اساس روش وان یو و همکاران (۲۰۰۹) اندازه‌گیری شد (۳۲).

۲-۵-۵- برآورد خصوصیات آنتی‌اکسیدانی

تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی تیمارهای مختلف براساس دو روش اندازه‌گیری مقدار فنول کل و ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش آهن صورت گرفت (۱۸ و ۳۲).

۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آنالیزهای آماری توسط نرم افزار SAS version 9.1 و آزمون پارامتری ANOVA و آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس^{۱۰} انجام شد. مقایسات میانگین‌ها بر اساس حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد برآورد گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات فیزیکی نان

براساس نتایج به دست آمده بین تیمارها از نظر وزن، حجم، حجم ویژه نان، مقدار نیرو (تست نفوذ) در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری دیده شد (جدول ۱). وزن نمونه‌ها با افزایش درصد پودر بذر رازیانه افزایش، در حالی که حجم و حجم ویژه آن‌ها کاهش یافت. نمونه شاهد دارای کمترین وزن (۱۰۲/۴±۱/۵۱ گرم)، بیشترین حجم (۳۰۸/۵±۱/۴ سانتی‌متر مکعب) و بیشترین حجم ویژه (۳/۰۱±۰/۴) بود و

گرفت و در این مدت به آرامی بخار داده شد که می‌تواند یکی از علت‌های آن تأمین دما برای رشد مخمرها و افزایش حجم نان تولیدی باشد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در داخل فر با دمای ۱۷۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. نمونه ۱۵ درصد به دلیل عدم افزایش حجم، مجدداً به مدت ۱۰ دقیقه در بخار قرار داده شد ولی تغییر محسوسی ایجاد نشد. این نمونه از لحاظ شکل ظاهری اختلاف معناداری با نمونه شاهد داشت و به همین دلیل از آزمایش‌های بررسی خواص کیفی حذف شد. در نهایت نمونه‌ها روی سینی سرد آمده و به صورت جداگانه در نایلون‌های در بسته، بسته بندی و برای انجام آزمایش‌های لازم آماده شدند.

۲-۴-۲- ارزیابی بافت نان

تست‌های انجام شده بر روی بافت نان‌های تولیدی شامل تست‌های TPA^۱، نفوذ^۲ و تست رنگ بودند.

۲-۴-۱- تست TPA

این آزمایش به وسیله دستگاه تکسچر آنالایز ساخت شرکت برکفیلد^۳ مدل CT3 در آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه آزاد شهرکرد انجام شد. در تست TPA، نوع پراب TA3/1000، عمق نفوذ پراب ۲۰ میلی‌متر، سرعت حرکت پراب ۰/۵ میلی‌متر بر ثانیه و زمان نگهداشت صفر و تست دومرحله‌ای بود. مشخصاتی بافتی نان شامل سختی^۴ که در هر مرحله دوبار محاسبه گردید. فنریت^۵، چسبندگی^۶، قابلیت جویدن^۷، صمغیت^۸ و انعطاف پذیری^۹ با استفاده از آنالیز (TPA) بررسی شد (۱۰).

۲-۴-۲- تست نفوذ

عمق پراب ۲۰ میلی‌متر و سرعت حرکت پراب ۵ میلی‌متر

- 1- Texcher Porofil Analysis
- 2- Punch
- 3- Brookfield
- 4- Hardness
- 5- Springiness
- 6- Cohesiveness
- 7- Chewiness
- 8- Gumminess
- 9- Resillence

سختی در مرحله اول، بین نمونه شاهد و ۳ درصد اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی این دو با سایر نمونه ها اختلاف معنی داری داشتند. در آزمایش انجام شده نمونه ۱۰ درصد نیاز به بیشترین نیرو (۱۱۴۷/۶۷±۱۱/۱) و نمونه شاهد نیاز به حداقل نیروی لازم (۷۹۷/۵۰±۱۳/۹۴) نسبت به سایر تیمارها داشت. نتایج به دست آمده در سختی ۲، نیز، نتایج و آنالیز حاصل از مرحله اول را تأیید می نماید.

پس از آن تیمار ۳ درصد رازیانه دارای بیشترین مقادیر بود. کمترین میزان نیروی لازم برای نفوذ در نمونه شاهد (۲۵۹/۶) دیده شد که با نمونه ۳ درصد دارای اختلاف معنی دار نبود و بیشترین نیروی لازم را نمونه ۱۰ درصد (۵۸۵/۲) به خود اختصاص داد (جدول ۲). فاکتورهای مورد ارزیابی در تست TPA عبارت بودند از سختی، چسبندگی، فنریت، صمغیت و قابلیت جویدن که در مدت چهار روز مقایسه شدند. نتایج بدست آمده در روز اول نشان داد در فاکتور

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات وزن، حجم، حجم ویژه، تست نفوذ نمونه های نان با درصدهای مختلف رازیانه

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن نان	حجم نان	حجم ویژه	مقدار نیرو	تست نفوذ (سختی ۱)	تست نفوذ (سختی ۲)
تیمار	۴	۳۴۱/۶۵**	۵۲۹۵/۶۵**	۱/۰۰۹**	۷۶۴۱۳/۶۷**	۹۰۰۹۸/۴**	۱۸۱۷۱/۳**
تکرار	۲	۱۸/۰۳۲	۶۴/۰۹	۰/۰۱**	۱۲۶۸/۷۲	۲۱۶/۱۵	۴۰۶/۵
خطا	۸	۴/۶۴	۳۸/۶۸	۰/۰۰۰۱	۸۷۷	۴۱۷/۲	۱۱۵۰/۱
ضریب تغییرات		۱/۹۱	۲/۳۲	۲/۳۹	۵/۵	۲/۲	۵/۵

ns * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲- مقایسات میانگین وزن، حجم، حجم ویژه و تست نفوذ نمونه های نان با درصد مختلف پودر دانه رازیانه

درصد رازیانه	وزن نان (گرم)	حجم نان (سانتیمتر مکعب)	حجم ویژه (سانتیمتر مکعب بر گرم)	مقدار نیرو (گرم)	تست نفوذ (سختی ۱)	تست نفوذ (سختی ۲)
۰	d۱/۵۱±۱۰۲/۴	a۱/۴±۳۰۸/۵	a۰/۴±۳/۰۱	d۲۵۹/۶±۲۱	d۷۹۷/۵۰±۱۳/۹۴	c۱۵۰/۴۷±۷۳۳/۶۷
۳	d۱/۵۳±۱۰۰/۸	b۲/۷۶±۲۹۵/۴	b۰/۰۲±۲/۷	d۲۶۹/۵±۱۹	d۱۲/۶۲±۸۲۳/۶۷	c۲۳/۷۳±۷۷۲/۸
۵	c۱/۶۰±۱۱۰/۶۳	c۱/۷±۲۸۱/۱	c۰/۰۴±۲/۵۴	c۳۱۵±۴/۵۸	c۱۱/۶۸±۹۳۸/۳۳	c۸۱۸/۳۳±۲۶/۸۵
۷	b۲/۱۴±۱۱۹/۲۶	d۷/۶±۲۵۰/۱۷	d۰/۴±۲/۱۰	b۴۰/۱/۶±۸/۴۱	b۵/۹۳±۱۱۱۶/۳۳	b۵/۹۳±۱۰۳۶/۳۳
۱۰	a۰/۷۱±۱۲۷/۱۴	e۲±۲۰۳/۲۱	e۰/۰۱±۱/۶۰	a۵۸۵/۲±۳۴/۲	a۱۱/۱±۱۱۴۷/۶۷	a۱۱۰/۶±۱۳۲۷/۶

در هر ستون میانگین هایی که با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

