تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۱۹/ شماره ۶۸/بهار و تابستان ۱۳۹۹/ص ۱۶۸-۱۵۵

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

تأثیر جایگزینی آرد گندم با پودر سنجد کامل بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان تست

محمد اسماعیل نصرآبادی[1*] و حماد نوری توپکانلو[2]

۱- مربی دپارتمان علوم و صنایع غذایی، دانشکده فنی دختران نیشابور، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان خراسان رضوی، مشهد، ایران

۲- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، گروه علوم و صنایع غذایی، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت:۹۷/۱۱/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش:۹۸/۳/۱۱

چکیده

سنجد حاوی مقدار زیادی پروتئین، مواد معدنی، ترکیبات فنولیک و فیبر رژیمی است و از آرد آن می‌توان به عنوان ماده اولیه عملگرا در تولید محصولات نانوایی استفاده کرد. در این مطالعه، تأثیر جایگزین کردن آرد گندم با آرد سنجد بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی نان تست بررسی شده است. بدین منظور پودر سنجد در پنج سطح صفر، ٤، ٨، ١٢ و ١٦ درصد به فرمولاسیون نان تست اضافه شد. نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نشان داد که با افزایش مقدار پودر سنجد درصد فیبر، رطوبت نان، و مؤلفه رنگی a* به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، در حالی که درصد پروتئین نان و مؤلفه‌های رنگی L* و b* کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد پیدا می‌کند. نتایج تحقیق همچنین نشان داد که حجم مخصوص و تخلخل نان‌های حاوی پودر سنجد تا سطح ۸ درصد با حجم مخصوص و تخلخل نان‌های نمونه شاهد تفاوتی ندارد ولی این ویژگی‌ها در سطوح بالاتر پودر سنجد کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد می‌یابد. بافت نان‌ها تا سطح ۸ درصد پودر سنجد نرم‌تر از بافت نان شاهد است ولی در سطوح بالاتر سفت‌تر می‌شود. از نظر پذیرش کلی، نان‌های حاوی ۸ درصد پودر سنجد بیشترین امتیاز را کسب کردند. با توجه به نتایج به دست آمده، نمونه حاوی ۸ درصد پودر سنجد به دلیل خواص بافتی و حسی بهتر، فیبر بیشتر و در نتیجه دریافت کالری کمتر، نسبت به نمونه شاهد، پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی

تخلخل، فراورده‌های نانوایی، فیبر بالا، نان حجیم

مقدمه

نان منبع مهمی از پروتئین، فیبر رژیمی و ریزمغذی‌هایی مانند مواد معدنی و ویتامین‌هاست که در زمره بهترین و سالم‌ترین مواد غذایی قرار دارد (El-Demery, 2001). نان تست متعلق به گروه نان‌های حجیم است و در ایران، به‌خصوص 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 آماده‌سازی خمیر است (Movahhed & Mirzaei, 2013). امروزه غنی‌سازی نان یکی از هدف‌های صنایع نانوایی است و با توجه به اینکه فیبرهای غذایی جزء ترکیبات مفید تغذیه‌ای برای انسان محسوب می‌شوند، متخصصان صنایع غذایی در پی یافتن روش‌های مناسب افزودن فیبر در فرآورده‌های نانوایی هستند

