نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد دوازدهم، شماره اول، ۹۹
۶۷-۸۰
http://ejfpp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejfpp.2020.15438.1502

تاثیر فیبرهای یولاف و اسفرزه بر خواص کیفی نان تست

شقایق فردی‌نیا[۱]، سارا موحد[۲]*، محمد جواد شکوری[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲]دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین – پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.
[۳]استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۰

چکیده

سابقه و هدف: نان تست به گروه نان‌های حجیم تعلق داشته و در ایران، به‌ویژه در سال‌های اخیر از پرمصرف‌ترین نان‌های حجیم محسوب می‌شود. کیفیت نان‌های حجیم به قابلیت پخت آرد مصرفی، زمان تخمیر، میزان پروتئین و نوع مواد افزودنی آن بستگی دارد. به‌علاوه، قابلیت پخت آرد، به‌طور عمده تابع ویژگی‌های آرد، نوع اقدامات صنعتی، روش تهیه و مراحل آماده سازی خمیر می‌باشد. با توجه به جایگاه نان در رژیم غذایی افراد، می‌توان با استفاده از افزودنی‌های مختلف، ارزش تغذیه‌ای این محصول را افزایش داد که ترکیبات فیبری می‌توانند از این گروه مواد باشند. گزارش‌های متعددی وجود دارد مبنی بر این که فیبر مصرفی روزانه افراد بسیار کم‌تر از مقدار توصیه شده می‌باشد که این امر باعث افزایش ابتلا به انواع بیماری‌ها نظیر چاقی و دیابت شده‌است. اما در سال‌های اخیر تلاش بر آن است که استفاده از فیبر رژیمی منابع مختلف غذایی، به‌دلیل تاثیر آن بر سلامتی افراد افزایش یابد. بنابراین در تحقیق حاضر تاثیر افزودن سطوح مختلف فیبرهای یولاف و اسفرزه به‌عنوان منابع جدید فیبرهای رژیمی، در تولید نان تست در مقایسه با نمونه شاهد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: در ابتدا آزمون‌های شیمیایی بر روی آرد گندم مورد استفاده در تولید نان تست انجام گرفت. سپس مواد اولیه تهیه خمیر مطابق تیمارهای تحقیق آماده گردیدند. تیمارهای تحقیق شامل، نان تست معمولی به‌عنوان شاهد، نان تست حاوی۰/۵درصد وزنی/وزنی از آرد فیبرهای یولاف و اسفرزه، نان تست حاوی ۱درصد وزنی/وزنی از آرد فیبرهای یولاف و اسفرزه، نان تست حاوی ۱/۵درصد وزنی/وزنی از آرد فیبرهای یولاف و اسفرزه و نان تست حاوی ۲درصد وزنی/وزنی از آرد فیبرهای یولاف و اسفرزه بودند که تحت آزمون‌های مختلفی شامل سنجش رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی، فیبر، pH، حجم سنجی، بافت سنجی(اینستران)، رنگ سنجی و ارزیابی ویژگی‌های حسی قرار گرفتند. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪= α انجام پذیرفت.

یافته‌ها: مطابق نتایج حاصل از تحقیق، با افزایش سطوح مصرف فیبرهای یولاف و اسفرزه، اکثر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی تیمارها نظیر رطوبت، خاکستر، فیبر، حجم، L^* نسبت به شاهد افزایش اما pH، پروتئین، چربی، شاخص‌های رنگ a^* و b^* ، و بیاتی تیمارها نسبت به شاهد کاهش یافتند. همچنین استفاده از فیبرهای مذکور سبب بهبود اکثر صفات حسی نظیر تخلخل، بافت، قابلیت جویدن، طعم، رنگ پوسته، رنگ مغز و عطر و بو گردید.

*مسئول مکاتبات: movahed@iauvaramin.ac.ir

نتیجه‌گیری: در مجموع تیمار حاوی ۲ درصد از فیبرهای یولاف و اسفرزه بود به‌عنوان بهترین تیمار در تحقیق حاضر معرفی گردید. طبق نتایج حاصل از تحقیق این‌گونه به نظر می‌رسد که می‌توان از فیبرهای یولاف و اسفرزه در راستای بهبود ویژگی‌های کیفی و ارگانولپتیکی نان تست استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: فیبر یولاف، فیبر اسفرزه، نان تست

مقدمه

نان‌های حجیم در مقایسه با نان‌های مسطح، ضایعات بسیار کمتری داشته و به‌دلیل کیفیت بالای پخت، تنوع گسترده محصول، ماندگاری مناسب و انجام کامل تخمیر، از جایگاه غذایی مناسب‌تری برخوردارند. فرمولاسیون نان تست شامل آرد، آب، نمک، مخمر، شکر، روغن، مواد افزودنی و برخی بهبوددهنده‌ها می‌باشد و چنانچه در تهیه این نوع نان‌ها از آرد سبوس‌دار استفاده شود، ارزش غذایی آن‌ها افزایش می‌یابد. امروزه اکثر تحقیقات در راستای استفاده از افزودنی‌های طبیعی بوده به‌گونه‌ای که بتوانند سبب افزایش خواص سلامتی بخشی مواد غذایی، بهبود کیفیت و ماندگاری محصول از طریق فرمولاسیون‌های جدید گردند. در این راستا فیبرهای رژیمی به‌عنوان یکی از افزودنی‌های طبیعی می‌توانند مفید واقع شوند(۲۲). فیبرهای رژیمی گروهی از کربوهیدرات‌ها هستند که به‌وسیله آنزیم‌های دستگاه گوارش، هضم نشده و در روده بزرگ توسط فلور میکروبی طبیعی، تحت تخمیر قرار می‌گیرند. فیبرهای مذکور به دو دسته محلول و غیر محلول تقسیم بندی می‌گردند که از انواع فیبرهای محلول می‌توان به پکتین، سلولز، لیگنین، پوست میوه‌جات، سبزیجات، بتاگلوکان و از انواع نامحلول می‌توان به سبوس و برخی‌دانه‌های غله‌ای اشاره نمود. گزارش‌های متعددی مبنی بر ناکافی بودن فیبر مصرفی روزانه افراد نسبت به مقدار توصیه شده وجود دارد که این امر باعث افزایش ابتلا به بیماری‌هایی نظیر سرطان، چاقی، دیابت، فشار خون و بیماری‌های قلبی شده‌است (۱۰).

