

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

منیژه حیدری¹، مهربادگاری^{1*}، زیر سعیدی^{1,2}، هومان مولوی³

- 1- گروه زراعت و گیاهان دارویی، واحد شهر کرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهر کرد، ایران
- 2- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، شهر کرد، ایران.
- 3- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر کرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهر کرد، ایران

تاریخ دریافت: 96/02/27 تاریخ پذیرش: 97/03/12

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، 100 گرم آرد سفید با نسبت های مختلفی از پودر رازیانه شامل 3، 5، 7، 10، و 15 گرم مخلوط گردید. خواص فیزیکی (حجم، حجم ویژه)، مشخصات بافتی (سختی، قابلیت جویدن، فنریت، 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 5 درصد اختلاف معنی داری دیده شد. با افزایش نسبت پودر بذر رازیانه (10 درصد) حجم (203/2 سانتی متر مکعب) و حجم ویژه (1/6 سانتی متر مکعب بر گرم) کاهش و میزان نیروی لازم برای نفوذ در نمونه ها افزایش (585/2) و بافت سفت تر و متراکم تر شد. مقایسه خواص آنتی اکسیدانی نشان داد که با افزایش نسبت پودر دانه رازیانه (15 درصد) خواص آنتی اکسیدانی (27/6) و میزان فنول (160/89) تیمارها افزایش یافت. با توجه به نتایج به دست آمده مخلوط 5 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: 34/1 و مخلوط 5 درصد پودر رازیانه: 106/3)، آنتی اکسیدان ها (آرد خاص: 8/96 و مخلوط 5 درصد پودر رازیانه: 14/17) و محتوای فنول (آرد خالص: 75/7 و مخلوط 5 درصد پودر رازیانه: 111/8) را داراست.

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

1-مقدمه

نان غذای اصلی مردم ایران و تأمین کننده بخش اعظم کالری و پروتئین دریافتی است (2). 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 (13 و 25). 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 (12 و 25). دانه رازیانه یک منبع غنی از مس، آهن، کلسیم، پتاسیم، منگنز، سلنیوم، روی و منیزیم است. همچنین دانه رازیانه منبع بسیاری از ویتامین‌ها، تیامین¹، پیریدوکسین²، ریوفلاوین³، نیاسین⁴، آنتول⁵، کامفن⁶ و لیمونن⁷ می‌باشد. ضد نفخ، خلط آور، کاهش‌دهنده دل درد، آرامش بخش، افزایش دهنده شیر مادر و دارای اثرات ضد میکروبی می‌باشد (1). 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 (20)، بهبود فرم و شکل و پوکی نان گندم ترکیب شده با آرد چاودار (2)؛ کاهش بیات شدن نان تهیه شده در اثر ترکیب با آرد حاوی مالت (8)؛ افزایش حجم مخصوص و

نرم‌تر شدن پوسته نان تهیه شده با حریره برنج (31)؛ افزایش بیاتی نان‌های حاصل از افزودن جو بدون پوشینه و پوشینه دار به آرد گندم (3، 20)؛ کاهش حجم نان و افزایش سختی آن در ترکیب با آرد سورگوم پوست کنده (10)، کاهش حجم و حجم ویژه نان در اثر ترکیب با تفاله ذرت (25)؛ افزایش پروتئین، خاکستر و فیبر نان‌های تولیدی در ترکیب با کلاله ذرت (27)؛ افزایش پروتئین، چربی، خاکستر، فیبر و رطوبت نان و کاهش انرژی و کربوهیدرات نان تولیدی با آرد گندم و سویا (16، 20)، کاهش اسید فیتیک و آهن باند شده توسط اسید فیتیک در اثر اختلاط آرد جو بدون پوشینه با آرد گندم در پخت نان بربری (5)، افزایش خواص رئولوژیکی خمیر و پارامترهای حسی و کیفی نان در اثر اضافه نمودن جوانه هسته خرما و باقیمانده هسته خرما (7) 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 اولیفر⁸ (26)؛ افزایش خاکستر و فیبر خام و کاهش چربی و پروتئین نان در ترکیب با آرد کدو (24)؛ 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 (15) و اسانس زیره به آرد گندم (4)؛ افزایش رطوبت، کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی (محتوای فنول کل، قدرت آنتی‌اکسیدانی فریک) نان تهیه شده از گندم با نسبت‌های مختلف پودر دانه رازیانه (12 و 25) 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 300 گرم از نان حاصل، 40 درصد سلنیوم و 70-75 درصد

¹-Thiamine²-Pyridoxine³-Riboflavin⁴-Niasin⁵-Anethole⁶-Camphen⁷-Limonen⁸- Moringa oleifera

2-2- تهیه پودر دانه رازیانه

برای تهیه آرد از دانه رازیانه، دانه ها به مدت یک ساعت در دمای 40 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 150 میکرومتر باشد (12).

2-3- تهیه نان

برای تهیه نان، 2 کیلوگرم آرد ستاره 18 درصد برای هر یک از تیمارها استفاده شد. برای تیمار 3 درصد 60 گرم آرد رازیانه، برای تیمار 5 درصد 100 گرم آرد رازیانه، برای تیمار 7 درصد 140 گرم آرد رازیانه، برای تیمار 10 درصد 200 گرم آرد رازیانه و برای نمونه 15 درصد 300 گرم آرد رازیانه با آرد گندم مخلوط شدند. سپس 25 گرم نمک، 40 گرم خمیر مایه و 15 گرم بهبوددهنده، اضافه شد و در دستگاه تولید خمیر به آرامی با 1500 سی سی آب شرب، ورز داده شد تا خمیر آماده گردید. مدت زمان انجام عملیات تولید خمیر حدود 8 دقیقه طول کشید. خمیرهای تولیدی با درصدهای مختلف جهت چانه گیری به مدت 25 تا 30 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 بخار دهی بر روی سینی های مخصوص قرار گرفتند. در این بین خمیر تهیه شده با نسبت 15 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 25 تا 30 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 55 تا 60 دقیقه را طی نمودند. خمیر رول شده در حدود 40 دقیقه در گرم خانه قرار

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 40 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 68 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 (28). 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.