* نگارنده مسئول: Email:mohammadnasrabadi33@yahoo.com

http://doi: 10.22092/fooder.2019.125299.1202

© 2020,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

(Aparicio-Saguilan *et al.*, 2007; de melo, 2001). ترکیبات فیبری در منابع مختلفی از مواد غذایی یافت می‌شوند که یکی از آنها سنجد است. سنجد با نام علمی *Elaeagnus angustifolia* L. از خانواده Elaeagnaceae است و قابلیت رشد در شرایط آب و هوایی مختلف را داراست (Khaki-Rizi *et al.*, 2012). سنجد حاوی ترکیبات پلی ساکاریدی، فلاوونوئیدها، کومارین‌ها، فنل کربوکسیلیک اسیدها، اسیدهای آمینه، ساپونین‌ها، کارتنوئیدها، ویتامین‌ها و تانن‌هاست. همچنین اسیدهای آمینه آسپارژیک اسید، ترئونین، سرین، گلوتامین، پرولین، گلیسین، آلانین، والین، متیونین، ایزولوسین، لوسین، تیروزین، فنیل آلانین، هیستیدین، لیزین، آرژنین، تریپتوفان و ویتامین‌های A، C، E و K در سنجد شناسایی شده‌اند (Zargari, 1990; Goncharova & Glushekova, 1990). در طب سنتی ایران، دم‌کرده عصاره میوه سنجد به عنوان یک عامل ضد درد در کاهش دردهای روماتیسم مفصلی به کار می‌رود. سنجد به علت دارا بودن مقدار فراوان تانن و فلاوونوئیدها دارای اثر کاهش‌دهندگی کلسترول، اثر سیتوتوکسیک بر سلول‌های سرطانی انسان و اثر ضد درد و ضدالتهابی است (Erdemoglu *et al.*, 2008). آرد سنجد را می‌توان به عنوان ماده اولیه عملگرا در تولید محصولات نانوایی، ماست، بستنی، غذای کودک، شکلات و شیرینی استفاده کرد و علت آن ساختار آردی، خواص عملگرایی و طعم ویژه، فیبر رژیمی، مواد معدنی و ترکیبات فنولیک این آرد است (Sahan *et al.*, 2013). سهان و همکاران (Sahan *et al.*, 2013) پودر سنجد را در سطوح ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد به‌جای آرد گندم در فرمول کلوچه اضافه و افزایش سختی، تیرگی رنگ بافت کلوچه و قطر را مشاهده کردند ولی از لحاظ تغذیه‌ای، کلوچه غنی‌شده حاوی فیبر بیشتر و کالری کمتر بود و مصرف‌کنندگان ابتدا نمونه شاهد و پس از آن کلوچه حاوی ۵ درصد پودر سنجد را ترجیح دادند. وطن‌دوست و همکاران (Vatandoust *et al.*, 2015) تأثیر افزودن پودر سنجد را در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد بر ویژگی‌های کیفی نان همبرگر بررسی کردند و نشان دادند افزایش سطوح پودر سنجد در نان‌ها منجر به افزایش رطوبت، کاهش حجم و تخلخل و ایجاد ظاهر تیره‌تر نسبت به نمونه شاهد شده است. این محققان می‌گویند افزودن پودر سنجد در کلیه سطوح موجب کاهش نیروی لازم برای برش نان و در مجموع، تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر سنجد به دلیل پذیرش بیشتر، سختی کمتر و افزایش میزان فیبر پیشنهاد شده است. خاکی ریزی و همکاران (Khaki-Rizi *et al.*, 2012) با تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر حاوی ۱۰ درصد پودر سنجد به دلیل افزایش میزان چربی، فیبر خام و املاح، نسبت به نمونه شاهد بهتر است. نتایج بررسی‌های مهربان و همکاران (Mehraban *et al.*, 2013) تأییدکننده امکان استفاده موفق از پودر سنجد در تولید دونات است. پودر سنجد منبع غنی از فیبر، آمینو اسیدها، مواد معدنی، ویتامین‌ها و دیگر ترکیبات فراسودمند است (Akbolat *et al.*, 2008). گنچاروا و گلوشنکوا دریافتند که میوهٔ سنجد دارای اسیدهای چرب پالمیتولئیک، لینولئیک، اولئیک و لینولنیک و هستهٔ آن دارای اسید چرب لینولئیک، فسفولیپید، گلیکولیپید و بتاسیتوسترول است. با توجه به مصرف فراوان محصولات نانوایی، غنی‌سازی این محصولات با آرد سنجد می‌تواند به طور شگرفی و صرفاً با

افزایش هزینه ناچیز کیفیت و خواص آنها را افزایش دهد (Goncharova & Glushenkova, 1990). با توجه به مطالعات صورت گرفته در خصوص بهبود ارزش تغذیه‌ای محصولات صنایع پخت و تولید محصولات فراسودمند و همچنین بالا بودن سطح آگاهی و تمایل مصرف‌کنندگان به مصرف غذاهای فراسودمند، هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سنجد به عنوان ترکیبی فراسودمند بر ویسکوزیته خمیر و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نان تست است.