از انواع فیبرهای خوراکی جدید می‌توان به فیبرهای یولاف و اسفرزه اشاره نمود. یولاف با نام علمی *Avena sativa* L.، دارای دو گونه‌ی مهم *Avena fatua* و *Avena Strum Koeh* بوده که از یولاف‌های زراعی و از نوع *A. fatua* می‌باشند. فیبر یولاف شامل انواع فیبرهای محلول و نامحلول است که انواع نامحلول آن تاثیر بیشتری روی حرکات روده‌ای دارد در حالی که فیبرهای محلول به حالت ژل بوده و غالبا بر شاخص گلایسیمیک تاثیرگذارند. فیبر غالب یولاف را β-گلوکان تشکیل می‌دهد. فیبر β-گلوکان نوعی فیبر رژیمی قابل استفاده در محصولات غذایی است که پلی ساکاریدی از واحدهای β-گلوکز با اتصالات (۳-۱) و (۴-۱) می‌باشد (۳). از سوی دیگر اسفرزه با نام علمی *Pysillium plantago* L. متعلق به خانواده‌ی Plantaginaceae بوده و دو گونه‌ی مهم آن *Plantago ovata Forsk* و *Plantago Psyllium* می‌باشند که به‌طور گسترده در صنایع غذایی و داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اسفرزه، نوعی پلی‌ساکارید هیدروژل است. پلیمر مذکور به راحتی در دسترس بوده و از منابع نسبتا کم هزینه قابل‌استخراج است و از واحدهای آرابینوز و گزیلوز تشکیل شده‌است. فیبر اسفرزه یا پسیلیوم پوسته‌ی تمیز و خشک شده‌ی گیاه اسفرزه بوده که طی فرآیندهای مکانیکی و حرارتی قابل استخراج است و بیشتر به‌عنوان یک فیبر کلوئیدی مطرح می‌باشد. این فیبر می‌تواند با جذب زیاد آب، در افزایش زمان ماندگاری محصولات غذایی تاثیر بسزایی داشته باشد. همچنین از دیگر نقش‌های این فیبر ایجاد قوام در محصولات

پخت از جمله نان می‌باشد (۴). کورک و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی تاثیر جایگزینی پودر فیبر یولاف (۴،۸،۱۲،۱۶و ۲۰ درصد) با اندازه‌های متفاوت (۷۵ و ۱۵۰ میکرون) بر کیفیت نان حجیم اذعان داشتند که خمیر حاوی فیبر مذکور از الاستیسیته بالاتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار است. همچنین مدول ذخیره[1] خمیر محتوی فیبر یولاف، تقریبا نزدیک به خمیر نمونه شاهد بود. قابل توجه این‌که افزودن فیبر مذکور تاثیر معنی‌داری بر رنگ نمونه‌ها نداشت. همچنین افزایش درصد فیبر منجر به افزایش سفتی نان شد(۸). مجذوبی و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی به بررسی کاربرد فیبر یولاف در محصولات نانوایی پرداختند. طبق نتایج، افزودن فیبر یولاف تا ۳۰ درصد سبب افزایش حجم محصولات نانوایی گردید(۱۰). پوپین و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر افزودن فیبراسفرزه را به عنوان جایگزین گلوتن مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، فیبر اسفرزه تاثیر مثبتی بر ویژگی‌های بافتی نان‌های فاقد گلوتن داشت(۱۸). حال با توجه به تاثیر مثبت فیبر بر خواص کیفی و تغذیه‌ای نان، در تحقیق حاضر تاثیر افزودن سطوح مختلف فیبرهای یولاف و اسفرزه به عنوان منابع جدید فیبرهای رژیمی، در تولید نان تست در مقایسه با نمونه شاهد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تهیه نمونه‌های نان تست، آرد گندم نول از شرکت ایرانی آردینه گنبد، نمک از شرکت ایرانی سپید دانه گنبد، فیبرهای اسفرزه و یولاف از شرکت هندی آرکای فود پروداکت[2]، مخمر خشک و بکینگ پودر به‌ترتیب از شرکت‌های ایرانی گل مایه و مهسا تهیه و توزین گردیدند. در ضمن تیمارهای تحقیق ۱- نان تست معمولی به عنوان شاهد(C)، ۲- نان تست حاوی۰/۵درصد وزنی/وزنی از آرد فیبرهای یولاف و اسفرزه (هریک از فیبرها ۰/۲۵ درصد وزنی/وزنی) (F1)، ۳- نان تست حاوی ۱درصد وزنی از آرد فیبرهای یولاف و اسفرزه (هریک از فیبرها ۰/۵ درصد وزنی/وزنی) (F2)، ۴- نان تست حاوی ۱/۵ درصد وزنی از آرد فیبرهای یولاف و اسفرزه (هریک از فیبرها ۰/۷۵ درصد وزنی/وزنی) (F3) و ۵- نان تست حاوی ۲ درصد وزنی از آرد فیبرهای یولاف و اسفرزه (هریک از فیبرها ۱ درصد وزنی/وزنی) (F4) در نظر گرفته شدند.

آزمون‌های شیمیایی انجام شده بر روی نمونه‌های نان تست: آزمون‌های شیمیایی انجام شده بر روی تیمارها شامل رطوبت (طبق استاندارد AACC، شماره ۱۶-۴۴)، خاکستر (طبق استاندارد AACC، شماره ۰۱-۰۸)، پروتئین (طبق استاندارد AACC، شماره ۱۲-۴۶)، فیبر (طبق استاندارد AACC، شماره ۱۰-۳۲) ، pH (طبق استاندارد ملی ایران، شماره ۳۷) و چربی (طبق استاندارد AACC، شماره ۲۵-۳۰) بودند(۱).

روش تولید نان تست: در ابتدا آزمون‌های شیمیایی بر روی آرد گندم ۷۸٪ انجام پذیرفت. سپس مواد اولیه خمیر نان تست مطابق تیمارهای تحقیق آماده گردیدند. جهت تهیه خمیر ابتدا مقداری آب ۲۰-۱۰ درجه سلسیوس و به‌دنبال آن آرد به داخل مخلوط کن(Habert / Germany) ریخته شد و سپس نمک اضافه گردید. در ادامه عمل هم زدن به‌مدت ۱۰ دقیقه انجام پذیرفت. خمیرهای تولید شده پس از استراحت اولیه در دمای ۳۵ درجه سلسیوی و به‌مدت ۱۵-۱۰ دقیقه، پهن، آن‌گاه لوله شدند. سپس خمیرهای لوله شده (وزن تقریبی ۵۵۰ گرم) در قالب مستقر گردیدند. در نهایت خمیرهای حاصل، جهت تخمیر نهایی، در اتاقک تخمیر با دمای ۳۵ درجه سلسیوس و رطوبت

1. Storage modulus
2. Arkay Food Products

نسبی ۸۰ درصد قرار داده‌شدند و آماده پخت گردیدند. درجه حرارت متوسط پخت معادل ۲۲۰ درجه سلسیوس و مدت زمان پخت معادل ۴۰-۳۵ دقیقه در نظر گرفته شد (۲). نان‌های تولیدی پس از حدود ۳۰ دقیقه خنک شدن، در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته بندی و تحت آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی قرار گرفتند.