2-مواد و روش ها

2-1- مواد

آرد مورد استفاده، آرد 18 درصد ستاره تولیدی شرکت گل آرد مبارکه اصفهان، نمک تولیدی در شرکت سپید دانه، خمیرمایه خشک و فوری برکت و بهبود دهنده اماج کرج استفاده گردید. بذر گیاه دارویی رازیانه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد.

نگهداشت صفر و تست یک مرحله‌ای بود. جهت برآورد استحکام، پروپ استوانه‌ای با قطر 40 میلی‌متر و با سرعت فشرده سازی 20 میلی‌متر بر ثانیه، فشرده سازی تا 50 درصد ضخامت صورت گرفت.

2-4-3- 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 (2009) اندازه‌گیری شد (32).

2-5- برآورد خصوصیات آنتی‌اکسیدانی

تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی تیمارهای مختلف بر اساس دو روش اندازه‌گیری مقدار فنول کل و ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش آهن صورت گرفت (18 و 32).

2-6- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آنالیزهای آماری توسط نرم افزار SAS version 9.1 و آزمون پارامتری ANOVA و آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس¹⁰ انجام شد. مقایسات میانگین‌ها بر اساس حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد برآورد گردید.

3- نتایج و بحث

3-1- خصوصیات فیزیکی نان

بر اساس نتایج به دست آمده بین تیمارها از نظر وزن، حجم، حجم ویژه نان، مقدار نیرو (تست نفوذ) در سطح 1 درصد اختلاف معنی‌داری دیده شد (جدول 1). وزن نمونه‌ها با افزایش درصد پودر بذر رازیانه افزایش، در حالی که حجم و حجم ویژه آن‌ها کاهش یافت. نمونه شاهد دارای کمترین وزن (51/4±102/4 گرم)، بیشترین حجم (4/308±5) سانتی‌متر مکعب) و بیشترین حجم ویژه (4/01±0/3) بود و پس از آن تیمار 3 درصد رازیانه دارای بیشترین مقادیر بود.

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 20 دقیقه در داخل فر با دمای 170 تا 180 درجه سانتیگراد قرار داده شدند. نمونه 15 درصد به دلیل عدم افزایش حجم، مجدداً به مدت 10 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.

2-4- ارزیابی بافت نان

تست‌های انجام شده بر روی بافت نان‌های تولیدی شامل تست‌های TPA¹، نفوذ² و تست رنگ بودند.

2-4-1- تست TPA

این آزمایش به وسیله دستگاه تکسچر آنالیز ساخت شرکت برکفیلد³ مدل CT3 در آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه آزاد شهرکرد انجام شد. در تست TPA، نوع پراب TA3/1000، عمق نفوذ پراب 20 میلی‌متر، سرعت حرکت پراب 0/5 میلی‌متر بر ثانیه و زمان نگهداشت صفر و تست دوم مرحله‌ای بود. مشخصاتی بافتی نان شامل سختی⁴ که در هر مرحله دوبار محاسبه گردید، فنریت⁵، چسبندگی⁶، قابلیت جویدن⁷، صمغیت⁸ و انعطاف پذیری⁹ با استفاده از آنالیز (TPA) بررسی شد (10).

2-4-2- تست نفوذ

عمق پراب 20 میلی‌متر و سرعت حرکت پراب 5 میلی‌متر بر ثانیه، نوع پراب TA44 با قطر 4 میلی‌متر و زمان

¹ - Texcher Porofil Analysis

² - Punch

³ - Brookfield

⁴ - Hardness

⁵ - Springiness

⁶ - Cohesiveness

⁷ - Chewiness

⁸ - Gumminess

⁹ - Resilience

سختی در مرحله اول، بین نمونه شاهد و 3 درصد اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی این دو با سایر نمونه ها اختلاف معنی داری داشتند. در آزمایش انجام شده نمونه 10 درصد نیاز به بیشترین نیرو (1147/67±11/1) و نمونه شاهد نیاز به حداقل نیروی لازم (797/50±13/94) نسبت به سایر تیمارها داشت. نتایج به دست آمده در سختی 2، نیز، نتایج و آنالیز حاصل از مرحله اول را تأیید می نماید.

کمترین میزان نیروی لازم برای نفوذ در نمونه شاهد (259/6) دیده شد که با نمونه 3 درصد دارای اختلاف معنی دار نبود و بیشترین نیروی لازم را نمونه 10 درصد (585/2) به خود اختصاص داد (جدول 2). 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 1- 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 1)	تست نفوذ (سختی 2)
تیمار	4	341/65**	5295/65**	1/009**	76413/67**	90098/4**	18171/3**
تکرار	2	18/032	64/09	0/01**	1268/72	216/15	406/5
خطا	8	4/64	38/68	0/0001	877	417/2	1150/1
ضریب تغییرات		1/91	2/32	2/39	5/5	2/2	5/5

ns. * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

جدول 2- 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 (سانتی متر مکعب بر گرم)	مقدار نیرو (گرم)	تست نفوذ (سختی 1)	تست نفوذ (سختی 2)
0	d1/51±102/4	a1/4±308/5	a0/4±3/01	d259/6±21	d797/50±13/94	c15/47 ± 733/67
3	d1/53± 100/8	b2/76±295/4	b0/02±2/7	d269/5 ± 19	d12/62 ± 823/67	c23/73 ± 772/8
5	c1/60±110/63	c1/7±281/1	c0/04±2/54	c315 ± 4/58	c 11/68 ± 938/33	c818/33 ±26/85
7	b2/14±119/26	d7/6±250/17	d0/4±2/10	b401/6 ± 8/41	b5/93 ± 1116/33	b5/93 ± 1036/33
10	a0/71±127/14	e2±203/21	e0/01±1/60	a585/2±34/2	a11/1 ± 1147/67	a11/06 ± 1327/6