مواد و روش‌ها

سنجد از بازار سبزوار خریداری و با آسیاب برقی مولینکس (AR1066Q) به پودر تبدیل و از الک با مش ۱۸۰ عبور داده شد. پودر سنجد حاصل حاوی پوسته، میانبر آردی و هسته است. پودر سنجد در کیسه پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد (Vatandoust *et al.*, 2015). آرد گندم نول (مخصوص نان تست)، با درجه استخراج ۶۸ درصد، تهیه شده در کارخانه آرد سبزوار، بهبود دهندهٔ نان تست ساخت شرکت نان‌آوران تهران، مخمر نانوایی خشک (*ساکارومایسس سرویزیه*) از شرکت ایران ملاس، مواد شیمیایی مورد نیاز ساخت شرکت مرک آلمان تهیه شد.

تهیه نان تست

در فرمولاسیون نمونه‌های مختلف نان تست، پودر سنجد در سطوح مختلف صفر، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ درصد جایگزین آرد گندم (۱۰۰-۸۴ درصد) شد. هر نمونه به‌طور جداگانه در مخزن خمیرگیر به مدت ۱۰ دقیقه به‌طور یکنواخت مخلوط شد. مخمر خشک (به میزان ۲ درصد) برای فعال‌سازی با مقداری آب، کمی شکر و آرد مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴۰-۳۵ درجهٔ سلسیوس نگهداری شد. مخمر فعال شده با ۱ درصد نمک و ۹ درصد بهبود دهندهٔ نان تست به مخلوط اضافه گردید (Pour Abedin & Aarabi, 2018). آنگاه آب به مخلوط اضافه و پس از اختلاط کامل آرد و آب و تشکیل توده فرم‌پذیر (خمیر)، به نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه استراحت داده شد. قطعاتی از خمیر به وزن تقریبی ۴۵۰ گرم، چانه‌گیری و گرد گردید و دوباره پس از ۱۰ دقیقه استراحت، تخمیر میانی پی گرفته شد. چانه‌های خمیر پس از آنکه به قالب‌های درپوش دار ریخته شدند در دمای ۳۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰ درصد به مدت ۴۰ دقیقه در اتاقک تخمیر گذاشته شدند. پس از آن، قالب‌های نان در فر گردان (فر گردان با سیستم بخار مخصوص پخت نان تست و انواع نان‌های شیرین، ساخت کشور ایران، گروه صنعتی راک) با دمای ۲۳۰-۲۲۰ درجه سلسیوس گذاشته و به مدت ۴۵-۴۰ دقیقه پخته شدند. نان‌ها پس از پخت و سرد شدن، در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و تا زمان آزمون‌های مربوطه در دمای محیط نگهداری شدند (Rajabzadeh, 2000; Pour Abedin & Aarabi, 2018).

ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی پودر سنجد، آرد گندم و نان تست

ویژگی‌های شیمیایی پودر سنجد، آرد گندم و نان تست با روش‌های آزمون (۲۰۰۰) AACC تعیین شد؛ برای اندازه‌گیری رطوبت از روش (۱۵-۴۴)، پروتئین خام از روش (۱۳-۴۶)، چربی از روش (۲۵-۳۰)، خاکستر از روش (۰۱-۰۸)، فیبر از روش (۱-۳۳) و گلوتن مرطوب از روش (۱۱-۳۸) استفاده شد (AACC, 2000).