معناداری از نظر آماری وجود نداشت. اما این تیمارها، با نمونه های ۷ و ۱۰ درصد اختلاف معنی داری داشتند. در آنالیز آماری انجام شده مقدار صمغیت در تیمار ۱۰ درصد بیشترین (۸۸۹/۶±۲۲/۶) و در تیمار شاهد کمترین (۴۴۹/۶±۶/۸) بود. به عبارت دیگر در تیمار ۱۰ درصد، بیشترین انرژی لازم برای متلاشی کردن بافت مورد نیاز بود، در حالی که تیمار شاهد کمترین انرژی را نیاز داشت. در سایر نمونه ها به

در بررسی فاکتورسختی، نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود دارد (جدول ۳). بیشترین مقدار این صفت در تیمار شاهد (۰/۵۹ ± ۰/۰۳) و کمترین آن (۰/۴۵ ± ۰/۰۱) در تیمار ۱۰ درصد مشاهده شد. فاکتور دیگری که در تست TPA بررسی شد، فنریت بود. مشخص شد که نمونه ۱۰ درصد دارای کمترین میزان فنریت (۰/۲۱ ± ۰/۳۵) است. بین نمونه شاهد با نمونه ۳ و ۵ درصد اختلاف

اختلاف معنی داری از نظر آماری داشتند (جدول ۳ و ۴). مقایسه میانگین سختی ۱ در روز دوم نشان داد که همانند روز اول نمونه ده درصد دارای بالاترین مقدار ($111/39 \pm 1629$) نسبت به سایر نمونه‌ها بود و با سایر نمونه‌ها اختلاف معنی داری داشت. با کاهش درصد رازیانه این مقدار کاهش یافت، به طوری که نمونه شاهد دارای حداقل ($827/33 \pm 4/64$) مقدار بود. فاکتور سختی ۲ نیز همین روند را داشت و در نمونه ۱۰ درصد بالاترین ($1362 \pm 9/08$) و در شاهد کمترین مقدار ($760/67 \pm 11/48$) را نشان داد (جدول ۳ و ۴).

تدریج، با افزایش درصد رازیانه میزان صمغیت، نیز افزایش یافت (جدول ۴). البته در این تست، نمونه ۳ درصد با نمونه شاهد، اختلاف معنی داری نداشت ولی با سایر نمونه‌ها، اختلاف معنی داری داشت. صفت قابلیت جویدن نیز دارای اختلاف معنی داری بین تیمارها بود. براساس نتایج بدست آمده نمونه ۱۰ درصد بیشترین میزان ($6/03 \pm 126/26$) را به خود اختصاص داد و با همه نمونه‌ها اختلاف معنی داری نشان داد. بین نمونه شاهد و ۳ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشد، ولی این دو تیمار با سایر تیمارها

جدول ۳- تجزیه واریانس میانگین مربعات آزمون TPA روز اول و دوم

منبع تغییرات	درجه آزادی	روز اول				روز دوم	
		چسبندگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی ۱	سختی ۲
تیمار	۴	**۰/۰۱	**۸/۱۰	**۸۹۰۷۰/۲۵	**۲۲۶۴/۳	**۳۰۷۹۸۵/۱۸	**۱۷۶۴۵/۲۳
تکرار	۲	۰/۰۰۱	۰/۰۵	۴۴۶/۵۴	۴۶/۲۱۵	۲۱۴۸/۸۶	۲۵۲۶/۹۱
خطا	۸	۰/۰۰۱	۰/۱۴	۹۷/۳۹۴	۱۸/۴۸	۳۸۳/۷۸	۷۶۲۸/۶۴
ضریب تغییرات	۵/۸۷	۲/۵۰	۳/۱۴	۴/۹۶	۱/۸	۲/۳	

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۴- مقایسات میانگین نتایج آزمون TPA روز اول و دوم

تیمارها	روز اول				روز دوم	
	چسبندگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی ۱	سختی ۲
۰	$a_{0/03} \pm 0/09$	$a_{0/1} \pm 16/21$	$d_{68} \pm 449/6$	$d_{3/25} \pm 59/02$	$e_{827/33} \pm 4/64$	$e_{111/48} \pm 760/67$
۳	$a_{0/01} \pm 0/05$	$a_{0/04} \pm 16/18$	$d_{7/7} \pm 459/7$	$d_{3/15} \pm 65/42$	$d_{27/19} \pm 884/67$	$d_{27/48} \pm 836/17$
۵	$b_{0/01} \pm 0/49$	$a_{0/27} \pm 15/91$	$c_{8/1} \pm 625/3$	$c_{1/31} \pm 81/23$	$c_{3/67} \pm 994/8$	$c_{10/51} \pm 898/00$
۷	$c_{0/01} \pm 0/46$	$b_{0/27} \pm 14/63$	$b_{5/6} \pm 688/3$	$b_{0/83} \pm 101/03$	$b_{18/07} \pm 1084/33$	$b_{10/01} \pm 1100/3$
۱۰	$c_{0/01} \pm 0/45$	$c_{0/21} \pm 12/35$	$a_{22/6} \pm 889/6$	$a_{7/03} \pm 127/26$	$a_{11/39} \pm 1629$	$a_{9/08} \pm 1362$

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

میزان ($111/79 \pm 0/11$) مشاهده شد. بین میزان فنریت نمونه‌های شاهد و ۳ درصد اختلاف معنی داری وجود نداشت، اما بین سایر نمونه‌ها اختلاف معنی داری وجود داشت. در بررسی فاکتور صمغیت در روز دوم مشخص شد که این فاکتور در روز دوم نسبت به روز اول افزایش داشت. نمونه شاهد کمترین میزان صمغیت ($445/33 \pm 6/45$) و نمونه ۷ درصد، بیشترین میزان صمغیت را داشت

فاکتور چسبندگی در روز دوم نسبت به روز اول تا حدودی سیر نزولی داشت و مطابق روز اول، نمونه شاهد دارای بیشترین میزان چسبندگی ($0/56 \pm 0/01$) بود که از این لحاظ با نمونه ۳ درصد اختلاف معنی داری نداشت. فاکتور فنریت، نیز نسبت به روز اول کاهش داشت و با افزایش درصد رازیانه باعث کاهش فنریت شد. به طوری که در نمونه شاهد حداکثر ($16/10 \pm 0/41$) و در نمونه ۱۰ درصد حداقل

نسبت به روز اول و دوم افزایش یافت که یک امر طبیعی بوده و نمونه ها مانند روز اول نرمی و تازگی نداشتند و بافت سفت تر بود و رطوبت آنها نیز کاهش یافت. سختی مرحله دوم (۶۸۲/۸۳±۴۵/۹) نیز در نمونه شاهد از همه کمتر بود ولی با تیمار ۳ درصد اختلاف معنی داری نداشت. نمونه ۱۰ درصد بیشترین سختی را نشان داد (۱۳۷۰±۲۶/۴۹) و با تمامی تیمارها اختلاف معنی داری داشت. (جدول ۵ و ۶).