در هر ستون میانگین هایی که با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح 5 درصد اختلاف معنی داری ندارند.

10 درصد اختلاف معنی داری داشتند. در آنالیز آماری انجام شده مقدار صمغیت در تیمار 10 درصد بیشترین (449/6± 6/8) و در تیمار شاهد کمترین (889/6±22/6) بود. به عبارت دیگر در تیمار 10 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 تدریج، با افزایش درصد رازیانه میزان صمغیت، نیز افزایش یافت (جدول 4). البته در این تست، نمونه 3 درصد با نمونه

در بررسی فاکتور سختی، نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود دارد (جدول 3). بیشترین مقدار این صفت در تیمار شاهد (0/59 ± 0/03) و کمترین آن (0/01 ± 0/45) در تیمار 10 درصد مشاهده شد. فاکتور دیگری که در تست TPA بررسی شد، فنریت بود. مشخص شد که نمونه 10 درصد دارای کمترین میزان فنریت (12/35 ± 0/21) است. بین نمونه شاهد با نمونه 3 و 5 درصد اختلاف معناداری از نظر آماری وجود نداشت. اما این تیمارها، با نمونه های 7 و

سختی 1 در روز دوم نشان داد که همانند روز اول نمونه ده درصد دارای بالاترین مقدار ($1629 \pm 11/39$) نسبت به سایر نمونه‌ها بود و با سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری 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 2 نیز همین روند را داشت و در نمونه 10 درصد بالاترین ($1362 \pm 9/08$) و در شاهد کمترین مقدار ($760/67 \pm 11/48$) را نشان داد (جدول 3 و 4).

شاهد، اختلاف معنی‌داری نداشت ولی با سایر نمونه‌ها، اختلاف معنی‌داری داشت. صفت قابلیت جویدن نیز دارای اختلاف معنی‌داری بین تیمارها بود. براساس نتایج بدست آمده نمونه 10 درصد بیشترین میزان ($126/26 \pm 6/03$) را به خود اختصاص داد و با همه نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد. بین نمونه شاهد و 3 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی این دو تیمار با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری از نظر آماری داشتند (جدول 3 و 4). مقایسه میانگین

جدول 3- تجزیه واریانس میانگین مربعات آزمون TPA روز اول و دوم

منبع تغییرات	درجه آزادی	روز اول				روز دوم	
		چسبندگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی 1	سختی 2
تیمار	4	**0/01	**8 /10	**89070/25	**2264/3	**307985/18	**17645/23
تکرار	2	0/001	0/05	446/54	46/215	2148/86	2526/91
خطا	8	0/001	0/14	97/394	18/48	383/78	7628/64
ضریب تغییرات		5/87	2/50	3/14	4/96	1/8	2/3

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

جدول 4- مقایسات میانگین نتایج آزمون TPA روز اول و دوم

تیمارها	چسبندگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن	روز دوم	
					سختی 1	سختی 2
0	a0/03 ± 0/59	a0/1 ± 16/21	d6/8 ± 449/6	d3/25 ± 59/02	e11/48 ± 760/67	
3	a0/01 ± 0/55	a0/04 ± 16/18	d7/7 ± 459/7	d3/15 ± 65/42	d26/48 ± 836/17	
5	b0/01 ± 0/49	a0/27 ± 15/91	c8/1 ± 625/3	c1/31 ± 81/23	c10/51 ± 898/00	
7	c0/01 ± 0/46	b0/27 ± 14/63	b5/6 ± 688/3	b0/83 ± 101/03	b100/1 ± 1100/3	
10	c0/01 ± 0/45	c0/21 ± 12/35	a22/6 ± 889/6	a6/03 ± 126/26	a9/08 ± 1362	

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

نمونه‌های شاهد و 3 درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما بین سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری 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 7 درصد، بیشترین میزان صمغیت را داشت ($671/73 \pm 5/7$) که با نمونه 10 درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود. فاکتور قابلیت جویدن در روز دوم نسبت به روز

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 3 درصد اختلاف معنی‌داری 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 10 درصد حداقل میزان ($11/79 \pm 0/11$) مشاهده شد. بین میزان فنریت

اول افزایش داشت. در این روز، نمونه شاهد دارای کمترین میزان نیرو ($64/47 \pm 1/22$) جهت جویده شدن بود و با نمونه 3 درصد اختلاف معنی داری نداشت. بیشترین میزان این فاکتور ($126/45 \pm 5/32$) در نمونه 10 درصد دیده شد (جداول 5 و 6). در روز سوم، سختی تیمارها تا حدودی 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 آن ها نیز کاهش یافت. سختی مرحله دوم ($682/83 \pm 45/9$) نیز در نمونه شاهد از همه کمتر بود ولی با تیمار 3 درصد اختلاف معنی داری نداشت. نمونه 10 درصد بیشترین سختی را نشان داد ($1370 \pm 26/49$) و با تمامی تیمارها اختلاف معنی داری داشت. (جداول 5 و 6).