آزمون حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص، از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا استفاده شد. ابتدا حجم ظرف و کلزا اندازه گرفته شد، پس از آن قطعه نان داخل ظرف خالی گذاشته شد و در آن دانه‌های کلزا ریخته شد. با خارج کردن نان از ظرف، حجم اشغالی توسط دانه‌های کلزا اندازه‌گیری شد. اختلاف عدد به دست آمده حجم نان حجم نان را نشان می‌دهد. حجم مخصوص از رابطه ۱ محاسبه گردید (Huang *et al.*, 2008)

$$S.V=\frac{V}{M} \qquad (۱)$$

که در آن،

S.V= حجم مخصوص؛ V= حجم بر حسب میلی‌لیتر؛ و M= جرم بر حسب گرم.

تعیین میزان تخلخل

برای ارزیابی میزان تخلخل مغز نان در فاصله‌های زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از روش پردازش تصویر استفاده شد. بدین منظور، برشی به ابعاد ۲×۲×۲ سانتی‌متر از مغز نان تهیه و به با اسکنر با وضوح ۳۰۰ نقطه در اینچ، تصویربرداری شد. تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image j قرار داده شد. تصویرهای موجود در این نرم‌افزار، مجموعه‌ای است از نقاط تاریک و روشن و نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل در نمونه‌ها برآورد می‌گردد (Chiavaroa *et al.*, 2008)

بررسی میزان سفتی بافت

میزان سفتی بافت نان (طبق استاندارد بین‌المللیAACC به شماره ۰۹۷۴) با استفاده از دستگاه بافت سنج (مدل M350-10CT، ساخت انگلیس)، و از طریق آزمون فشاری[1] به دست آمد. این آزمون دو ساعت پس از پخت نان‌ها در سه تکرار دنبال شد. به این ترتیب که از قسمت مغز نان‌ها برش‌هایی در ابعاد تقریبی ۲×۲×۲ سانتی‌متر جدا گردید. میزان فشردن، معادل ۴۰ درصد ضخامت نمونه‌های نان تست در نظر گرفته شد به گونه‌ای که نمونه‌ها را ۸ میلی‌متر فشرده کند. سرعت حرکت پروب بالایی ۳۰ میلی‌متر در دقیقه تنظیم گردید. در این آزمون از پروب صفحه‌ای به قطر ۵ سانتی‌متر استفاده شد (AACC, 2003).

ارزیابی رنگ مغز نان تست

آنالیز رنگ دو ساعت پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص L*، a* و b* صورت پذیرفت. شاخص L* معرف میزان روشنی نمونه و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a* میزان نزدیکی رنگ نمونه به 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 آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰-(آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر است. برای اندازه‌گیری این شاخص‌ها، برشی به ابعاد ۲×۲×۲ سانتی‌متر از مغز نان تهیه و با اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ نقطه در اینچ تصویربرداری شد؛ تصویرها در اختیار نرم‌افزار Image J قرار داده شد. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد (Sun, 2008). اندیس قهوه‌ای شدن[2] BI نیز از رابطه‌های ۲و ۳ محاسبه شد (Vatandoust *et al.*, 2015).

$$B.I=\frac{100(x-0.31)}{0.17} \qquad (۲)$$

$$x=\frac{(a+1.75\times L)}{5.645\times L+a-3.012\times b} \qquad (۳)$$

1- Compression test

2- Browning index

ارزیابی ویژگی‌های حسی نان‌های تست تولیدی

ویژگی‌های حسی نان‌های تست تولیدی در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت (تازه)، با آزمون چشایی ارزیابی شد. ده داور آموزش دیده، ویژگی‌های نان‌های تولیدی را به منظور تعیین میزان پذیرش کلی، رنگ پوسته، قابلیت جویدن، سفتی بافت، طعم و مزه، تخلخل و خاصیت ارتجاعی ارزیابی کردند؛ این ویژگی‌ها به ترتیب دارای ضریب رتبهٔ ۴، ۲، ۲، ۲، ۳، ۱ و ۱ بودند.

ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) در نظر گرفته شد. با داشتن این معلومات پذیرش‌کلی (عدد کیفیت نان) با استفاده از رابطه ۴ محاسبه گردید (Abedfar & Sadeghi, 2015; Sahraiyan *et al.*, 2013).

$$Q = \frac{\sum(P\times G)}{\sum P} \quad (۴)$$

که در آن،

Q= پذیرش کلی (عدد کیفیت نان تست)؛ P= ضریب رتبه صفات؛ و G= ضریب ارزیابی صفات.

تجزیه و تحلیل آماری

به‌منظور اجرای آزمایش و تجزیه تحلیل داده‌ها از طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار استفاده شد و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با استفاده از نرم‌افزار MSTATC نسخه ۱۰,۲ (در سطح اطمینان $p<0/05$) مقایسه شدند. برای رسم نمودارها از برنامه Excel 2013 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون‌های شیمیایی آرد گندم و پودر سنجد کامل

نتایج آزمون‌های شیمیایی آرد گندم و پودر سنجد کامل در جدول ۱ نشان داده شده است. برابر داده‌های جدول، درصد رطوبت و پروتئین آرد سفید بیشتر از درصد رطوبت و پروتئین پودر سنجد است، در حالی‌که میزان چربی، فیبر و خاکستر در پودر سنجد بیشتر است تا در آرد سفید. نتایج این بخش با نتایج تحقیقات سهان و همکاران (Sahan *et al.*, 2013) و زارع و همکاران (Zaree *et al.*, 2016) همخوانی دارد.

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی آرد گندم و پودر سنجد کامل

نمونه	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)	فیبر (درصد)	گلوتن مرطوب (درصد)
آرد گندم	۱۱/۲۳	۱۰/۳۵	۱/۳۱	۰/۴۳	۰/۱۳	۲۴/۲
پودر سنجد	۶/۲	۶/۲۲	۱/۷۲	۲	۲۳/۱۲	-

آزمایش‌های کمی و کیفی نان‌های تست حاوی مقادیر متفاوت پودر سنجد

در جدول ۲ آنالیز ترکیبات مخصوص نان‌های غنی‌شده با پودر سنجد یعنی درصد رطوبت، پروتئین و فیبر موجود در نمونه‌های نان و نیز نمونه شاهد گزارش شده است. مشاهده می‌شود با افزایش درصد پودر سنجد میزان رطوبت نان‌های تست به طور معنی‌داری افزایش یافته است. افزایش مقدار رطوبت در محصول ناشی از ترکیبات جذب‌کننده رطوبت موجود در پودر سنجد یعنی فیبر و ترکیبات قندی است که با جذب بیشتر آب و بالاتر بودن قدرت نگهداری آب در آنها سبب افزایش

مقدار رطوبت در محصول می‌شوند. نتایج بررسی‌های وطن‌دوست و همکاران (Vatandoust *et al.*, 2015) نیز بر افزایش رطوبت نان همبرگر با افزایش مقدار پودر سنجد دلالت دارد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات بت و بت (Bhat & Bhat, 2013) درباره تأثیر جایگزینی آرد گندم با پودر کدوحلوایی مطابقت دارد. این محققان افزایش رطوبت کیک دارای آرد ترکیبی گندم و پودر کدو حلوایی را به ویژگی آب‌دوستی پودر کدو تنبل و ظرفیت جذب آب بالاتر در آرد ترکیبی، در مقایسه با آرد گندم، نسبت دادند.