۶۷۱/۷۳±۵/۷) که با نمونه ۱۰ درصد دارای اختلاف معنی داری بود. فاکتور قابلیت جویدن در روز دوم نسبت به روز اول افزایش داشت. در این روز، نمونه شاهد دارای کمترین میزان نیرو (۶۴/۴۷±۱/۲۲) جهت جویده شدن بود و با نمونه ۳ درصد اختلاف معنی داری نداشت. بیشترین میزان این فاکتور (۱۲۶/۴۵±۵/۳۲) در نمونه ۱۰ درصد دیده شد (جدول ۵ و ۶). در روز سوم، سختی تیمارها تا حدودی

جدول ۵- تجزیه واریانس میانگین مربعات آزمون TPA روز دوم و سوم

منبع تغییرات	درجه آزادی	روز دوم			روز سوم	
		چسبندگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی ۱
تیمار	۴	**۰/۰۱	ns۱۶۱۲۷۳	**۲۹۹۶۴/۷۲	**۱۷۵۵/۸	*۵۳۷۰/۱۷/۸۰
تکرار	۲	۰/۰۰۱	۱۶۰۴۱۶/۹۷	۱۱۷/۲۸	۳۱/۱۵	۶۶۲۲۱/۳۳
خطا	۸	۰/۰۰۰۱	۱۶۰۳۹۲/۴۷	۳۴۲/۳۷	۵۹/۴۷	۹۰۰۷۶/۶۶
ضریب تغییرات		۵/۲۵	۲۳/۸۹	۳/۲۱	۸/۷۷	۳/۵۴

ns, * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶- مقایسات میانگین نتایج تست TPA روز دوم و سوم

تیمارها	روز دوم			روز سوم		
	چسبندگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی ۱	سختی ۲
۰	۰/۵۶±۰/۰۱ a	۱۶/۱۰±۰/۴۱ a	۴۴۵/۳۳±۶/۴۵ e	۶۴/۴۷±۱/۲ d	۸۲۹/۱۰±۳۴/۶۵	۶۸۲/۸±۴۵/۹ d
۳	۰/۵۳±۰/۰۲ a	۱۵/۸۱±۰/۲۹ a	۴۶۵/۳±۲/۹ d	۶۶/۴۷±۱/۵۷ d	۸۴۱/۳۳±۱۳/۰۱ d	۷۲۵/۵±۲۰/۰۳ d
۵	۰/۴۵±۰/۰۱ b	۱۵/۰۳±۰/۳۱ a	۶۴۸/۹±۱۲/۵ b	۸۴/۱۹±۱/۲۸ c	۹۹۹/۵±۳۷۴/۵۲ c	۹۲۱/۸±۱۲۰/۸ b
۷	۰/۴۶±۰/۰۲ c	۱۴/۰۳±۰/۲۱ a	۶۷۱/۷۳±۵/۷ a	۹۲/۶۴±۷/۷۹ b	۱۵۴۷/۳۳±۱۷/۱۶ b	۸۷۰/۱±۵۶/۹۳ c
۱۰	۰/۴۱±۰/۰۱ d	۱۱/۷۹±۰/۱۱ e	۶۱۹/۳۳±۶ c	۱۲۶/۴۵±۵/۳۲ a	۱۶۶۴/۳۳±۲۴/۱۶ a	۱۳۷۰±۲۶/۴۹ a

- در هر ستون میانگین هایی که با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

در روز سوم، فاکتور فنریت در تمامی تیمارها نسبت به روزهای اول و دوم کاهش داشت. در این روز نمونه شاهد از بقیه نمونه ها دارای چسبندگی بیشتر (۰/۵۲±۰/۰۱) بود. تیمارهای ۳ و ۵ درصد باهم اختلاف معنی داری نداشتند. کمترین میزان سختی (۰/۲۸±۰/۰۱) در تیمار ۱۰ درصد مشاهده شد که با نمونه ۷ درصد اختلاف معنی داری داشت.

در روز سوم، فاکتور چسبندگی در تمامی تیمارها در مقایسه با روز اول و دوم کاهش داشت. در این روز نمونه شاهد از بقیه نمونه ها دارای چسبندگی بیشتر (۰/۵۲±۰/۰۱) بود. تیمارهای ۳ و ۵ درصد باهم اختلاف معنی داری نداشتند. کمترین میزان سختی (۰/۲۸±۰/۰۱) در تیمار ۱۰ درصد مشاهده شد که با نمونه ۷ درصد اختلاف معنی داری داشت.

کمترین میزان ($0/57 \pm 63/66$) را دارا بود و با تمام تیمارها اختلاف معنی داری داشت. در روز آخر آزمایش، فاکتورهای سختی ۱ و سختی ۲ نسبت به سه روز گذشته، روند افزایشی داشت و بافت نمونه‌ها در این روز سفت‌تر و غیر قابل انعطاف‌تر در مقایسه با روزهای قبل بود. بیشترین مقدار سختی ($2281/67 \pm 81/5$) در نمونه ۱۰ درصد مشاهده شد و با کلیه تیمارها اختلاف معنی داری داشت. در نمونه شاهد این سختی کمترین میزان ($981 \pm 4/45$) بود و نشان داد که با افزایش درصد پودر رازیانه میزان سختی بافت نیز افزایش یافت (جداول ۷ و ۸).

سوم در تمامی تیمارها نسبت به روز اول و دوم افزایش یافت و بیشترین میزان ($791 \pm 12/25$) در نمونه ۱۰ درصد مشاهده گردید که با تمام تیمارها اختلاف معنی داری داشت. نمونه ۵ و ۷ درصد با هم اختلاف معنی داری نداشتند. کمترین مقدار صمغیت ($498/33 \pm 25/24$) در نمونه ۳ درصد مشاهده شد و بعد از آن شاهد دارای حداقل میزان بود. بررسی فاکتور قابلیت جویدن نشان داد که این فاکتور نسبت به روز اول و دوم در تمام تیمارها افزایش داشت و با افزایش درصد پودر رازیانه این میزان نیز افزایش یافت، به طوری که نمونه شاهد

جدول ۷- تجزیه واریانس میانگین مربعات آزمون TPA روز سوم و چهارم

منبع تغییرات	درجه آزادی	روز سوم					
		چسبندگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی ۱	سختی ۲
تیمار	۴	** ۰/۰۲۶	** ۹/۰۸	** ۸۱۴۱۹/۷۹	** ۴۱۱/۹۸۱	** ۸۵۳۰۲۲/۹۳	** ۴۷۶۲۱۰/۰۶
تکرار	۲	۰/۰۰۱	۰/۴۱	۵۱۰۱/۸۸	۰/۰۵	۱۰۶۵۰/۴۶	۴۸۶۶/۲۱
خطا	۸	۰/۰۰۰۱	۰/۲۴	۱۵۲۶/۴۵	۷/۷۷	۶۵۹۲/۸۸	۸۵۴۵/۵۹
ضریب تغییرات		۸/۷۰	۳/۸۷	۶/۳۵	۳/۴۸	۵/۵	۷/۶

ns, * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۸- مقایسات میانگین نتایج آزمون TPA روز سوم و چهارم

تیمارها	روز سوم						روز چهارم
	چسبندگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی ۱	سختی ۲	
۰	۰/۵۲ ± ۰/۰۱ a	۱۵/۳۹ ± ۰/۴۷ a	۴۹۸/۳۳ ± ۲۵/۲۴ c	۶۳/۶۶ ± ۰/۵۷ d	۹۸۱ ± ۴/۴۵ e	۸۳۱/۳ ± ۱۲/۱ d	
۳	۰/۴۲ ± ۰/۰۳ b	۱۲/۸۸ ± ۰/۳۶ b	۴۹۰/۶۳ ± ۵۳/۳۳ c	۷۱/۶۱ ± ۱/۴۵ c	۱۰۵۹ ± ۳۲ d	۱۰۱۴/۳ ± ۲۴/۱ c	
۵	۰/۳۸ ± ۰/۰۱ b	۱۲/۵۹ ± ۰/۲۸ c	۶۹۲/۲۷ ± ۶/۹۷ b	۸۴/۹۷ ± ۱/۵۱ b	۱۲۴۴/۳ ± ۵۹/۵ c	۱۰۴۱/۳ ± ۴۵/۵ c	
۷	۰/۳۳ ± ۰/۰۱ d	۱۱/۷۸ ± ۰/۱۳ d	۷۰۲/۵۳ ± ۸/۰۷ b	۸۸/۴۴ ± ۲/۲۸ ab	۱۶۲۶/۷ ± ۳۴/۸ b	۱۳۵۶/۷ ± ۳۵/۳ b	
۱۰	۰/۲۸ ± ۰/۰۱ e	۱۰/۷۰ ± ۰/۱۴ e	۷۹۱ ± ۱۲/۲۵ a	۹۰/۷۸ ± ۰/۶۹ a	۲۲۸۱/۶ ± ۸۱/۵ a	۱۸۳۴ ± ۹۴/۹۰ a	