آزمون‌های حجم سنجی و رنگ سنجی: برای اندازه‌گیری حجم نمونه‌های نان تست از روش جایگزینی حجم با دانه‌های کلزا[3] (روش هنری سایمون) مطابق با استاندارد AACC به شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد وحجم نان‌ها بر حسب cm^3 گزارش گردید. در ادامه با تقسیم حجم بر وزن نان (بر حسب گرم)، حجم مخصوص نمونه‌ها محاسبه شد(۱). از سوی دیگر آنالیز رنگ مغز و پوسته نان در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص L^* ، a^* و b^* به کمک دستگاه‌هانترلب (مدل Hunter – Lab; D25-9000 ساخت آلمان) و مطابق روش استاندارد AACC شماره ۲۲/۰۱-۱۴ انجام پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰ + (زرد خالص) متغیر می‌باشد(۱).

سنجش میزان بیاتی نان‌های تولید شده به‌روش دستگاهی: برای تعیین میزان سفتی بافت داخلی نان، از آزمون فشردگی به کمک دستگاه بافت‌سنج مدل (M350-10CT ساخت انگلستان)، استفاده شد و مطابق روش استاندارد AACC به شماره ۳۰-۷۴ عمل گردید. این آزمون در فواصل زمانی یک تا سه روز پس از پخت نان‌ها و در سه تکرار انجام پذیرفت. به‌این ترتیب که نمونه‌ها به‌طور جداگانه داخل کیسه‌های پلاستیکی در دمای محیط نگه‌داری شدند و سپس جهت ارزیابی توسط دستگاه بافت‌سنج، از قسمت مغز آن‌ها برش‌هایی در ابعاد تقریبی ۲ × ۲ سانتی‌متر جدا گردید. مقادیر نیرو (مقدار نیرویی که باید فک بالایی دستگاه به نمونه وارد کند) معادل ۴۰ درصد ضخامت نمونه‌های نان در نظر گرفته شد به گونه‌ای که نمونه‌ها را ۸ میلی‌متر فشرده نمود. هم‌چنین میزان سرعت حرکت فک بالایی، ۳۰ میلی‌متر در دقیقه تنظیم گردید. قابل توجه این که در این آزمون از پروب صفحه‌ای با ابعاد ۴۰×۴۰ میلی‌متر استفاده شد(۱).

ارزیابی ویژگی‌های حسی (ارگانولپتیکی) نمونه‌های نان تست: به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌های نان تست، از تجزیه و تحلیل خصوصیات نان به کمک حواس پنجگانه استفاده شد و مطابق استاندارد AACC شماره ۹۰-۱۰ عمل گردید. ملاک عمل، نظر و تمایل شخصی افراد متخصص و آموزش دیده نسبت به محصول بود. در این تحقیق، نمونه‌های نان پس از خنک شدن، کدگذاری و توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده و مطابق روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (از بسیار مطلوب تا بسیار نامطلوب) مورد بررسی قرار گرفتند. ارزیابی در روز اول پخت انجام شد و ویژگی‌های حسی مختلفی نظیر عطر، بو، رنگ مغز، رنگ پوسته، طعم و مزه، قابلیت جویدن، تخلخل و بافت نان‌ها مورد بررسی قرار گرفتند که هر یک بنا بر اهمیت، از امتیاز خاصی برخوردار بودند(۱).

3. *Rapeseed displacement*

آنالیزهای آماری

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش (غیر از آنالیز داده‌های مربوط به بیاتی که با استفاده از آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد) از طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪= α و توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

آزمون‌های شیمیایی آرد: مطابق جدول ۱ و طبق نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی، ویژگی‌های آرد گندم انتخاب شده، برای تهیه نان تست مطلوب و در محدوده استاندارد ملی ایران تشخیص داده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی آرد مورد استفاده در تولید نان تست

Table 1. Chemical composition of wheat flour used in production of Toast bread

ماده Material	رطوبت(٪) Moisture (%)	پروتئین(٪) Protein (%)	خاکستر(٪) Ash (%)	فیبر(٪) Fiber (%)	چربی(٪) Fat (%)	pH
آرد گندم Wheat flour	11.98	11.89	0.56	0.09	0.5	5.5

آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی نمونه‌های نان تست: نتایج مقایسه میانگین تاثیر مقادیر مختلف فیبرهای یولاف و اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی نمونه‌های نان تست در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- تاثیر مقادیر مختلف فیبرهای یولاف و اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی نمونه‌های نان تست

Table 2. The effect of different amounts of oat and psyllium fibers on physico-chemical properties of Toast bread samples

ویژگی Features	تیمارها Treatments				
	C	F1	F2	F3	F4
pH	5.82 ± 0.01^{a}	5.76 ± 0.01^{b}	5.74 ± 0.01^{b}	5.69 ± 0.01^{c}	5.14 ± 0.01^{d}
رطوبت (%) Moisture (%)	26.48 ± 0.2^{c}	27.74 ± 1.2^{b}	27.74 ± 0.73^{b}	29.52 ± 0.65^{ab}	30.75 ± 0.1^{a}
پروتئین(%) Protein (%)	12.28 ± 0.37^{a}	12.16 ± 0.04^{ab}	12.13 ± 0.04^{ab}	12.08 ± 0.06^{ab}	11.91 ± 0.05^{b}
خاکستر(%) Ash (%)	1.1 ± 0.06^{d}	1.22 ± 0.06^{c}	1.30 ± 0.06^{b}	1.46 ± 0.06^{b}	1.95 ± 0.06^{a}
فیبر(%) Fiber (%)	0.56±0.06c	0.68±0.06b	0.72±0.06ab	0.76±0.06a	0.80±0.06a
چربی(%) Fat (%)	1.49 ± 0.02^{a}	1.37 ± 0.02^{b}	1.24 ± 0.19^{c}	1.20 ± 0.09^{c}	1.04 ± 0.03^{d}
حجم (cm^3) Volume (cm^3)	82 ± 1.12^{d}	91 ± 1.2^{c}	98 ± 1.9^{b}	106.3 ± 2.2^{a}	109.4 ± 1.8^{a}

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

Means with the same letter are not significantly different ($p< 0.05$)

F1= نان تست حاوی۰/۵٪ فیبر، F2= نان تست حاوی۱٪ فیبر، F3= نان تست حاوی۱/۵٪ فیبر، F4= نان تست حاوی۲ ٪ فیبر، C= شاهد

C= Control; F1=Toast bread containing 0.5% fiber; F2= Toast bread containing 1% fiber; F3= Toast bread containing 1.5% fiber; F4= Toast bread containing 2% fiber