جدول ۲-آزمایش‌های شیمیایی نان تست شاهد و نمونه‌های حاوی پودر سنجد

پودر سنجد (درصد)	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	فیبر (درصد)
۰(شاهد)	۲۳/۶±۰/۰۱^{e}	۱۲/۱±۰/۰۱^{a}	۰/۲۴±۰/۰۲^{e}
۴	۲۴/۳±۰/۰۲^{d}	۱۱/۶±۰/۰۲^{b}	۱/۳۱±۰/۱۱^{d}
۸	۲۵/۲±۰/۰۲^{c}	۱۰/۹±۰/۰۱^{c}	۲/۰۳±۰/۱۲^{c}
۱۲	۲۶/۱±۰/۰۱^{b}	۱۰/۳±۰/۰۲^{d}	۳/۱۴±۰/۲۲^{b}
۱۶	۲۷/۵±۰/۰۱^{a}	۹/۸±۰/۰۱^{e}	۳/۹۸±۰/۱۱^{a}

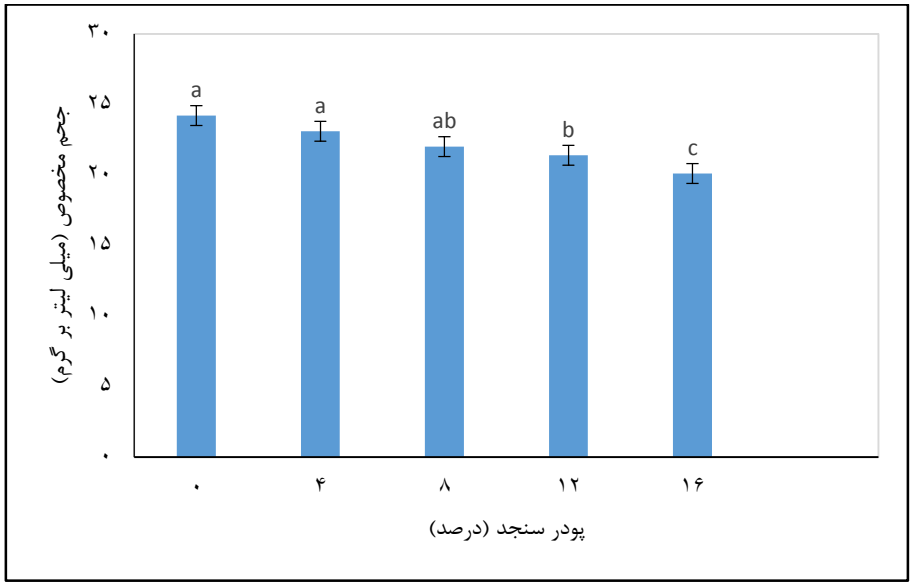
اعداد دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند ($p<0.05$).

افزایش درصد پودر سنجد در فرمولاسیون نان تست به طور معنی‌داری باعث کاهش میزان پروتئین نان‌های تولیدی نسبت به نان شاهد شده است. با توجه به کاهش درصد پروتئین پودر سنجد نسبت به آرد گندم، کاهش پروتئین نان‌های تولیدی قابل پیش‌بینی بود. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات سهان و همکاران (Sahan *et al.*, 2013) و زارع و همکاران (Zaree *et al.*, 2016) مطابقت دارد که می‌گویند با افزایش میزان آرد سنجد در فرمولاسیون کیک میزان پروتئین کاهش می‌یابد. از طرفی با افزایش مقدار پودر سنجد، درصد فیبر نان‌های تست تولیدی به طور معنی‌داری نسبت به نمونهٔ شاهد افزایش نشان می‌دهد؛ نمونه حاوی ۱۶ پودر سنجد با ۳/۶۱ درصد فیبر بیشترین و نمونه شاهد با ۰/۱۱ درصد فیبر کمترین مقدار را دارند. افزایش درصد فیبر نان‌های تست را می‌توان به وجود فیبر فراوان در پودر سنجد نسبت داد. زارع و همکاران (Zaree *et al.*, 2016) می‌گویند با افزایش میزان پودر سنجد در فرمولاسیون کیک، درصد فیبر به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. نتایج بررسی‌های ال-دمری (El-Demery, 2001) نشان می‌دهد غنی‌سازی نان تست با آرد کدو تنبل سبب افزایش درصد رطوبت و فیبر و کاهش پروتئین محصول نهایی می‌شود.