- در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

درصد دارای حداقل فنریت ($10/16 \pm 0/36$) و با سایر نمونه‌ها اختلاف معنی داری داشت و نمونه شاهد دارای بیشترین فنریت بود ($14/11 \pm 0/06$). نمونه‌های ۳ و ۵ درصد باهم اختلاف معنی داری نداشتند (جداول ۹ و ۱۰). در فاکتور صمغیت تمام تیمارها نسبت به سه روز گذشته روند افزایشی داشت و با گذشت زمان میزان چسبندگی بیشتر شد. قابلیت جویدن نمونه‌ها در روز چهارم نسبت به سه روز

در روز آخر آزمایش نمونه شاهد دارای بیشترین چسبندگی ($0/48 \pm 0/01$) در مقایسه با بقیه تیمارها بود، در حالی که نمونه ۷ درصد دارای حداقل سختی ($0/31 \pm 0/01$) بود و با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشت. بین تیمارهای ۳ و ۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشد. فاکتور فنریت نسبت به سه روز قبل روند کاهشی داشت و در روز چهارم فنریت تمامی تیمارها در مقایسه با روزهای قبل کمتر شد. نمونه ۱۰

گذشته افزایش یافت، به طوری که در تیمارهای ۷ و ۱۰- درصد بیشترین میزان (۱۰۷/۳۵±۵/۲۳) را داشتند و این دو با هم اختلاف معنی داری نداشتند. (جدول ۹ و ۱۰).

جدول ۹- تجزیه واریانس میانگین مربعات آزمون TPA روز چهارم

منبع تغییرات	درجه آزادی	چسبندگی	فتریت	صمغیت	قابلیت جویدن
تیمار	۴	۰/۰۱۲**	۱/۹۲**	۳۶۴۸۱/۳۷**	۱۳۲۴۲/۲۳**
تکرار	۲	۰/۰۰۱	۰/۰۶	۷۱۸۰/۸۲	۳۷/۱۶
خطا	۸	۰/۰۰۱	۰/۱۱	۱۵۵۲/۸۴	۳۲/۳۴
ضریب تغییرات		۳/۵۱۱	۲/۶۸	۵/۵۸	۶/۸۴

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱۰- مقایسات میانگین نتایج آزمون TPA روز چهارم

تیمارها	چسبندگی	فتریت	صمغیت	قابلیت جویدن
۰	a۰/۰۱ ± ۰/۴۸	a۰/۰۶ ± ۱۴/۱۱	b۱۱/۳۶ ± ۶۲۳/۱۷	c۳/۱ ± ۶۵/۱۷
۳	b۰/۰۱ ± ۰/۳۶	b۰/۰۶ ± ۱۲/۱۴	b۱۲ ± ۶۴۷/۶۰	c۱/۱۶ ± ۶۶
۵	b۰/۰۱ ± ۰/۳۸	b۰/۲۳ ± ۱۲/۴۴	b۵۲/۹۱ ± ۶۰۶	b۱/۴۶ ± ۷۲/۷۴
۷	c۰/۰۱ ± ۰/۳۱	c۰/۴۲ ± ۱۱/۳۶	a۳۳/۴۲ ± ۸۳۰	a۴/۹۵ ± ۱۰۴/۴۷
۱۰	b۰/۰۱ ± ۰/۳۶	d۰/۳۶ ± ۱۰/۱۶	a۲۰/۱۳ ± ۸۲۰	a۵/۲۳ ± ۱۰۷/۳۵

در هر ستون میانگین هایی که با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

رازیانه میزان نیروی لازم برای نفوذ در نمونه ها نیز افزایش یافت و بافت سفت تر و متراکم تر شده و انعطاف پذیری پوسته کاهش می یابد. هر چه به خمیر نان، درصد پودر رازیانه بیشتری افزوده شود، بافت نامناسب تر و تخلخل پذیری کم تر خواهد شد (۶). براساس نتایج به دست آمده از تست TPA، مشخص گردید که افزودن پودر دانه رازیانه به میزان ۳ درصد تغییر معنی داری در بافت و سختی آن ایجاد نمی کند. از این لحاظ کمترین میزان سختی در مرحله اول، مربوط به شاهد و نمونه ۳ درصد بود که نشان دهنده بافت بسیار مناسب و حالت تخلخل و ارتجاعی خوب نمونه است. نمونه ۱۰ درصد به علت بافت نامناسب و تراکم بالای بافتی دارای سختی بیشتری در تمام روزها بود. بنابراین به نظر می رسد که با افزایش درصد پودر رازیانه میزان سختی رو به افزایش می گذارد که با نتایج عبدالغفور و همکاران

بر اساس نتایج به دست آمده بین حجم نمونه ها اختلاف معنی داری دیده شد. به طوری که با افزایش درصد بذر رازیانه حجم و حجم ویژه کاهش یافت، در حالی که جرم نان افزایش یافت (جدول ۱). با افزایش درصد رازیانه، فیبر موجود در پودر دانه موجب جذب آب در خمیر و حفظ آب در فرآیند تهیه خمیر می شود، بنابراین موجب افزایش جرم نان و کاهش حجم و حجم ویژه آن می گردد (۱۲). در واقع اختلال در شبکه گلوتن به دلیل جایگزینی آرد گندم با ترکیبات دیگر و واکنش بین گلوتن و فیبر اتفاق می افتد که در اثر این پدیده، کاهش ظرفیت نگهداری دی اکسید کربن خمیر روی داده و حجم نان کاهش می یابد (۱۴). همچنین علت اصلی کاهش حجم نان، می تواند به دلیل رقیق شدن مقدار گلوتن و واکنش بین اجزای فیبر، آب و گلوتن باشد (۲۸). نتایج تست نفوذ نشان داد که با افزایش درصد پودر

مورد آزمایش دارای بالاترین کیفیت بود که در روز اول بیشترین کیفیت را داشت و به تدریج تا پایان روز آزمایش از کیفیت آن کاسته شد و نمونه ۱۰ درصد دارای حداقل کیفیت در تمام روزهای مورد آزمایش بود. نتایج به دست آمده مؤید نتایج یزدان‌پناه و همکاران (۱۳۹۲)، عبدالغفور و همکاران (۲۰۱۱)، کولار و همکاران (۲۰۰۹)، داس و همکاران (۲۰۱۳)، پنگ و همکاران (۲۰۱۰) و سلیم و محمد (۲۰۱۴) می باشد (۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۲۵). چنان چه افزودن آرد میوه بلوط (۹)، آرد سورگوم (۱۰)، فیبر کاکائو (۱۱)، پودر رازیانه (۱۲ و ۲۵) و عصاره هسته انگور (۲۲) به خمیر نان، تا حدی ضمن اثر بر خصوصیات فیزیکی نان، منجر به بالارفتن کیفیت نان و دیر بیات شدن نان گردیده، صمغیت، سختی و قابلیت جویدن را افزایش و فنریت را کاهش می‌دهد. سلیم و محمد (۲۰۱۴) و داس و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر اضافه نمودن پودر رازیانه به نان تهیه شده از گندم، دریافتند که ماندگاری و ویژگی‌های بافتی نان (سختی، صمغیت و قابلیت جویدن) روند افزایشی و فنریت و چسبندگی روند کاهشی داشته است. ضمن آن که خواص آنتی‌اکسیدانی نان تهیه شده با رازیانه، نسبت به شاهد، تغییر بسیار محسوسی نشان داد (۱۲ و ۲۵). نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که افزودن بیش از ۵ درصد پودر دانه رازیانه، به طور معنی‌داری سبب بالارفتن کیفیت نان می‌گردد. بررسی فاکتور قابلیت جویدن نشان داد که نمونه شاهد جهت جویده شدن نیاز به حداقل انرژی را داشت و لذا قابلیت جویدن این نمونه در تمام روزهای مورد آزمایش نسبت به سایر تیمارها کمتر بود و بعد از آن به تدریج با افزایش درصد پودر رازیانه این فاکتور افزایش یافت. به طوری که قابلیت جویده شدن تیمار ۱۰ درصد از بقیه تیمارها بیشتر بود و نیاز به حداکثر میزان انرژی لازم برای جویده شدن، داشت. قابلیت جویدن از روز اول تا چهارم در تمام تیمارها روند افزایشی داشت و در پایان روز چهارم به حداکثر میزان نسبت به روزهای قبل رسید. با توجه به اطلاعات موجود به نظر می‌رسد که تقریباً در همه نمونه‌های دارای پودر رازیانه با افزایش درصد پودر رازیانه قابلیت جویدن افزایش یافت (۲۱ و ۲۳). نتایج تحقیق حاضر در انطباق با گزارشات داس و