نتایج آزمون pH نمونه‌های نـان تسـت: بـا توجـه بـه جدول ۲، کمترین مقدار pH در تیمـار F_4 و بیشـترین مقدار آن در تیمار C مشاهده شد. ضمن آن که بین دو تیمار مذکور و سایر تیمارها (غیر از F_2 با F_1) تفـاوت معنی‌داری مشاهده‌گردید ($p<۰/۰۵$). طبق جـدول ۱، مقدار pH آرد ۵/۵ اندازه‌گیری شد اما مطابق اطلاعات ارایه شده بر روی برچسب بسته‌های یولاف و اسفرزه تهیه شده از شرکت آلمانی CFF این مقدار برای ایـن فیبرها ۴/۸ در نظـر گرفتـه‌شـد لـذا نتیجـه حاصـل از جدول ۲ را می‌توان به پایین بودن نسبی pH فیبرهـای یولاف و اسفرزه نسبت داد. همچنین فیبرهای مذکور، با کاهش pH نان‌های تست، سبب تشدید عمل تخمیر توسط باکتری‌های لاکتیکی و مخمرها گردیدند (۱۳). نکته قابل توجه این‌کـه علیـرغم تفـاوت جزیـی بـین مقادیر pH در تیمارهای F_1 و F_2، اختلاف بـین آن‌هـا معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر غلظت‌های مختلف فیبر در ایـن تیمارهـا تـاثیر معنـی‌داری بـر غلظـت یـون هیدروژن و به دنبال آن بر مقـدار pH نداشـتند. نتـایج تحقیق حاضر موافق با یافته‌های مسعودی و همکاران (۲۰۰۲) بود. طبق گـزارش ایـن محققـان، اسـتفاده از فیبرهـای خـوراکی در سـطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصـد وزنی/وزنـی، سـبب کـاهش وزن مخصـوص و pH نمونه‌های خمیر در مقایسـه بـا نمونـه شـاهد گردیـد (۱۱).

نتایج آزمون رطوبت نمونه‌های نان تست: طبـق جـدول ۲، کمترین مقدار رطوبت در تیمار شاهد اما بیشـترین مقدار آن در تیمار F_4 مشاهده شد. ضمن آن کـه بـین دو تیمار مذکور و بین سایر تیمارها (به جز F3 بـا F4 و F1 با F2 و F3) تفاوت معنی‌داری مشـاهده گردیـد ($p<۰/۰۵$). علت نتیجـه حاصـل، وجـود گـروه‌هـای هیدروکسیل در سـاختار فیبرهـای یـولاف و اسـفرزه می‌باشد که منجر به افـزایش جـذب آب شـده‌اسـت. به‌عبارت دیگر رفتـار فیبرهـای مـورد اسـتفاده مشـابه رفتار هیدروکلوئیدها بود که در افزایش جذب آب نان موثر عمل نمودند (۲۰). یافته‌های تحقیـق حاضـر در راستای یافته‌های موحد و همکاران (۲۰۱۲)، بـود کـه در پژوهشی تاثیر فیبر پودر موز را بـر خـواص کیفـی نان تست مورد بررسی قرار دادنـد. طبـق نتـایج، فیبـر پودر موز به‌عنوان یک منبع غنی از فیبرهای محلـول و نامحلول، سبب افزایش جذب رطوبت در نمونـه‌هـای نان در مقایسه با نمونه شاهد گردیـد (۲۲). همچنـین نتایج تحقیق حاضر منطبق بر نتایج تحقیقات نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۲) بود که تـأثیر اخـتلاط آرد گنـدم بـا سبوس برنج و آرد سویا را بر خواص فیزیکی‌شیمیایی و حسی نان باگت مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، بـا افـزایش درصـد سـبوس بـرنج و آرد سـویا در فرمولاسیون، میزان رطوبـت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که دلیل آن را بـه حضور مقـادیر بـالای فیبـر و داشـتن گـروه‌هـای هیدروکسـیل در سـاختار ایـن ترکیبات و بنابراین توانایی پیوند با مولکـول‌هـای آب موجود در فرمولاسیون نسبت دادند (۱۶).

نتایج آزمون پروتئین در نمونه‌هـای نـان تسـت: مطـابق جدول ۲، تیمار شاهد از بیشترین مقـدار پـروتئین امـا تیمـار F4 (حـاوی ۲٪ فیبـر) از کمتـرین مقـدار آن برخوردار بودند همچنین بین دو تیمار مذکور تفـاوت معنی‌داری مشاهده گردید($p<۰/۰۵$). مطابق اطلاعات درج شده بر روی برچسب بسته‌های یولاف و اسفرزه تهیه شده از شرکت CFF، فیبرهای خـوراکی اسـتفاده شده در تحقیق عاری از پروتئین بودند کـه جـایگزین وزنـی آرد مصـرفی شـدند بنـابراین میـزان پـروتئین نان‌های تست حاوی فیبرها در مقایسه با نمونه شـاهد کاهش معنی‌دار نشان داد. به عبارت دیگر زیـاد بـودن مقدار پروتئین در نمونه‌ی شاهد به دلیل حضور بیشتر پروتئین گلوتن در آرد و کـم شـدن آن در تیمارهـای حاوی فیبر می‌باشد. موحد و همکاران (۱۳۹۳) نیز در تحقیقات خود بیان نمودند که اسـتفاده از فیبـر بـرنج

قهوه‌ای و مونـو دی گلیسـرید، سـبب کـاهش میـزان پروتئین نان‌های تست تولید شده در مقایسه با نمونه‌ی شـاهد گردیـد (۱۵). لـی و همکـاران (۲۰۰۷)، خصوصیات فیزیکی‌شیمیای و حسـی نـان‌هـای غنـی شده با پودر کدو تنبـل بـه‌عنـوان منبـع فیبـر را مـورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، با افزایش مصرف کـدو تنبل از ۵ به ۱۵ ٪ ، میزان پـروتئین نمونـه‌هـا کـاهش یافت(۹).

نتایج آزمون خاکستر نمونه‌هـای نـان تسـت: طبـق جدول ۲، با افزایش سطوح مصرف فیبرهای یولاف و اسفرزه، مقدار خاکستر در نمونـه‌هـای نـان تسـت در مقایسه با نمونه‌ی شاهد افزایش یافت. به گونه‌ای کـه تیمار شاهد از کم‌ترین میزان خاکسـتر امـا تیمـار F4 (حـاوی ۲٪ فیبـر) از بیشـترین مقـدار آن برخـوردار بودند. ضمن آن که بین دو تیمار مذکور و بـین سـایر تیمارها (به جزء F2 با F3) تفاوت معنی‌داری مشـاهد گردید (p<۰/۰۵). نتیجه حاصل را می‌توان بـه وجـود عناصر معدنی و املاح در فیبرهای مذکور نسـبت داد. نتایج حاصل از تحقیق حاضر در راسـتای یافتـه‌هـای موحـد و همکـاران (۱۳۹۶) بـود. ایـن محققـان در تحقیقی تـاثیر فیبـر پرتقـال را بـر خـواص حسـی و شیمیایی مافین مورد بررسی قرار دادنـد. طبـق نتـایج، استفاده از فیبر پرتقال سبب افـزایش میـزان خاکسـتر نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد گردید (۱۴).