نتایج آزمون حجم مخصوص

شکل ۱ نشان می‌دهد افزودن پودر سنجد سبب کاهش حجم مخصوص نان‌های تست تولیدی، نسبت به نمونهٔ شاهد شده است، نمونه‌های حاوی ۱۲ و ۱۶ درصد پودر سنجد تفاوت معنی‌داری نسبت به نمونهٔ شاهد دارند. افزایش بیش از حد پودر سنجد در فرمولاسیون نان بر شبکه گلوتنی تأثیر منفی داشته و در کاهش حجم مخصوص مؤثر بوده است. ایوبی (Ayoubi, 2019) در تأثیر جایگزینی آرد گندم با پودر سنجد کامل بر ویژگی‌های کیفی کیک فنجانی می‌گوید پودر سنجد در سطح ۱۰ درصد و

بالاتر سبب کاهش حجم محصول شده است. این محققان کاهش پایداری خمیر در خلال پخت به علت تغییرات ساختاری را علت کاهش میزان انبساط خمیر در فرایند پخت می‌دانند. سانگنارکا و نوم هورم (Sangnarka & Noomhorm, 2004) در افزودن بیش از ۱۰ درصد سبوس برنج به فرمولاسیون نان به نتایج مشابهی دست یافتند. مشایخ و همکاران (Mashayekh *et al.*, 2007) نیز گزارش داده‌اند افزایش بیش از ۷ درصد آرد سویا به فرمولاسیون نان، سبب کاهش حجم و کیفیت نان می‌شود. نتایج بررسی‌های زارع و همکاران (Zaree *et al.*, 2016) نیز نشان می‌دهد جایگزینی آرد گندم با پودر سنجد حجم کیک را کم می‌کند. این محققان اضافه می‌کنند علت این کاهش احتمالاً تغییرات ویسکوزیته و جرم حجمی خمیر است.



شکل ۱-تأثیر افزودن پودر سنجد بر حجم مخصوص نان تست

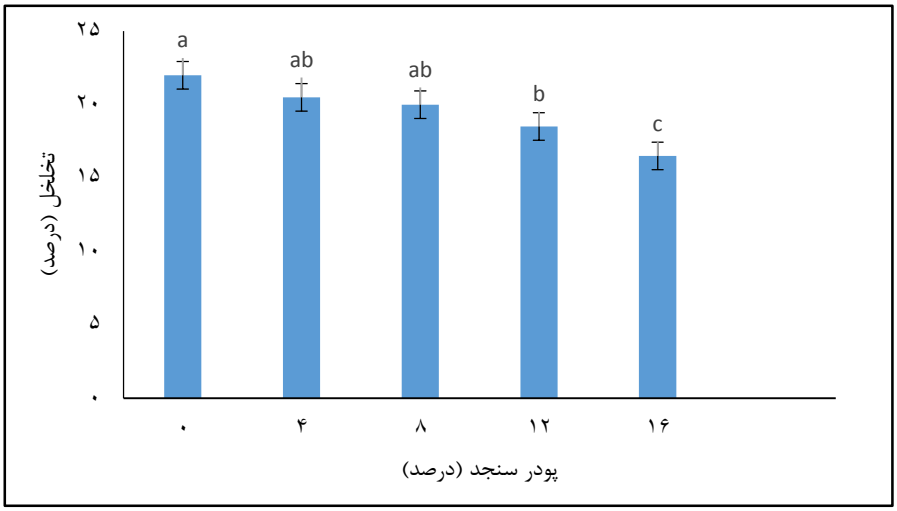
ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($p<0.05$).