جدول 5- تجزیه واریانس میانگین مربعات آزمون TPA روز دوم و سوم

منبع تغییرات	درجه آزادی	روز دوم				روز سوم	
		چسبندگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی 1	سختی 2
تیمار	4	**0/01	ns161273	**29964/72	**1755/8	*537017/80	**224177/72
تکرار	2	0/001	160416/97	117/28	31/15	66221/33	13456/31
خطا	8	0/0001	160392/47	342/37	59/47	90076/66	1239/02
ضریب تغییرات		5/25	23/89	3/21	8/77	3/54	11/4

ns. * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

جدول 6- مقایسات میانگین نتایج تست TPA روز دوم و سوم

تیمارها	روز دوم						روز سوم
	چسبندگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی 1	سختی 2	
0	0/56 ± 0/01 a	16/10 ± 0/41	445/33 ± 6/45	64/47 ± 1/2 d	829/10 ± 34/6e	682/8 ± 45/9	
3	0/53 ± 0/02 a	15/81 ± 0/29	465/3 ± 2/9 d	66/47 ± 1/57 d	841/33 ± 13/01	725/5 ± 20/03	
5	0/45 ± 0/01 b	15/03 ± 0/31	648/9 ± 12/5	84/19 ± 1/28 c	999/5 ± 374/52	921/8 ± 120/8	
7	0/46 ± 0/02 c	14/03 ± 0/21	671/73 ± 5/7	92/64 ± 7/79 b	1547/33 ± 17/16	870/ ± 56/93 c	
10	0/41 ± 0/01 d	11/79 ± 0/11	619/33 ± 6 c	126/45 ± 5/32	1664/33 ± 24/16	1370 ± 26/49	

- در هر ستون میانگین هایی که با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح 5 درصد اختلاف معنی داری ندارند.

روزهای اول و دوم کاهش یافت. نمونه شاهد دارای بیشترین میزان فنریت ($15/39 \pm 0/47$) بود و با تمامی تیمارها اختلاف معنی داری داشت و به تدریج با افزایش درصد پودر رازیانه از میزان فنریت کاسته شد، بطوری که نمونه 10 درصد دارای حداقل میزان ($10/70 \pm 0/14$) بود. فاکتور صمغیت، در روز سوم در تمامی تیمارها نسبت به روز اول و دوم افزایش یافت و بیشترین میزان ($791 \pm 12/25$) در نمونه 10 درصد مشاهده

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 ($0/52 \pm 0/01$) بود. تیمارهای 3 و 5 درصد باهم اختلاف معنی داری نداشتند. کمترین میزان سختی ($0/28 \pm 0/01$) در تیمار 10 درصد مشاهده شد که با نمونه 7 درصد اختلاف معنی داری داشت. در روز سوم، فاکتور فنریت در تمامی تیمارها نسبت به

گردید که با تمام تیمارها اختلاف معنی داری داشت. نمونه 5 و 7 درصد با هم اختلاف معنی داری نداشتند. کمترین مقدار صمغیت $(498/33 \pm 25/24)$ در نمونه 3 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 کمترین میزان $(63/66 \pm 0/57)$ را دارا بود و با تمام تیمارها اختلاف معنی داری داشت. در روز آخر آزمایش، فاکتورهای سختی 1 و سختی 2 نسبت به سه روز گذشته، روند افزایشی داشت و بافت نمونه‌ها در این روز سفت تر و غیر قابل انعطاف تر در مقایسه با روزهای قبل بود. بیشترین مقدار سختی $(2281/67 \pm 81/5)$ در نمونه 10 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 7 و 8).

جدول 7- تجزیه واریانس میانگین مربعات آزمون TPA روز سوم و چهارم

منبع تغییرات	درجه آزادی	روز سوم				روز چهارم	
		چسبندگی	فتریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی 1	سختی 2
تیمار	4	**0/026	**9/08	**81419/79	**411/981	**853022/93	**476210/06
تکرار	2	0/001	0/41	5101/88	0/05	10650/46	4866/21
خطا	8	0/0001	0/24	1526/45	7/77	6592/88	8545/59
ضریب تغییرات		8/70	3/87	6/35	3/48	5/5	7/6

ns. * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

جدول 8- مقایسات میانگین نتایج آزمون TPA روز سوم و چهارم

تیمارها	روز سوم						روز چهارم
	چسبندگی	فتریت	صمغیت	قابلیت جویدن	سختی 1	سختی 2	
0	0/52 ± 0/01 a	15/39 ± 0/47 a	498/33 ± 25/24 c	63/66 ± 0/57 d	981 ± 4/45 e	831/3 ± 12/1 d	
3	0/42 ± 0/03 b	12/88 ± 0/36 b	490/63 ± 53/33 c	71/61 ± 1/45 c	1059 ± 32 d	1014/3 ± 24/1 c	
5	0/38 ± 0/01 b	12/59 ± 0/28 c	692/27 ± 6/97 b	84/97 ± 1/51 b	1244/3 ± 59/5 c	1041/3 ± 45/5 c	
7	0/33 ± 0/01 d	11/78 ± 0/13 d	702/53 ± 8/07 b	88/44 ± 2/28 ab	1626/7 ± 34/8 b	1356/7 ± 35/3 b	
10	0/28 ± 0/01 e	10/70 ± 0/14 e	791 ± 12/25 a	90/78 ± 0/69 a	2281/6 ± 81/5 a	1834 ± 94/90 a	

- در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح 5 درصد اختلاف معنی داری ندارند.