نتایج آزمون فیبر نمونه‌های نان تست: بـا توجـه بـه جدول ۲، بیشترین مقدار فیبر در تیمار F4 اما کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده گردید. ضمن آن کـه اختلاف بین دو تیمار معنـی‌دار بـود (p<۰/۰۵). طبـق بررسی‌های به عمـل آمـده، یـولاف و اسـفرزه دارای ماهیت فیبری بوده و حاوی ترکیبات همـی سـلولز و بتاگلوکان می‌باشند لذا سبب افـزایش درصـد فیبـر در تیمارهای مذکور شدند (۷). نتایج پژوهش حاضـر بـا یافته‌های‌هاتنر و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت نشـان داد. مطابق نتایج تحقیق این پژوهشگران، افزودن فیبرهـای یولاف، سبب افزایش مقدار فیبر، کاهش pH و چربـی در نمونه‌های نان بدون گلوتن گردید(۶).

نتایج آزمون چربی نمونـه‌هـای نـان تسـت: مطـابق جدول ۲، بیشترین مقدار چربـی در تیمـار شـاهد امـا کمترین مقدار آن در تیمار F4 مشاهده گردید. ضـمن آن که اختلاف بین دو تیمار معنی‌دار بـود (p<۰/۰۵). علت نتیجه حاصل را می‌توان به جایگزینی بخشـی از آرد گندم بـا سـطوح مختلفـی از فیبرهـای یـولاف و اسفرزه نسبت داد. حال از آن جـا کـه درصـد چربـی موجود در فیبرهای خوراکی از آرد گندم کم‌تـر اسـت لذا میزان چربی موجود در محصول کاهش یافـت. بـا توجه به اطلاعات درج شده بر روی بسته‌هـا، درصـد چربی فیبرها بسیار کم بود. در حقیقت این فیبرهـا بـه عنوان ترکیبات جایگزین چربی عمل نموده و قادرنـد با آب پیوند برقرار نماینـد کـه نتیجـه‌ی آن تولیـد ژل مولکولی و ایجاد شبکه‌ی منسجم سه بعدی است کـه چنین ویژگی سبب قوام خمیـر و پایـداری محصـول می‌گردد (۷). نتایج تحقیق حاضر در راستای یافته‌های لی و همکاران (۲۰۰۷) بود که در بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان‌های غنـی شـده بـا پـودر کدو تنبل به عنوان منبع فیبر نشان دادنـد کـه افـزودن سطوح مختلفی از ایـن مـاده سـبب کـاهش معنـی‌دار چربی در نمونه‌ها می‌گردد (۹).

نتایج آزمون حجم سنجی نمونه‌های نـان تسـت: بـا توجه به جدول ۲، کمترین مقدار حجم در تیمار شاهد اما بیشترین مقدار آن در تیمار F_4 مشاهده شد. ضـمن آن که بین دو تیمار مذکور و بین سایر تیمارها (به جز F3 بـا F4) تفـاوت معنـی‌داری مشـاهده گردیـد (p<۰/۰۵). علت نتیجه حاصل را می‌توان به افـزایش ویسکوزیته خمیر و حبس حباب‌های هوا طی فرآینـد پخـت نسـبت داد. از سـوی دیگـر ترکیبـات مـذکور بـه‌واسـطه تـاثیر مثبـت در تشـکیل شـبکه گلـوتنی و

افزایش استحکام آن سبب افزایش حجم نمونه‌های نان تست در مقایسه با شاهد شدند (۷). نتایج پژوهش حاضر در راستای یافته‌های‌هاتنر و همکاران (۲۰۱۰) بود. مطابق نتایج تحقیق این پژوهشگران، افزودن فیبرهای یولاف، سبب افزایش مقدار حجم نمونه‌های نان بدون گلوتن گردید(۶).

نتایج آزمون‌های رنگ سنجی نمونه‌های نان تست : نتایج مقایسه میانگین تاثیر مقادیر مختلف فیبرهای یولاف و اسفرزه بر شاخص‌های رنگ نمونه‌های نان تست در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین تاثیر مقادیر مختلف فیبرهای یولاف و اسفرزه بر شاخص‌های رنگ نمونه‌های نان تست

Table 3. Mean comparison of the effect of different amounts of oat and psyllium fibers on color indexes of Toast bread samples

ویژگی Features	تیمارها Treatments				
	F4	F3	F2	F1	C
L^*	83±0.39^a	79.36±0.51^b	79.17±3.34^b	72.69±1.83^c	65.81±0.42^d
a^*	-0.52±0.30^d	1.37±0.50^c	1.91±0.40^c	4.36±0.90^b	6.52±0.30^a
b^*	9.39±0.10^d	13.54±0.30^c	13.69±0.90^c	17.52±0.90^b	25.93±0.80^a

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

Means with the same letter are not significantly different ($p< 0.05$)

F1= نان تست حاوی۰/۵٪ فیبر، F2= نان تست حاوی۱٪ فیبر، F3= نان تست حاوی۱/۵٪ فیبر، F4= نان تست حاوی۲ ٪ فیبر، C= شاهد

C= Control; F1=Toast bread containing 0.5% fiber; F2= Toast bread containing 1% fiber; F3= Toast bread containing 1.5% fiber; F4= Toast bread containing 2% fiber

نتایج شاخص رنگ L^* در نمونه‌های نان تست: مطابق جدول ۳، کمترین مقدار شاخص رنگ L^* در تیمار شاهد اما بیشترین مقدار آن در تیمار F4 (حاوی ۲٪ فیبر) اندازه‌گیری شد. ضمن آن که بین دو تیمار مذکور و بین سایر تیمارها (به جز F2 با F3) تفاوت معنی‌دار بود($p<۰/۰۵$). علت نتیجه حاصل برهمکنش بین فیبرها با آمیلوز نشاسته نان می‌باشد که سبب بهبود رنگ گردید. به گونه‌ای که با افزایش سطوح مصرف فیبرهای یولاف و اسفرزه از F1 تا F4، این ویژگی افزایش یافت. از سوی دیگر رنگ سفید فیبرهای مذکور نیز عاملی موثر در افزایش روشنایی نان‌های تست تولید شده در مقایسه با نمونه شاهد بود (۱۷). اسکندی و همکاران (۲۰۰۹)، در تحقیقی تاثیر دو نوع بتاگلوکان با اندازه ذرات متفاوت را بر خواص رئولوژی خمیر و بافت نان تست مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، با افزودن بتاگلوکان، رنگ نمونه‌های نان در مقایسه با نمونه شاهد روشن‌تر گردید که این نتیجه در راستای یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد (۲۱).