(۲۰۱۱) و سیدیک و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد (۱۰ و ۲۷). فاکتور چسبندگی نشان دهنده نسبت مساحت زیر نمودار در مرحله دوم TPA به مرحله اول بود که عموماً از یک کمتر است و هرچه این نسبت بیشتر باشد، بدان معنی است که ماده غذایی از سختی و به هم چسبندگی بالاتری برخوردار است. آنالیز داده‌ها نشان داد که نمونه شاهد و ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند و در بین تمام نمونه‌ها دارای حداکثر کیفیت هستند. در برخی از تست‌های انجام شده با افزایش درصد پودر رازیانه تا ۵ درصد، فاکتورها روبه بهبود بوده ولی با افزایش بیش از ۵ درصد، کیفیت رو به کاهش بود (۱۰ و ۲۷). فاکتور فنریت نشان دهنده حالت فنریت در ماده غذایی بوده و برابر است با مقدار طول خط افقی نمودار TPA از ابتدای شروع مرحله دوم نسبت به همین طول در مرحله اول نمودار. در آنالیز انجام شده مشخص شد که با افزایش درصد پودر رازیانه میزان فنریت کاهش یافت. افزودن پودر رازیانه تا ۵ درصد اختلاف معنی‌داری از لحاظ فنریت در بافت ایجاد نکرد که نشان دهنده تخلخل مناسب بافت نمونه‌های صفر (آرد گندم خالص)، ۳ و ۵ درصد دانه رازیانه است. با افزایش پودر رازیانه از این مقدار به بالاتر، میزان فنریت و قابلیت ارتجاعی در نمونه‌ها به خصوص در روزهای سوم و چهارم آزمایش، کاهش یافت، طوری که نمونه ۱۰ درصد دارای حداقل فنریت بود. معمولاً در اثر افزودن مواد گیاهی که دارای چسبندگی هستند به خمیر نان، تا حدی میزان فنریت و تخلخل نمونه‌ها کاهش می‌یابد (۲۹ و ۳۱). نتایج تحقیق حاضر در انطباق با نتایج داس و همکاران (۲۰۱۳) و سلیم و محمد (۲۰۱۴) می‌باشد (۱۲ و ۲۵). صمغیت نشان دهنده حال چسبناکی ماده غذایی می‌باشد که بیشتر برای مواد غذایی نیمه جامد کاربرد دارد و بر اساس تعریف، انرژی لازم برای متلاشی کردن یک ماده غذایی و آماده سازی برای بلع بوده و یا برابر است با حاصلضرب چسبندگی و سختی. در آنالیز آماری انجام شده به تدریج با افزایش درصد رازیانه میزان صمغیت نیز افزایش یافت. هرچه میزان صمغیت در ماده غذایی بیشتر باشد، حالت چسبناکی بیشتری بوجود می‌آید. بر اساس نتایج به دست آمده، نمونه شاهد در تمام روزهای

صورت نگرفته است، اما تحقیقات اکپیم و همکاران (۲۰۱۲) نشان داده است که اضافه کردن میزان ۱۵ و ۲۰ درصد آرد کنجد به آرد گندم موجب افزایش مواد معدنی نظیر آهن، روی و منگنز و مقدار ویتامین A و C و بهبود ارزش غذایی آن در مقایسه با شاهد شده است (۱۵). لذا می‌توان گفت که رازیانه منبع غنی از عناصر معدنی مورد نیاز بدن انسان نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منگنز، آهن، مس، روی و منیزیم می‌باشد و با غنی‌سازی آرد گندم با رازیانه کمک شایانی در تأمین عناصر ضروری مصرف‌کنندگان می‌نماید (۱۲، ۲۵، ۳۰).

۳-۳- فنول و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نان

آنتی‌اکسیدان‌ها از جمله موادی هستند که می‌توان با افزودن به مواد غذایی از تغییرات کمی و کیفی محصول محافظت نمود. از جمله اکسیدان‌های طبیعی، ویتامین E و ویتامین C و بتاکارتن هستند. وجود آنتی‌اکسیدان‌ها در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری مواد غذایی بسیار حائز اهمیت است. آنتی‌اکسیدان‌ها از تغییرات مضر مواد غذایی که به وسیله اکسیژن بوجود می‌آیند، جلوگیری می‌نمایند و بدن را در برابر رادیکال‌های آزاد محافظت می‌نمایند. مطالعات نشان داده‌اند که رادیکال‌های آزاد با ایجاد صدمه سلولی می‌توانند در ایجاد و پیشرفت بیماری‌های مختلف از جمله بیماری‌های قلبی عروقی و انواع سرطان مؤثر باشند. جلوگیری از فعالیت اکسیدانی ترکیبات غذایی مختلف و کاربرد آنتی‌اکسیدان منجر به تقویت سیستم ایمنی شده که در برابر ابتلا به عفونت‌های تنفسی، بدن را محافظت می‌نمایند (۱۸، ۲۸، ۳۲). افزایش پایداری خمیر را می‌توان به وجود ترکیبات فنولی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی در ترکیبات پودر رازیانه نسبت داد که موجب فشردگی و پایداری بیشتر شدن خمیر می‌گردند (۱۲، ۲۵). مقایسه میانگین غلظت ترکیبات فنولی کل (جدول ۱۲) در رازیانه، آرد و نسبت‌های مختلف مخلوط رازیانه و آرد مشخص کرد که اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت فنول بین تیمارهای مورد آزمایش وجود دارد. به طوری که تیمار رازیانه خالص (شاهد) دارای بیشترین غلظت فنول (۲۷۰±۲۷۱) و نمونه شاهد دارای کمترین میزان

همکاران (۲۰۱۳) و سلیم و محمد (۲۰۱۴) می‌باشد (۱۲) و (۲۵). نتایج بررسی رطوبت در طی پنج روز متوالی مشخص کرد در روز اول نمونه ۵ درصد دارای بیشترین میزان رطوبت نسبت به سایر تیمارها بود که با تیمارهای ۷ و ۱۰ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشت ولی با نمونه شاهد و ۳ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت. همین روند از روز دوم تا چهارم نیز به همین صورت ادامه پیدا کرد. بیشترین میزان افت رطوبت در نمونه ۱۰ درصد و کمترین آن در نمونه‌های ۵ و ۳ درصد مشاهده شد. به طور کلی هرچه درصد پودر رازیانه بیشتر شد، میزان افت رطوبت افزایش یافت و با کاهش میزان رطوبت، کیفیت بافت نان‌های تولیدی نیز کاهش یافت. دلیل این امر را می‌توان به افزایش مقادیر پروتئین و محتوای لایسین در بافت نان نسبت داد که در اثر آن جذب رطوبت در بافت نان افزایش می‌یابد (۱۲). در این آزمایش مشخص شد که در روز اول به جز نمونه ۱۰ درصد، بقیه نمونه‌ها تقریباً در همین محدوده قرار گرفتند و با افزایش ماندگاری، محتوای رطوبتی نان‌ها به تدریج کاهش یافت و از روز دوم به بعد میزان رطوبت تمام تیمارها بجز تیمار ۵ درصد به زیر ۳۵ درصد رسید. تنها در تیمار ۵ درصد میزان رطوبت نان‌ها در مدت پنج روز در محدوده ۳۵ تا ۴۰ درصد باقی یافت که با توجه به آن که معمولاً رطوبت مطلوب و قابل قبول نان در محدوده ۳۵ تا ۴۰ درصد است (۱۷)، این تیمار قابل توصیه در اختلاط با خمیر نان است.