درصد دارای حداقل فتریت $(10/16 \pm 0/036)$ و با سایر نمونه‌ها اختلاف معنی داری داشت و نمونه شاهد دارای بیشترین فتریت بود $(14/11 \pm 0/06)$. نمونه‌های 3 و 5 درصد باهم اختلاف معنی داری نداشتند (جداول 9 و 10). 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 7 درصد دارای حداقل سختی $(0/31 \pm 0/01)$ بود و با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشت. بین تیمارهای 3 و 5 درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشد. فاکتور فتریت نسبت به سه روز قبل روند کاهشی داشت و در روز چهارم فتریت تمامی تیمارها در مقایسه با روزهای قبل کمتر شد. نمونه 10

گذشته افزایش یافت، به طوری که در تیمارهای 7 و 10- درصد بیشترین میزان (107/35±5/23) را داشتند و این دو با هم اختلاف معنی داری نداشتند. نمونه شاهد دارای حداقل خاصیت جویدنی (65/17±0/53) بود و با نمونه 3 درصد، اختلاف معنی داری نداشت (جداول 9 و 10).

جدول 9- تجزیه واریانس میانگین مربعات آزمون TPA روز چهارم

منبع تغییرات	درجه آزادی	چسبندگی	فتریت	صمغیت	قابلیت جویدن
تیمار	4	0/012**	1/92**	36481/37**	13242/23**
تکرار	2	0/001	0/06	7180/82	37/16
خطا	8	0/001	0/11	1552/84	32/34
ضریب تغییرات		3/511	2/68	5/58	6/84

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

جدول 10- مقایسات میانگین نتایج آزمون TPA روز چهارم

تیمارها	چسبندگی	فتریت	صمغیت	قابلیت جویدن
0	a0/01 ± 0/48	a0/06 ± 14/11	b11/36 ± 623/17	c3/1 ± 65/17
3	b0/01 ± 0/36	b0/06 ± 12/14	b12 ± 647/60	c1/16 ± 66
5	b0/01 ± 0/38	b0/23 ± 12/44	b52/91 ± 606	b1/46 ± 72/74
7	c0/01 ± 0/31	c0/42 ± 11/36	a33/42 ± 830	a4/95 ± 104/47
10	b0/01 ± 0/36	d0/36 ± 10/16	a20/13 ± 820	a5/23 ± 107/35

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح 5 درصد اختلاف معنی داری ندارند.

رازیانه میزان نیروی لازم برای نفوذ در نمونه‌ها نیز افزایش یافت و بافت سفت‌تر و متراکم‌تر شده و انعطاف پذیری پوسته کاهش می‌یابد. هر چه به خمیر نان، درصد پودر رازیانه بیشتری افزوده شود، بافت نامناسب‌تر و تخلخل پذیری کم‌تر خواهد شد (6). براساس نتایج به دست آمده از تست TPA، مشخص گردید که افزودن پودر دانه رازیانه به میزان 3 درصد تغییر معنی داری در بافت و سختی آن ایجاد نمی‌کند. از این لحاظ کمترین میزان سختی در مرحله اول، مربوط به شاهد و نمونه 3 درصد بود که نشان‌دهنده بافت بسیار مناسب و حالت تخلخل و ارتجاعی خوب نمونه است. نمونه 10 درصد به علت بافت نامناسب و تراکم بالای بافتی دارای سختی بیشتری در تمام روزها بود. بنابراین به نظر می‌رسد که با افزایش درصد پودر رازیانه میزان سختی رو به افزایش می‌گذارد که با نتایج عبدالغفور و همکاران

بر اساس نتایج به دست آمده بین حجم نمونه‌ها 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 1). با افزایش درصد رازیانه، فیبر موجود در پودر دانه موجب جذب آب در خمیر و حفظ آب در فرآیند تهیه خمیر می‌شود، بنابراین موجب افزایش جرم نان و کاهش حجم و حجم ویژه آن می‌گردد (12). در واقع اختلال در شبکه گلوتن به دلیل جایگزینی آرد گندم با ترکیبات دیگر و واکنش بین گلوتن و فیبر اتفاق می‌افتد که در اثر این پدیده، کاهش ظرفیت نگهداری دی‌اکسیدکربن خمیر روی داده و حجم نان کاهش می‌یابد (14). همچنین علت اصلی کاهش حجم نان، می‌تواند بدلیل رقیق شدن مقدار گلوتن و واکنش بین اجزای فیبر، آب و گلوتن باشد (28). 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 10 درصد دارای حداقل کیفیت در تمام روزهای مورد آزمایش بود. نتایج بدست آمده مؤید نتایج یزدان‌پناه و همکاران (1392)، عبدالغفور و همکاران (2011)، کولار و همکاران (2009)، داس و همکاران (2013)، پنگ و همکاران (2010) و سلیم و محمد (2014) می‌باشد (9، 10، 11، 22، 25). چنانچه افزودن آرد میوه بلوط (9)، آرد سورگوم (10)، فیبر کاکائو (11)، پودر رازیانه (12 و 25) و عصاره هسته انگور (22) 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 (2014) و داس و همکاران (2013) 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 (12 و 25). نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که افزودن بیش از 5 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. بطوری که قابلیت جویده شدن تیمار 10 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 (21 و 23). نتایج تحقیق حاضر در انطباق با گزارشات داس و