نتایج شاخص رنگ a^* و b^* در نمونه‌های نان تست: مطابق جدول ۳، با افزایش سطوح مصرف فیبرهای یولاف و اسفرزه، شاخص‌های رنگ a^* و b^* در نمونه‌های نان تست در مقایسه با نمونه‌ی شاهد کاهش یافتند. به‌گونه‌ای که کمترین مقدار شاخص‌های رنگ a^* و b^* در تیمار F4 اما بیشترین مقدار آن در تیمار شاهد اندازه‌گیری شدند. ضمن آن که بین دو تیمار مذکور و بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$). علت نتیجه حاصل را می‌توان به بالا بودن رطوبت نان‌های حاوی فیبر و در نتیجه انجام بیشتر واکنش‌های مایلارد و کاراملیزاسیون و در نتیجه تشکیل رنگدانه قهوه‌ای روشن (افزایش L^*) و کاهش رنگ‌های قرمز (a^*) و زرد (b^*) در پوسته نمونه‌های نان طی فرآیند پخت نسبت داد (۱۷). رایمندو و همکاران (۲۰۱۴)، در تحقیقی تاثیر

افزودن فیبر اسفرزه را بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی بیسکویت مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج با افزودن فیبر اسفرزه، شاخص‌های رنگ b^* و a^* کاهش یافتند که این نتایج در راستای یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد (۱۹).

نتایج آزمون بافت سنجی (بیاتی) نمونه‌های نان تست: نتایج مقایسه میانگین تاثیر مقادیر مختلف فیبرهای یولاف و اسفرزه بر مقدار بیاتی نمونه‌های نان تست در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمار× زمان بر میزان بیاتی نمونه‌های نان تست حاوی مقادیر مختلف فیبرهای یولاف و اسفرزه (N)

Table 4. Mean comparison of the effect of interaction between treatment × time on the staling of Toast breads containing different amounts of oat and psyllium fibers. (N)

Time (h)			تیمارها
72	48	24	Features
2.67±0.10^{b}	1.71±0.05^{c}	1.00±0.05^{e}	F1
2.65±0.10^{b}	1.22±0.05^{d}	0.98±0.06^{e}	F2
2.61±0.10^{b}	1.20±0.04^{d}	0.92±0.02^{e}	F3
1.68±0.10^{c}	0.96±0.05^{e}	0.80±0.08^{f}	F4
3.60±0.10^{a}	1.91±0.10^{c}	1.50±0.10^{d}	C

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

Means with the same letter are not significantly different ($p< 0.05$)

F1= نان تست حاوی۰/۵٪ فیبر، F2= نان تست حاوی۱٪ فیبر، F3= نان تست حاوی۱/۵٪ فیبر، F4= نان تست حاوی۲ ٪ فیبر، C= شاهد

C= Control; F1=Toast bread containing 0.5% fiber; F2= Toast bread containing 1% fiber; F3= Toast bread containing 1.5% fiber; F4= Toast bread containing 2% fiber

طبق جدول ۴، در تمام بازه‌های زمانی، بیشترین میزان بیاتی در تیمار شاهد اما کمترین مقدار آن در تیمار F4 (حاوی۲٪ فیبر) مشاهده گردید. به عبارت دیگر افزودن فیبرهای یولاف و اسفرزه سبب کاهش معنی‌دار و به تاخیر انداختن بیاتی نان‌ها و در تمام بازه‌های زمانی گردید ($p<۰/۰۵$). علت نتیجه حاصل افزایش جذب آب خمیر و در نتیجه افزایش رطوبت نان‌های تولید شده می‌باشد. به بیان دیگر فیبرهای مذکور با کاهش میزان آب در دسترس، منجر به کاهش جدایی آب بافت گردیده‌اند که این خاصیت به وجود پیوندهای هیدروکسیل در ساختمان فیبرهای مصرفی نسبت داده می‌شود (۱۷). در پژوهشی که موحد و همکاران (۱۳۹۶)، تاثیر فیبر پرتقال را بر خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی و زمان ماندگاری مافین مورد بررسی قرار دادند، استفاده از فیبر پرتقال سبب به تاخیر انداختن زمان بیاتی مافین‌های تولید شده نسبت به نمونه شاهد گردید (۱۴). همچنین طبق نتایج تحقیقات لی و همکاران (۲۰۰۷)، افزودن فیبر یولاف به نان، سبب کاهش شاخص گلایسمیک و همچنین کاهش مقدار بیاتی نمونه‌ها گردید (۹). قابل توجه این‌که نتایج دو تحقیق ذکر شده در راستای یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشند.

نتایج آزمون‌های ویژگی‌های حسی نمونه‌های نان تست : نتایج مقایسه میانگین تاثیر مقادیر مختلف فیبرهای یولاف و اسفرزه بر ویژگی‌های حسی نمونه‌های نان تست در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از آزمون‌های حسی انجام شده بر روی نمونه‌های نان تست

Table 5. Mean comparison results of sensory evaluation of Toast bread samples

ویژگی Features	تیمارها Treatments				
	F4	F3	F2	F1	C
تخلخل Porosity	5.5±0.10^{a}	4.75±0.10^{b}	3.75±0.10^{c}	2.75±0.10^{d}	2.25±0.20^{e}
بافت Texture	5.25±0.20^{a}	5.25±0.20^{a}	4.75±0.10^{b}	4±0.40^{c}	3.5±0.20^{c}
قابلیت جویدن Chewiness	5.25±0.30^{a}	5±0.30^{a}	4.25±0.20^{b}	4.25±0.20^{b}	3.6±0.20^{c}
رنگ سطحی crust color	5.25±0.40^{a}	5±0.40^{a}	5±0.40^{a}	4±0.20^{b}	4±0.20^{b}
رنگ مغز crumb color	5.25±0.25^{a}	5±0.25^{a}	4.75±0.25^{b}	4.5±0.25^{b}	4.5±0.25^{b}
عطر و بو Aroma	5.25±0.25^{a}	5±0.25^{ab}	4.75±0.25^{b}	4.75±0.25^{b}	4±0.10^{c}
طعم Taste	5.75±0.25^{a}	5.25±0.25^{ab}	5±0.25^{bc}	4.75±0.25^{c}	3.75±0.15^{d}

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

Means with the same letter are not significantly different ($p< 0.05$)

F1= نان تست حاوی۰/۵٪ فیبر، F2= نان تست حاوی۱٪ فیبر، F3= نان تست حاوی۱/۵٪ فیبر، F4= نان تست حاوی۲ ٪ فیبر، C= شاهد

C= Control; F1=Toast bread containing 0.5% fiber; F2= Toast bread containing 1% fiber; F3= Toast bread containing 1.5% fiber; F4= Toast bread containing 2% fiber