۳-۲- میزان مواد معدنی موجود در نان

نتایج بررسی میزان عناصر موجود در نمونه‌های مختلف در (جدول ۱۱) نشان داده شده است. عناصر اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف شامل: نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منگنز، آهن، مس، روی و منیزیم بودند. نتایج نشان داد که میزان عناصر مذکور دارای بیشترین مقدار در تیمار رازیانه خالص (شاهد) و کمترین مقدار در آرد خالص (شاهد) بودند. در سایر تیمارها با افزایش درصد پودر رازیانه به تدریج مقدار این عناصر نیز افزایش پیدا کرد (جدول ۱۲). اگرچه در خصوص مقایسه مقدار عناصر معدنی در ترکیب‌های مختلف پودر دانه رازیانه و آرد گندم تا کنون مطالعه‌ای

یافت (جدول ۱۲). اگرچه تیمارهای ۳ درصد و ۵ درصد اختلاف معنی داری با شاهد نشان ندادند، اما میانگین غلظت ترکیبات فنولی کل آن‌ها از شاهد بیشتر بود. طبق نتایج داس و همکاران (۲۰۱۳) غلظت ترکیبات فنولی کل و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با افزایش درصد پودر دانه رازیانه تا ۷ درصد به طور معنی داری افزایش یافت اما از ۷ درصد تا ۱۵ درصد این مقدار با شیب ملایمتری افزوده شد و بین تیمارهای ۷، ۱۰ و ۱۵ درصد پودر دانه رازیانه اختلاف معنی داری را مشاهده نکردند (۱۲). در تحقیق حاضر نیز بین تیمارهای ۷ و ۱۰ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشد، اما بین این دو و تیمار ۱۵ درصد اختلاف معنی دار دیده شد. نتایج نشان داد که نمونه‌های نان با نسبت‌های ۳ و ۵ درصد پودر دانه رازیانه، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی مطلوب و قابل قبولی بوده و افزودن حتی ۳ درصد پودر دانه رازیانه می‌تواند خواص آنتی‌اکسیدانی آرد گندم (مانند محتوای فنول‌ها) را به طور معنی داری افزایش دهد که منجر به خنثی‌سازی بسیاری از رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود (۱۸ و ۲۸). از آنجایی که بین تیمار ۳ درصد و ۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشد، لذا افزودن هر یک از تیمارهای فوق به آرد گندم برای افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توصیه است (۱۲ و ۲۵).

بود. به تدریج با افزایش درصد رازیانه، مقدار فنول در تیمارها افزایش یافت و تیمار ۱۵ درصد رازیانه دارای بیشترین مقدار فنول نسبت به تیمارهای ۳ تا ۱۰ درصد بود. بین نمونه شاهد، ۳ درصد و ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود نداشت، ولی این سه نمونه با نمونه ۷ درصد اختلاف معنی داری داشتند. ارزیابی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۱۱).. بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی ($11/67 \pm 44/073$) مربوط به پودر دانه رازیانه خالص و کمترین مقدار آن مربوط به نمونه آرد خالص شاهد ($8/96 \pm 0/47$) بود. بین تیمار آرد خالص (شاهد) و تیمارهای مخلوط پودر دانه رازیانه اختلاف معنی داری وجود داشت. نتایج نشان داد که به تدریج با افزایش درصد پودر رازیانه به خواص آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها نیز افزوده شد به طوری که بعد از تیمار رازیانه خالص بیشترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی متعلق به تیمار ۱۵ درصد ($27/60 \pm 0/7$) بود. تیمارهای ۳ و ۵ درصد نیز از نظر آماری اختلاف معنی داری با آرد خالص داشتند اما بین آن‌ها اختلاف معنی داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین غلظت ترکیبات فنولی کل، اختلاف معنی داری از نظر غلظت فنول بین تیمارهای موردآزمایش نشان داد، به طوری که با افزایش درصد رازیانه، مقدار فنول در تیمارها نیز به تدریج افزایش

جدول ۱۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات میزان عناصر معدنی موجود در تیمارهای مختلف

منبع تغییرات	درج آزادی	روی	منگنز	مس	آهن	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	غلظت فنول	آنتی اکسیدانی
تیمار	۶	۱۷/۲۱**	۱۸۲۴/۱۶**	۶۲۹/۵۱**	۵۱۰۹۵۲/۷۷**	۰/۰۳**	۰/۲۹**	۲/۹۱**	۰/۰۳**	۰/۰۶**	۱۴۵۳/۱۳**	۴۲۸/۳۷**
تکرار	۲	۳/۰۸۳	۰/۴۹	۸/۰۴	۱/۴۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۵۲/۱۱۱	۸۵/۲
خطا	۱۲	۱/۹۸	۱	۱/۴۵	۴/۷۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۹۲/۶	۹۷/۱
ضریب تغییرات		۱/۱	۰/۸۵	۲/۵۸	۰/۶۱	۰/۷۶	۲/۷۳	۱/۴	۰/۲۶	۰/۴۸	۵/۵	۵/۸۸

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱۲- مقایسات میانگین میزان عناصر معدنی موجود (بر حسب میلی گرم در کیلوگرم) در تیمارهای مختلف

تیمارها	روی	منگنز	مس	آهن	منیزیم	کلسیم
رازیانه خالص	۱۳۲/۰۱ ± ۱/۵۲ ^a	۱۷۲/۵۵ ± ۱/۴۴ ^a	۷۷/۳۹ ± ۱/۴۴ ^a	۳۲۷/۷ ± ۱/۴۷ ^a	۰/۴۱ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۸۸ ± ۰/۰۱ ^a
آرد خالص	۱۲۳/۸۳ ± ۰/۹۲ ^c	۳۴/۱۰۶ ± ۰/۱۴ ^d	۳۴/۹۴ ± ۰/۹۷ ^f	۱۶۰/۲۷ ± ۱/۱۸ ^g	۰/۱۰ ± ۰/۰۱ ^d	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ ^d
۳ درصد	۱۲۷/۳۹ ± ۰/۸۷ ^b	۱۰۶/۳۴ ± ۰/۰۵ ^c	۳۷/۶۱ ± ۰/۸۷ ^e	۱۶۳/۵۵ ± ۰/۲۹ ^f	۰/۱۱ ± ۰/۰۱ ^d	۰/۰۴ ± ۰/۰۱ ^d
۵ درصد	۱۲۷/۴۴ ± ۰/۲۹ ^b	۱۰۶/۳۱ ± ۰/۱۴ ^c	۳۸/۵۵ ± ۰/۲۹ ^e	۱۸۱/۷۶ ± ۱/۱۷ ^e	۰/۱۳ ± ۰/۰۱ ^{cd}	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ ^{dc}
۷ درصد	۱۲۷/۴۴ ± ۰/۸۶ ^b	۱۰۶/۸۴ ± ۰/۰۸ ^c	۴۲/۲۳ ± ۰/۳۹ ^d	۲۱۸/۳۹ ± ۱/۴۴ ^d	۰/۱۴ ± ۰/۰۱ ^c	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ ^{dc}
۱۰ درصد	۱۲۸/۳۳ ± ۰/۳۳ ^b	۱۰۸/۶۵ ± ۰/۱۴ ^b	۴۵/۳۳ ± ۰/۸۸ ^c	۲۲۴/۶۱ ± ۱/۴۴ ^c	۰/۱۴ ± ۰/۰۱ ^c	۰/۰۷ ± ۰/۰۱ ^c
۱۵ درصد	۱۲۸/۳۹ ± ۰/۰۳ ^b	۱۰۹/۷۷ ± ۰/۹۱ ^b	۴۹/۵۹ ± ۰/۸۸ ^b	۲۴۷/۳۳ ± ۰/۸۸ ^b	۰/۲ ± ۰/۰۱ ^b	۰/۱۰ ± ۰/۰۱ ^b

ادامه جدول ۱۲- مقایسات میانگین میزان عناصر معدنی موجود در تیمارهای مختلف، غلظت فنول و خواص آنتی اکسیدانی (بر حسب میلی گرم در کیلوگرم).