(2011) و سیدیک و همکاران (2009) مطابقت دارد (10) و (27). 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 5 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 5 درصد، فاکتورها روبه بهبود بوده ولی با افزایش بیش از 5 درصد، کیفیت روبه کاهش بود (10 و 27). 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 5 درصد اختلاف معنی‌داری از لحاظ فنریت در بافت ایجاد نکرد که نشان دهنده تخلخل مناسب بافت نمونه‌های صفر (آرد گندم خالص)، 3 و 5 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 10 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 (29 و 31). نتایج تحقیق حاضر در انطباق با نتایج داس و همکاران (2013) و سلیم و محمد (2014) می‌باشد (12 و 25). صمغیت نشان دهنده حال چسبناکی ماده غذایی می‌باشد که بیشتر برای مواد غذایی نیمه جامد کاربرد دارد و براساس 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 (2012) نشان داده است که اضافه کردن میزان 15 و 20 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 (15). لذا می توان گفت که رازیانه منبع غنی از عناصر معدنی مورد نیاز بدن انسان نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منگنز، آهن، مس، روی و منیزیم می باشد و با غنی سازی آرد گندم با رازیانه کمک شایانی در تأمین عناصر ضروری مصرف کنندگان می نماید (12، 25، 30).

3-3- فنول و ترکیبات آنتی اکسیدانی نان

آنتی اکسیدان ها از جمله موادی هستند که می توان با افزودن به مواد غذایی از تغییرات کمی و کیفی محصول محافظت نمود. از جمله اکسیدان های طبیعی، ویتامین E و ویتامین C و بتاکارتن هستند. وجود آنتی اکسیدان ها در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری مواد غذایی بسیار حائز اهمیت است. آنتی اکسیدان ها از تغییرات مضر مواد غذایی که به وسیله اکسیژن بوجود می آیند، جلوگیری می نمایند و بدن را در برابر رادیکال های آزاد محافظت می نماید. مطالعات نشان داده اند که رادیکال های آزاد با ایجاد صدمه سلولی می توانند در ایجاد و پیشرفت بیماری های مختلف از جمله بیماری های قلبی عروقی و انواع سرطان مؤثر باشند. جلوگیری از فعالیت اکسیدانی ترکیبات غذایی مختلف و کاربرد آنتی اکسیدان ها، منجر به تقویت سیستم ایمنی شده که در برابر ابتلا به عفونت های تنفسی، بدن را محافظت می نماید (18، 28، 32). افزایش پایداری خمیر را می توان به وجود ترکیبات فنولی با خاصیت آنتی اکسیدانی در ترکیبات پودر رازیانه نسبت داد که موجب فشردگی و پایداری تر شدن خمیر می گردند (12، 25). مقایسه میانگین غلظت ترکیبات فنولی کل (جدول 12) در رازیانه، آرد و نسبت های مختلف مخلوط رازیانه و آرد مشخص کرد که اختلاف معنی داری از نظر غلظت فنول بین تیمارهای مورد آزمایش وجود دارد. به طوری که تیمار رازیانه خالص (شاهد) دارای بیشترین غلظت فنول (271/89±2/70) و نمونه شاهد دارای کمترین میزان

همکاران (2013) و سلیم و محمد (2014) می باشد (12) و (25). نتایج بررسی رطوبت در طی پنج روز متوالی مشخص کرد در روز اول نمونه 5 درصد دارای بیشترین میزان رطوبت نسبت به سایر تیمارها بود که با تیمارهای 7 و 10 درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی داری داشت ولی با نمونه شاهد و 3 درصد اختلاف معنی داری نداشت. همین روند از روز دوم تا چهارم نیز به همین صورت ادامه پیدا کرد. بیشترین میزان افت رطوبت در نمونه 10 درصد و کمترین آن در نمونه های 5 و 3 درصد مشاهده شد. به طور کلی هرچه درصد پودر رازیانه بیشتر شد، میزان افت رطوبت افزایش یافت و با کاهش میزان رطوبت، کیفیت بافت نان های تولیدی نیز کاهش یافت. دلیل این امر را می توان به افزایش مقادیر پروتئین و محتوای لایسین در بافت نان نسبت داد که در اثر آن جذب رطوبت در بافت نان افزایش می یابد (12). در این آزمایش مشخص شد که در روز اول بجز نمونه 10 درصد، بقیه نمونه ها تقریباً در همین محدوده قرار گرفتند و با افزایش ماندگاری، محتوای رطوبتی نان ها به تدریج کاهش یافت و از روز دوم به بعد میزان رطوبت تمام تیمارها بجز تیمار 5 درصد به زیر 35 درصد رسید. تنها در تیمار 5 درصد میزان رطوبت نان ها در مدت پنج روز در محدوده 35 تا 40 درصد باقی یافت که با توجه به آن که معمولاً رطوبت مطلوب و قابل قبول نان در محدوده 35 تا 40 درصد است (17)، این تیمار قابل توصیه در اختلاط با خمیر نان است.

3-2- میزان مواد معدنی موجود در نان

نتایج بررسی میزان عناصر موجود در نمونه های مختلف در (جدول 11) نشان داده شده است. عناصر اندازه گیری 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 12). اگرچه در خصوص مقایسه مقدار عناصر معدنی در ترکیب های مختلف پودر دانه رازیانه و آرد گندم تا کنون مطالعه ای