با توجه به جدول ۵، تیمار شاهد از کمترین امتیاز مربوط به ویژگی‌های حسی نظیر تخلخل، بافت، رنگ پوسته، رنگ مغز، عطر و بو، قابلیت جویدن و طعم اما تیمار F4 (حاوی ۲٪ فیبر) از بیشترین امتیاز مربوط به صفات بیان شده برخوردار بودند. در ارتباط با ویژگی تخلخل، اختلاف بین تیمارها و همچنین بین کلیه تیمارها با شاهد معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). بهبود ویژگی تخلخل در نمونه‌های نان تست را می‌توان به تاثیر مثبت فیبرهای یولاف و اسفرزه در تشکیل شبکه گلوتنی و افزایش استحکام با آن نسبت داد (۱۳). نتایج تحقیق حاضر در راستای یافته‌های محمد و همکاران (۲۰۱۳) بود. آنان بیان داشتند که غنی‌سازی نان با پودر موز سبب بهبود اکثر ویژگی‌های کیفی و حسی می‌گردد (۱۲). طبق بررسی‌های انجام‌شده در مورد ویژگی بافت، اختلاف بین تیمار شاهد با F1 معنی‌دار نبود اما بین آن‌ها با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ضمن آن‌که بین دو تیمار F4 و F3 نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید ($p<۰/۰۵$). علت بهبود بافت در نمونه‌های حاوی فیبر را می‌توان به تاثیر مطلوب آن‌ها بر ساختار نشاسته و توزیع و نگهداری بهتر مولکول‌های آب نسبت داد (۱۲). اسکندی و همکاران (۲۰۰۹) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند (۲۱). در رابطه با قابلیت جویدن، بین تیمار شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید اما اختلاف بین دو تیمار F1 و F2 همچنین بین تیمارهای F3 و F4 معنی‌دار نبود ($p<۰/۰۵$). دلیل بهبود نسبی قابلیت جویدن نمونه‌های نان حاوی فیبرهای مذکور، حضور گروه‌های آبدوست در ساختار فیبرهای یولاف و اسفرزه بوده که سبب افزایش جذب آب در بخش مغز نان و جلوگیری از مهاجرت آب به پوسته و جلوگیری از لاستیکی شدن نان‌ها شدند (۱۳). ابراهیم پور و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی عنوان نمودند که با افزایش سطوح مصرف آرد جو در نان، خاصیت الاستیسیته خمیر افزایش و

قابلیت جویدن نمونه‌های نان نیز بهبود یافته‌است که این نتایج در راستای یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد (۵). مطابق پژوهش به‌عمل آمده در مورد ویژگی رنگ پوسته، اختلاف بین تیمار شاهد و F1 معنی‌دار نبود اما بین آن‌ها با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ضمن آن‌که بین تیمارهای 24 ، F3 و F4 اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید (p<۰/۰۵). علت بهبود رنگ پوسته یا رنگ سطحی نمونه‌های نان حاوی فیبرهای یولاف و اسفرزه، تاثیر واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلارد بر روی این ویژگی می‌باشد. به عبارت دیگر طی واکنش‌های مایلارد، مقادیر زیادی از ترکیبات تشکیل دهنده رنگ و موثر بر طعم و خصوصیات بافتی ایجاد شد. همچنین همان‌طور که پیشتر بیان شد، فیبرهای یولاف و اسفرزه سفید رنگ بوده بنابراین با افزودن سطوح مختلفی از فیبرهای مذکور به نمونه‌های نان تست، روشنایی سطح پوسته افزایش یافت. اسکندی و همکاران (۲۰۰۹) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافته بودند(۲۱). در رابطه با رنگ مغز نان، اختلاف بین تیمارهای شاهد، F1 و F2 معنی‌دار نبود اما بین آن‌ها با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید (p<۰/۰۵). بهبود رنگ مغز نان‌های تست را می‌توان به برهم کنش فیبرهای مذکور با آمیلوز نشاسته نسبت داد البته معمولا رنگ مغز نان کم‌تر تحت تاثیر واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلارد قرار می‌گیرد (۱۵). محمد و همکاران (۲۰۱۳) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافته بودند. طبق یافته‌های محققین مذکور، غنی‌سازی نان با پودر موز سبب بهبود اکثر ویژگی‌های کیفی و حسی گردید (۱۲). در مورد ویژگی عطر و بو، اختلاف بین تیمار شاهد و سایر تیمارها معنی‌دار بود اما بین تیمارهای F1، F2 و F3 همچنین بین دو تیمار F3 و F4 اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید (p<۰/۰۵). قابل توجه این‌که فیبرهای مذکور از عطر و بوی خاصی مشابه بوی کنجد برخوردار بودند، لذا از نظر ارزیاب‌ها، نان‌های تیمار شده در مقایسه با نمونه شاهد آروما و عطر و بوی مطلوب‌تری داشتند. موحد و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی بیان نمودند که افزودن پری بیوتیک آرد جو در بهبود عطر و بوی نان‌های تیمار شده موثر است که این نتیجه در راستای یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد (۱۵). در ارتباط با ویژگی طعم، بین کلیه تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید (p<۰/۰۵). به‌طور کلی بهبود طعم نان‌های تست تولید شده در تحقیق حاضر را می‌توان به طعم دلپذیر فیبرهای یولاف و اسفرزه نسبت داد. محمد و همکاران (۲۰۱۳) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافته بودند. آنان بیان نمودند که غنی‌سازی نان با پودر موز سبب بهبود اکثر ویژگی‌های حسی نظیر طعم می‌گردد (۱۲).

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر تاثیر فیبرهای یولاف و اسفرزه در سطوح ۰/۵ ، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد بر خواص کیفی و حسی نان تست مورد بررسی قرار گرفت. بر طبق نتایج، تیمار F4 (حاوی ۲٪ فیبر) از بیشترین میزان رطوبت، خاکستر، فیبر، حجم وL^* اما تیمار شاهد از کم‌ترین مقادیر صفات ذکر شده برخوردار بودند. همچنین از نظر ویژگی‌های حسی یا ارگانولپتیکی، بیش‌ترین امتیاز تخلخل، قابلیت جویدن، رنگ سطحی، رنگ مغز، عطر و بو و طعم در تیمار F_4 اما کم‌ترین امتیاز در نمونه شاهد مشاهده گردید. در نهایت تیمار حاوی ۲ درصد فیبرهای یولاف و اسفرزه (F_4) نسبت به سایر تیمارها به عنوان بهترین تیمار معرفی گردید. در مجموع طبق نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان از فیبرهای یولاف و اسفرزه در راستای بهبود ویژگی‌های کیفی و ارگانولپتیکی نان تست استفاده نمود.