تیمارها	پتاسیم	فسفر	نیترژن	غلظت فنول	خواص آنتی اکسیدانی
رازیانه	۳/۳۶ ±	۰/۵۷۴ ±	۲/۶۱ ± ۰/	۲۷۱/۸۹ ± ۱	۴۴/۰۷ ± ۱/۶۷ a
آرد	۰/۵۷ ±	۰/۲۷۲ ±	۲/۴۸ ± ۰/	۷۵/۷۸ ± ۳	۸/۹۶ ± ۰/۴۷ f
۳٪	۰/۶۵ ±	۰/۲۸۳ ±	۲/۵۳ ± ۰/	۸۱/۸۷ ± ۲	۱۱/۸۶ ± ۰/۳۷ e
۵٪	۰/۷۳ ±	۰/۲۹۷ ±	۲/۵۳ ± ۰/	۱۱۱/۸۲ ± ۱	۱۴/۱۷ ± ۰/۵۸ d
۷٪	۰/۸۱ ±	۰/۳۱۵ ±	۲/۵۸ ± ۰/	۱۱۳ ± ۷/۱	۲۲/۳۷ ± ۰/۶۹ c
۱۰٪	۰/۹۹ ±	۰/۳۲۰ ±	۲/۵۸ ± ۰/	۱۴۳/۴۴ ± ۲	۲۴/۰۳ ± ۰/۴۳ c
۱۵٪	۱/۶۴ ±	۰/۳۴۷ ±	۲/۵۹ ± ۰/	۱۶۰/۸۹ ± ۴	۲۷/۶۰ ± ۰/۷b

در هر ستون میانگین هایی که با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

خاصیت آنتی اکسیدانی و محتوای فنول در نان، افزایش می یابد. با افزایش مقادیر فنول در نان، خاصیت آنتی اکسیدانی افزایش یافت. در این زمینه عناصری مانند منگنز، مس و آهن به عنوان سازنده بسیاری از آنزیم ها و پیش فاکتورهای لازم در زمینه ساخت مواد آنتی اکسیدانی نقش بارزی دارند (۱۸ و ۲۸). در مطالعات داس و همکاران (۲۰۱۳) و سلیم و محمد (۲۰۱۴) به نقش بارز رازیانه در ایجاد خواص آنتی اکسیدانی بدلیل داشتن محتوای فنولی بالا اشاره شده است که نتایج تحقیق حاضر را تأیید می نماید (۱۲ و ۲۵).

همبستگی بین غلظت عناصر معدنی، میزان فنول و خواص آنتی اکسیدانی نشان می دهد که عناصری نظیر آهن، منگنز، کلسیم، مس، منیزیم همبستگی مثبت و معنی داری با خواص آنتی اکسیدانی دارند. همچنین عناصری نظیر آهن و مس، همبستگی مثبت و معنی داری با میزان فنول تیمارها دارند (جدول ۱۳). از مواد معدنی که با افزایش پودر رازیانه افزایش محسوس در ترکیب نان داشت، منگنز موجود در نان بود که همانگونه که مشاهده می شود با افزایش میزان این عنصر و سایر عناصر غذایی مانند مس و آهن، میزان

جدول ۱۳- همبستگی ساده پیرسون بین میزان فنول و خواص آنتی اکسیدانی تیمارها با غلظت عناصر معدنی

رومی	منگنز	مس	آهن	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن
خواص آنتی اکسیدانی	۰/۹۴**	۰/۶۱**	۰/۶۱**	۰/۷۳**	۰/۸۳**	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۶۱**	۰/۱۲ ^{ns}
میزان فنول	۰/۴۹*	۰/۵۶*	۰/۸۱**	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۴۸*	۰/۳۸ ^{ns}

ns, * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

۴- نتیجه گیری

بذر رازیانه یکی از گیاهان دارویی است که در تمام نقاط دنیا و برای مقاصد مختلفی به کار برده می شود. نان های غنی شده با پودر دانه رازیانه به نسبت ۵ درصد، دارای مزایایی از قبیل خواص فیزیکی قابل قبول، محتوای رطوبتی بالا در پوسته، غنی از نظر فعالیت آنتی اکسیدانی و مواد معدنی ضروری بدن، دارای خواص حسی (رنگ، طعم، مزه و بو) مطلوب و قابل قبول برای مصرف کننده می باشند. هرچند با افزایش مقادیر پودر رازیانه به خمیر نان، خواص مطلوبی از جمله مقادیر فنول کل در نان و مقادیر املاح موجود در نان افزایش می یابد و به طبع آن حفظ نان در طول مدت امکان پذیر می گردد، لیکن خواص کیفی نان از جمله قابلیت جویدن و سختی افزایش می یابد که مطلوب مصرف کنندگان نیست. در بیشتر موارد مشاهده شد که اضافه نمودن ۵ درصد پودر رازیانه به خمیر نان، ضمن حفظ خواص کیفی نان، منجر به افزایش در صفاتی از جمله مقادیر کل فنول و خواص آنتی اکسیدانی و املاح موجود در نان، گردید. بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه مقدار بهینه مورد استفاده برای غنی سازی آرد گندم جهت تهیه نان، ۵ گرم پودر دانه رازیانه به ازای ۱۰۰ گرم آرد گندم می باشد.

۵- منابع

۱. امین پور، ع. و جعفری، ر. ۱۳۷۸. متداول ترین گیاهان دارویی سنتی ایران. معاونت پژوهش معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی. ۲۶۴-۲۶۵.
۲. پایان، ر. ۱۳۸۰. مقدمه ای به تکنولوژی فرآورده های غلات. مجله غلات، ۵-۱.

۳. پورمحمدی، ک.، اعلمی، م.، شاهدی، م. و صادقی، ع. ۱۳۸۸. مقایسه ویژگی های فیزیکوشیمیائی نان گندم حاوی جو بدون پوشینه با نان گندم حاوی جو پوشینه دار. نشر پژوهش های صنایع غذایی ایران. ۱۶۳-۱۷۱.
۴. داروغه، ف.، برزگر، م. و سحری، م. ع. ۱۳۹۰. اثر آنتی اکسیدانی اسانس زیره سیاه در کیک. بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.
۵. فهیم ادیب اصیل، الف.، عطای صالحی، الف.، شیخ الاسلامی، ز.، کریمی، م. و قیافه داودی، م. ۱۳۹۴. بررسی اثر اختلاط آرد جو بدون پوشینه با آرد گندم بر خصوصیات حسی و تغذیه ای نان بربری. مجله علمی پژوهشی علوم و فن آوری غذایی، جلد ۲، شماره ۲، ۹-۱۱.
۶. مجذوبی، م.، مرتضوی، ح.، اسدی، ح. و نعمت الهی، ز. ۱۳۹۰. تأثیر و کاربرد آرد بلوط بر خصوصیات خمیر و نان حجیم. بیستین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران.
۷. هجری ظریفی، س.، حداد خداپرست، م. ح.، شیخ الاسلامی، ز.، شفافی زنونیان، م. و پورفرزاد. ا. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر جوانه ی هسته خرما بر رئولوژی خمیر و خواص حسی نان بربری. مجله علمی پژوهشی نوآوری در علوم و فن آوری غذایی، جلد ۶، شماره ۱، ۳۲-۲۵.
۸. یارمند، م. س. و سیدین اردبیلی، س. م. ۱۳۸۴. اثر گلوتن و آرد مالت جو بر روی بیاتی و کیفیت نان بربری. مجله علوم کشاورزی ایران.