یافت (جدول 12). اگرچه تیمارهای 3 درصد و 5 درصد اختلاف معنی داری با شاهد نشان ندادند، اما میانگین غلظت ترکیبات فنولی کل آن‌ها از شاهد بیشتر بود. طبق نتایج داس و همکاران (2013) غلظت ترکیبات فنولی کل و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با افزایش درصد پودر دانه رازیانه تا 7 درصد به طور معنی‌داری افزایش یافت اما از 7 درصد تا 15 درصد این مقدار با شیب ملایمتری افزوده شد و بین تیمارهای 7، 10 و 15 درصد پودر دانه رازیانه اختلاف معنی‌داری را مشاهده نکردند (12). در تحقیق حاضر نیز بین تیمارهای 7 و 10 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما بین این دو و تیمار 15 درصد اختلاف معنی‌دار دیده شد. نتایج نشان داد که نمونه‌های نان با نسبت‌های 3 و 5 درصد پودر دانه رازیانه، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی مطلوب و قابل قبولی بوده و افزودن حتی 3 درصد پودر دانه رازیانه می‌تواند خواص آنتی‌اکسیدانی آرد گندم (مانند محتوای فنول‌ها) را به طور معنی‌داری افزایش دهد که منجر به خنثی‌سازی بسیاری از رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود (18 و 28). از آنجایی که بین تیمار 3 درصد و 5 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، لذا افزودن هر یک از تیمارهای فوق به آرد گندم برای افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توصیه است (12 و 25).

بود. به تدریج با افزایش درصد رازیانه، مقدار فنول در تیمارها افزایش یافت و تیمار 15 درصد رازیانه دارای بیشترین مقدار فنول نسبت به تیمارهای 3 تا 10 درصد بود. بین نمونه شاهد، 3 درصد و 5 درصد اختلاف معنی داری وجود نداشت، ولی این سه نمونه با نمونه 7 درصد اختلاف معنی داری داشتند. ارزیابی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول 11). بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی ($44/073 \pm 11/67$) 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 15 درصد ($27/60 \pm 0/7$) بود. تیمارهای 3 و 5 درصد نیز از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با آرد خالص داشتند اما بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین غلظت ترکیبات فنولی کل، اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت فنول بین تیمارهای مورد آزمایش نشان داد، به طوری که با افزایش درصد رازیانه، مقدار فنول در تیمارها نیز به تدریج افزایش

جدول 11- تجزیه واریانس میانگین مربعات میزان عناصر معدنی موجود در تیمارهای مختلف

منبع تغییرات	درج	روی	منگنز	مس	آهن	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	غلظت فنول	آنتی‌اکسیدانی
تیمار	6	17/21**	1824/16**	629/51**	510952/77**	0/03**	0/29**	2/91**	0/03**	0/06**	1453/13**	428/37**
تکرار	2	3/083	0/49	8/04	1/46	0/001	0/002	0/001	0/002	0/001	52/111	85/2
خطا	12	1/98	1	1/45	4/71	0/001	0/001	0/001	0/001	0/001	92/6	97/1
ضریب تغییرات		1/1	0/85	2/58	0/61	0/76	2/73	1/4	0/26	0/48	5/5	5/88

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

جدول 12- مقایسات میانگین میزان عناصر معدنی موجود (بر حسب میلی گرم در کیلوگرم) در تیمارهای مختلف

تیمارها	روی	منگنز	مس	آهن	منیزیم	کلسیم
رازیانه خالص	132/01 ± 1/52 ^a	172/55 ± 1/44 ^a	77/39 ± 1/44 ^a	327/7 ± 1/47 ^a	0/41 ± 0/01 ^a	0/88 ± 0/01 ^a
آرد خالص	123/83 ± 0/92 ^c	34/106 ± 0/14 ^d	34/94 ± 0/97 ^f	160/27 ± 1/18 ^g	0/10 ± 0/01 ^d	0/03 ± 0/01 ^d
3 درصد	127/39 ± 0/87 ^b	106/34 ± 0/05 ^c	37/61 ± 0/87 ^e	163/55 ± 0/29 ^f	0/11 ± 0/01 ^d	0/04 ± 0/01 ^d
5 درصد	127/44 ± 0/29 ^b	106/31 ± 0/14 ^c	38/55 ± 0/29 ^e	181/76 ± 1/17 ^e	0/13 ± 0/01 ^{cd}	0/05 ± 0/01 ^{dc}
7 درصد	127/44 ± 0/86 ^b	106/84 ± 0/08 ^c	42/23 ± 0/39 ^d	218/39 ± 1/44 ^d	0/14 ± 0/01 ^c	0/05 ± 0/01 ^{dc}
10 درصد	128/33 ± 0/33 ^b	108/65 ± 0/14 ^b	45/33 ± 0/88 ^c	224/61 ± 1/44 ^c	0/14 ± 0/01 ^c	0/07 ± 0/01 ^c
15 درصد	128/39 ± 0/03 ^b	109/77 ± 0/91 ^b	49/59 ± 0/88 ^b	247/33 ± 0/88 ^b	0/2 ± 0/01 ^b	0/10 ± 0/01 ^b

ادامه جدول 12- مقایسات میانگین میزان عناصر معدنی موجود در تیمارهای مختلف، غلظت فنول و خواص آنتی اکسیدانی (بر حسب میلی گرم در کیلوگرم).