منابع

1. AACC. 1998. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Edition: American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN.
2. Anonymous. 1999. National Standard Test Method No. 1- 2338. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Voluminous and semi voluminous bread.
3. Borczak, B., Sikora, E., Sikora, M., Rosell, C.M., and Collar, C. 2012. Glycaemic response to frozen stored wheat rolls enriched with inulin and oat fibre. Journal of Cereal Science. 56(3): 576-580.
4. Cappa, C., Lucisano, M., and Mariotti, M. 2013. Influence of psyllium, sugar beet fiber and water on gluten-free dough properties and bread quality. Carbohydrate Polymers. 98(2): 1657-1666.
5. Ebrahimpour, N., Peighambardost, S.H., and Azadmard Damirchi, S. 2011. Effect of pectin, guar and carrageenan on the quality of gluten free bread. Journal of Food Research. 20(2). 75-98.
6. Hüttner, E.K., and Arendt, E.K. 2010. Recent advances in gluten-free baking and the current status of oats. Trends in Food Science and Technology. 21(6): 303-312.
7. Karolini – Skaradzinska, Z., Bihuniak, P., Piotrowska, E., and Wdowik, L. 2007. Properties of dough and qualitative characteristic of wheat bread with addition of inulin. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 57(4): 267-270.
8. Kurek, M., Wyrwisz, J., Piwińska, M., and Wierzbicka, A. 2016. The effect of oat fiber powder particle size on the physical properties of wheat bread rolls. Food Technology and Biotechnology. 54 (1): 45-51.
9. Lee, S.M., and Joo, M. 2007. The optimization of muffin with the addition dried sweet pumpkin powder. Journal of the Korean Dietetic Association. 13(4): 368-378.
10. Majzoobi, M., Habibi, M., Hedayati, S., Ghiasi, F., and Farahnaky, A. 2015. Effects of commercial oat fiber on characteristics of batter and sponge cake. Journal of Agricultural Science and Technology.17 (1): 99-107.
11. Masoodi, F.A., Sharma, B., and Chauhan, G.S. 2002. Use of apple pomace as source of dietary fiber in cakes. Plant Foods and Human Nutrition.57 (2):121-128.
12. Mohammed, M.A., Tarleton, E., Charalambides, M.N., and Williams, J.G. 2013. Mechanical characterization and micromechanical modeling of bread dough. Journal of Rheology. 57(1): 249-272.
13. Movahed, Q. 2017. Supplemental Cereal Products Technology. Jahad University Press. P. 45-46. (In Persian).
14. Movahhed, S., Najafi, Z., and Ahmadi Chenarbon, H. 2017. Effect of citrus fiber replacement to oil and egg on some physico-chemical and organoleptic properties of muffin. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 13(4): 458-468.
15. Movahhed, S., Hydari, F., and Ahmadi Chenarbon, H. 2014. Effect of brown rice flour and mono and diglyceride emulsifier on some of qualitative properties of traditional Sangak bread. Journal of Food Research. 24(2): 189-200. (In Persian).
16. Naghipour, F., Karimi, M., Habibi Najafi, M.B., Hadad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z., Ghiafeh Davoodi, M., and Sahraiyan, B. 2013. Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums. Journal of Food Science and Technology. 41(10): 127-139. (In Persian).
17. Pino, R.M., and Gonzalez, M.L. 2002. Effects of brown pigments on the texture properties of bakery products. Meeting Cost. 9-19.
18. Puppin Zandonadi, R., Botelho, R.B.A., and Araujo, W.M.C. 2009. Psyllium as a substitute for gluten in bread. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. 109(10): 1781-1784.
19. Raymundo, A., Fradinho, P., and Nunes, M.C. 2014. Effect of psyllium fiber content on the textural and rheological

characteristic of biscuit and biscuit dough. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibers. 3 (2): 96-105.
20. Rosell, C. M., Rojas, J.M., and De Barber, B.C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids.15 (1): 75-81.
21. Skendi, A., Papageorgiou, M. and Biliaderis, C.G. 2009. Effect of barley β-glucan molecular size and level on wheat dough rheological properties. Journal of Food Engineering. 91(4): 594–601.
22. Zharfi, S., Movahed, S., Ahmadi Chenarbon, H., and Shahab Lavasani, A.R. 2012. Evaluation of sensory properties of toast breads containing banana powder. Indian Journal of Science and Technology. 5 (8): 3163-3164.

EJFPP, Vol. 12 (1): 67-80
http://ejfpp.gau.ac.ir

Effect of Oat and Psyllium Fibers on Qualitative Properties of Toast Bread

S. Fardinia[1], S. Movahed[2*], M. J. Shakouri[3]

[1]M.Sc Student, Department of Food Science, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2]Associate Professor, Department of Food Science, Varamin – Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Food Science, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 2018/07/30; Accepted: 2018/12/31

Abstract

Background and objectives: Toast bread belongs to the bulk breads group that is recently bulk considered to be the most popular bread in Iran. The quality of breads depends on the baking power of the flour, the time of fermentation, the amount of protein and the type of additives which had been added. In addition, the outcome of the baking flour can be compared by the characteristics of the flour, the type of industrial measures, the method of preparation and the dough preparation process. By considering the bread position in the diet of individuals, it is possible to increase the nutritional value of this product by using different functional compounds of which fibers are widely considered. There are several reports indicating the daily intake of fiber is lower than the recommended dose that may increase the incidence of various diseases such as obesity and diabetes. During the recent years, however, efforts have been made to increase the use of dietary fiber in various food sources due to its impact on health. Therefore, in the present study, the effect of adding different levels of Oat and Psyllium fibers as new sources of dietary fiber on the quality of toast bread was investigated in comparison with the control sample.

Materials and Methods: Firstly, chemical properties of the used wheat flour was determined. Then the raw materials had been prepared according to the treatments for preparing the dough. The treatments consisted of regular toast as the control, toast bread containing 0.5% (of flour weight) oat and psyllium fiber, toast bread containing 1 % of oat and psyllium fiber, toast bread containing 1.5 % of oat and psyllium fiber and toast bread containing 2% of oat and psyllium fiber which were subjected to various evaluations including the amounts of moisture, ash, protein, fat and fiber, pH values, as well as volumetric, texture analysis, colorimetric and sensory characteristics. To analyze the data, a completely randomized design was performed. The comparison of mean values was done by Duncan's multiple range test at a probability level of $\alpha = 5\%$.

Results: According to the results, with increasing the levels of Oat and Psyillium fibers, the values for moisture, ash, fiber, bread volume and L^* were increased but pH, protein, fat, a^* and b^*, and staling rate decreased compared to the control. Application of fiber compounds also improved most sensory characteristics such as porosity, texture, chewing ability, taste, color intensity of crust and crumb and also aroma.

Conclusion: The treatment containing 2% of oat and psyllium fibers were found to be the best treatment in this study. According to the results, it seems that oat and psyllium fibers can be used to improve the qualitative and organoleptic characteristics of the toast bread.

***Keywords*:** Oat fiber, Psyllium fiber, Toast bread

* Corresponding Author: movahhed@iauvaramin.ac.ir