- Food Sci Nut*, 49(1): 1-27. ۶۰۲-۵۹۱.
19. Ng, S.H. and Wan Rosli, W.I. 2013. Effect of the corn silk addition in yeast bread: investigation on nutrition compositions, textural properties and sensory acceptability. *Inter Food Res J*, 20(1): 339-345.
 20. Nigam, V. and Nambiar, V.S. 2015. Recent trends in modification of wheat bread as functional bread – a review. *Inter J Innovative Res Study*, 4(4): 128-148.
 21. Pastuszka, D., Gambus, H., Ziobrom, R., Mickowskam, B. and Buksa, K. 2012. Quality and nutritional value of wheat bread with a prepration of oat porotin. *J Microb Biotech Food Sci*, I: 980-987.
 22. Peng, X., Ma, J., Cheng, K.W., Jiang, Y., Chen, F. and Wang, M. 2010. The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chemist*, 119(1): 49-53.
 23. Sanful, R.E. and Darko, S. 2010. Utilization of soybean flour in the production of bread. *Pakistan J Nut*, 9(8): 815-818.
 24. See, E.F., Wan Nadiah, W.A. and Noor Aziah, A.A. 2007. Physicochemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. *Asian Food J*, 14(2): 123-130.
 25. Seleem, H.A. and Mohamed, Z.E. 2014. Influence of some medicinal and aromatic plants addition on pan bread quality. *Word J Dairy Food Sci*, (9)2: 299-307.
 26. Sengov, L.A. and Gernah, D.L. 2012. Effect of Moringa oleifera leaf powder supplementation on the quality characteristics of wheat bread. *Inter J Food Sci Nut*, 1(1): 1-5.
 27. Siddiq, M., Nasir, M., Ravi, R., Butt, M.S. and Dolan, K.D. 2009. Effect of defatted maize germ flour addition on the physical and sensory quality of wheat bread. *Food Sci Tech*, 42(2): 464-470.
 28. Sivam, A.S., Sun-Waterhouse, D., Quek, S.Y. and Perera, C.O. 2010. Properties of bread dough with added fibre polysaccharides and phenolic
 9. یزدان‌پناه، الف.، حجت‌الاسلامی، م.، مولوی، ه. و سجادی، ح. ۱۳۹۲. بررسی پارامترهای آرد و بافت نان باگت تازه با ترکیبی از آرد میوه بلوط. بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران. دانشگاه شیراز.
 10. Abdelghafor, R.F., Mustafa, A.I., Ibrahim, A.M.H. and Krishnan, P.G. 2011. Quality of bread from composite flour of sorghum and hard white winter wheat. *Adv J Food Sci Tech*, 3(1): 9-15.
 11. Collar, C., Rosell, C.M., Muguerza, B. and Moulay, L. 2009. Bread making performance and keeping behavior of cocoa-soluble fiber-enriched wheat breads. *Food Sci Tech Inter*, 15(1):79-87.
 12. Das, L., Raychaudhuri, U. and Chakraborty, R. 2013. Fortification of white bread with fennel seeds. *Food Sci Biotech*, 51(3): 434-440.
 13. Das, L. and Raychaudhuri, U. 2012. Suplementation of common white bread with coriander leaf powder. *Food Sci Biotech*, 21: 125-433.
 14. Gomez, M., Ronda, F., Blanco, C.A., Caballero, P.A. and Apestegua, A. 2003. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *Europ Food Res Tech*, 216: 51-56.
 15. Ikpeme, E., Eneji, Ch. and Igile, G. 2012. Nutritional and organoleptic properties of wheat Triticum aestivum and beniseed Sesame indicum composite flour baked foods. *J Food Res*, 3(1):14-22.
 16. Joel, N., Abdurraheem, L.O. and Zakaria, U.M. 2011. Evaluation of the nutritional and sensory quality of function bread produced from whole wheat and soyabean flour blend, *Afr J Food Sci*. 5(8): 466-472.
 17. Kamaliya, M.K. and Kamaliya, K.B. 2001. Baking Science and Industry. Vol I and II, M.K. Kamaliya (Ed.), Anand Publisher, Cal cutta, India.
 18. Nanditha, B. and Prabhasankar, P. 2009. Antioxidants in bakery products: a review. *Critical Rev*

31. Tsai, C., Sugiyama, J., Shibata, M., Kokawa, M., Fujita, K. and Tsuta, M.M. 2012. Change in the texture and viscoelastic properties of bread containing rice porridge during storage. *Bios Biotech Biochemist*, 76(2): 331-335.
32. Wanyo, P., Chomnawang, C. and Siriamornpun, S. 2009. Substitution of wheat flour with rice flour and rice bran in flake products: effects on chemical, physical and antioxidant properties. *World App Sci J*. 7: 49-56.
29. Škrbic, B., Snezana Milovac, A., Dejan Dodig, B. and Bojana Filipcev, C. 2009. Effects of hullless barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties. *Food Chemist*. 115: 982-988
30. Suchowilska, E., Wiwart, M., Kandler, W. and Krska, R. 2012. A comparison of macro and microelement concentrations in the whole grain of four Triticum species. *Plant Soil Environ*, 58(3): 141-147.

(Original Research Paper)
**Fortification of Wheat Flour With Different Ratio of Fennel Seed
Powders to Improve Its Nutritional Value**

Manizheh Heydari¹, Mehrab Yadegari^{1*}, Zarir Saeidi², Hooman Movlavi³

- 1- Department of Agriculture and Medicinal Plants, Shahr- e –Kord Branch, Islamic Azad University, Shahr -e- Kord, Iran.
- 2- Chaharmahal va Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research Center, Shahr -e- Kord, Iran
- 3- Department of Food Sciences and Technology, Shahr -e- Kord Branch, Islamic Azad University, Shahr -e- Kord, Iran.

Received:18/05/2017

Accepted:03/06/2018

Abstract

Nowadays, the bread produced in the country is not high quality. The aim of this study was to determine the proper mixture of fennel seeds powder to fortify white wheat flour in terms of minerals and antioxidants. For this purpose, 100 g white flour was mixed with different ratios of fennel powder including 3, 5, 7, 10, and 15 grams per 100 gram of flour. The physical properties of bread (volume and specific volume), texture characteristics of bread (hardness, chewiness, cohesiveness, springiness, and adhesiveness), minerals (copper, iron, zinc, etc.), total phenolic content and antioxidant activities were studied. TPA machine used for texture characteristics in 4 days of storage. Micro elements determined using atomic absorption method, whereas nitrogen, phosphorous and potassium were measured using Kjeldahl, Spectrophotometer and Flame photometer, respectively. The total phenolic content and antioxidant activities were determined according to the Folin-Ciocalteu and Wanyo methods, respectively. Results showed that the treatments were significantly different in all studied parameters at 5% statistical level. By increasing the amount of fennel seed powder, volume and specific volume were significantly decreased, whereas the amount of force required to penetrate in tissue and the hardness value were increased. Comparison of sensory properties showed that samples with 3% and 5% fennel powder were not significantly differed from control (wheat flour). Moreover, antioxidant activities of treatments significantly increased by increasing amount of fennel seeds. According to the results, the white wheat flour with 5% of fennel seed powder revealed the highest nutritional value in this study. It showed acceptable physical properties and textural characteristics as well. In addition, bread produced was appeared to be rich in minerals and antioxidants contents

Keywords: Antioxidants, Fortification, Minerals, Physical Properties, Texture, Wheat Flour

*Corresponding Author: mehrabiyadegari@gmail.com