تیمارها	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	غلظت فنول	خواص آنتی اکسیدانی
رازیانه	3/36 ± 0/01 ^a	0/574 ± 0/01 ^a	2/61 ± 0/01 ^a	271/89 ± 2/70 ^a	44/07 ± 1/67 ^a
آرد	0/57 ± 0/01 ^c	0/272 ± 0/01 ^d	2/48 ± 0/01 ^c	75/78 ± 3/58 ^f	8/96 ± 0/47 ^f
3%	0/65 ± 0/01 ^c	0/283 ± 0/01 ^d	2/53 ± 0/01 ^b	81/87 ± 2/42 ^e	11/86 ± 0/37 ^e
5%	0/73 ± 0/01 ^c	0/297 ± 0/01 ^{cc}	2/53 ± 0/01 ^b	111/82 ± 6/7 ^d	14/17 ± 0/58 ^d
7%	0/81 ± 0/01 ^c	0/315 ± 0/01 ^c	2/58 ± 0/01 ^b	113 ± 7/25 ^d	22/37 ± 0/69 ^c
10%	0/99 ± 0/01 ^c	0/320 ± 0/01 ^{bc}	2/58 ± 0/01 ^b	143/44 ± 3/38 ^c	24/03 ± 0/43 ^c
15%	1/64 ± 0/01 ^b	0/347 ± 0/01 ^b	2/59 ± 0/01 ^{ab}	160/89 ± 4/88 ^b	27/60 ± 0/7 ^b

در هر ستون میانگین هایی که با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح 5 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 (18 و 28). در مطالعات داس و همکاران (2013) و سلیم و محمد (2014) 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 (12 و 25).

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 13). از مواد معدنی که با افزایش پودر رازیانه افزایش محسوسی 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 13- همبستگی ساده پیرسون بین میزان فنول و خواص آنتی‌اکسیدانی تیمارها با غلظت عناصر معدنی

رومی	منگنز	مس	آهن	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	خواص آنتی اکسیدانی
-0/26 ^{ns}	0/94 ^{**}	0/61 ^{**}	0/61 ^{**}	0/73 ^{**}	0/83 ^{**}	0/14 ^{ns}	0/61 ^{**}	-0/12 ^{ns}	میزان فنول
-0/47 ^{ns}	0/49 [*]	0/56 [*]	0/81 ^{**}	-0/33 ^{ns}	0/12 ^{ns}	-0/16 ^{ns}	-0/48 [*]	-0/38 ^{ns}	خواص آنتی اکسیدانی

ns. * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

4- نتیجه گیری

بذر رازیانه یکی از گیاهان دارویی است که در تمام نقاط دنیا و برای مقاصد مختلفی به کار برده می‌شود. نان‌های غنی شده با پودر دانه رازیانه به نسبت 5 درصد، دارای مزایایی از قبیل خواص فیزیکی قابل قبول، محتوای رطوبتی بالا در پوسته، غنی از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و مواد معدنی ضروری بدن، دارای خواص حسی (رنگ، طعم، مزه و بو) مطلوب و قابل قبول برای مصرف‌کننده می‌باشند. 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 می‌یابد و به طبع آن حفظ نان در طول مدت امکان پذیر می‌گردد، لیکن خواص کیفی نان از جمله قابلیت جویدن و سختی افزایش می‌یابد که مطلوب مصرف‌کنندگان نیست. در بیشتر موارد مشاهده شد که اضافه نمودن 5 درصد پودر رازیانه به خمیر نان، ضمن حفظ خواص کیفی نان، منجر به افزایش در صفاتی از جمله مقادیر کل فنول و خواص آنتی‌اکسیدانی و املاح موجود در نان، گردید. بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه مقدار بهینه مورد استفاده برای غنی‌سازی آرد گندم جهت تهیه نان، 5 گرم پودر دانه رازیانه به ازای 100 گرم آرد گندم می‌باشد.

5- منابع

1. امین پور، ع. و جعفری، ر. 1378. متداول‌ترین گیاهان دارویی سنتی ایران. معاونت پژوهش معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی. 264-265.
2. پایان، ر. 1380. مقدمه‌ای به تکنولوژی فرآورده‌های غلات. مجله غلات، 5-1.

3. پورمحمدی، ک.، اعلمی، م.، شاهدی، م. و صادقی، ع. 1388. مقایسه ویژگی‌های فیزیکی‌وشیمیایی نان گندم حاوی جو بدون پوشینه با نان گندم حاوی جو پوشینه دار. نشر پژوهش‌های صنایع غذایی ایران. 171-163.
4. داروغه، ف.، برزگر، م. و سحری، م.ع. 1390. اثر آنتی‌اکسیدانی اسانس زیره سیاه در کیک. بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.
5. فهیم ادیب اصیل، الف.، عطای صالحی، الف.، شیخ الاسلامی، ز.، کریمی، م. و قیافه داودی، م. 1394. بررسی اثر اختلاط آرد جو بدون پوشینه با آرد گندم بر خصوصیات حسی و تغذیه‌ای نان بربری. مجله علمی پژوهشی علوم و فن آوری غذایی. 2(2): 1-9.
6. مجذوبی، م.، مرتضوی، ح.، اسدی، ح. و نعمت‌اللهی، ز. 1390. تأثیر و کاربرد آرد بلوط بر خصوصیات خمیر و نان حجیم. بیستین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران.
7. هجری ظریفی، س.، حداد خداپرست، م.ح.، شیخ الاسلامی، ز.، شفافی زنونزبان، م. و پورفرزاد. ا. 1392. بررسی تأثیر جوانه‌ی هسته خرما بر رئولوژی خمیر و خواص حسی نان بربری. مجله علمی پژوهشی نوآوری در علوم و فن آوری غذایی. 6 (1): 25-32.
8. یارمند، م.س. و سیدین اردبیلی، س.م. 1384. اثر گلوتن و آرد مالت جو بر روی بیاتی و کیفیت نان بربری. مجله علوم کشاورزی ایران.

- Food Sci Nut. 49(1): 1-27. 591-602
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. یزدان پناه، الف، حجت الاسلامی، م، مولوی، ه. و سجادی، ح. 1392. 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., Muguera, 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. Supplementation 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., Abdulraheem, 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*

- antioxidants: a review. *J Food Sci.* 75: 163–174.
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.
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.