نتایج آزمون تخلخل

شکل ۲ نشان می‌دهد افزودن پودر سنجد سبب کاهش تخلخل ساختمان نان تست می‌شود، به طوری که در نمونه‌های حاوی ۱۲ و ۱۶ درصد پودر سنجد تفاوت معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد وجود دارد. یکی از مهمترین ویژگی‌های کیفی نان تست، داشتن ساختاری متخلخل است که این ساختار از طریق انبساط حباب‌های هوا و افزایش حجم در فرایند پخت ایجاد می‌شود. ترکیبات موجود در خمیر بر پایداری خمیر طی مرحله پخت و در نتیجه افزایش اندازه و تعداد حباب‌های هوا و توزیع آنها در بافت محصول مؤثر است Nourmohammadi *et al.*, 2001). کاهش درصد تخلخل در نمونه‌های حاوی بیش از ۸ درصد پودر سنجد می‌تواند به دلیل کاهش میزان گلوتن در فرمولاسیون و اختلال در نگهداری سلول‌های گازی به دلیل جذب بیش از حد آب توسط خمیر تهیه شده از این نمونه‌ها، غیر فعال شدن مخمر و در نتیجه کاهش تعداد سلول‌های گازی و پخش یکنواخت آن در محصول نهایی باشد. صحرائیان و همکاران (Sahraiyan *et al.*, 2013) در

بررسی‌های خود روی میزان تخلخل بافت نان، به این نکته اشاره می‌کنند که استفاده از افزودنی‌هایی که سبب افزایش بیش از حد جذب آب خمیر شوند اثر مخرب بر فعالیت مخمر دارند و باعث کاهش میزان تخلخل بافت می‌شوند.

نتایج مشابهی در تحقیقات ایوبی (Ayoubi, 2019) روی جایگزینی آرد گندم با پودر سنجد کامل بر ویژگی‌های کیفی کیک فنجانی گزارش شده است.



شکل ۲- تأثیر افزودن پودر سنجد بر درصد تخلخل نان تست

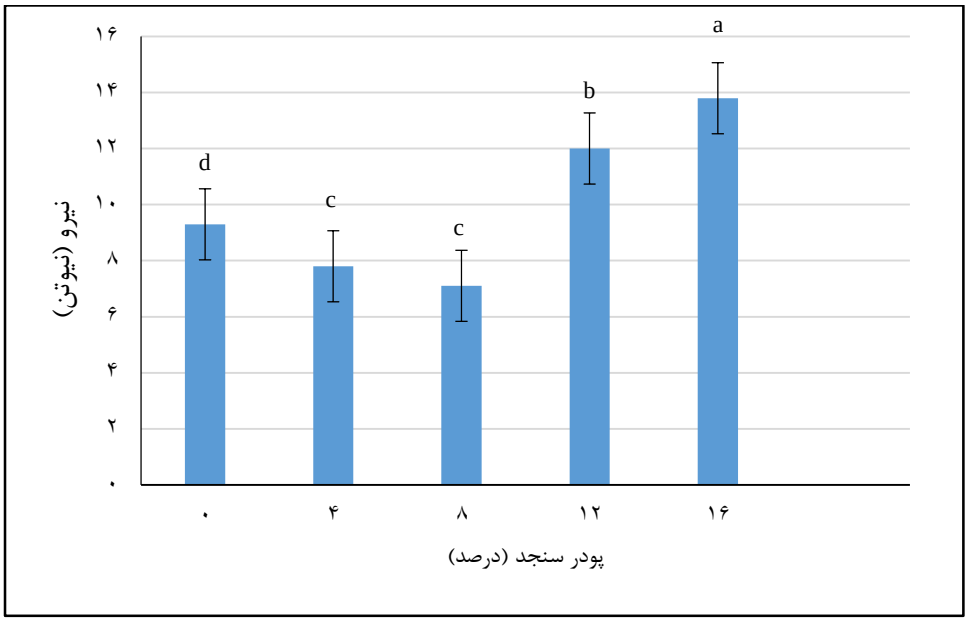
ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($p<0.05$).

نتایج آزمون بافت

بافت مواد غذایی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های کیفی محصول است و نقش مهمی در پذیرش‌کلی توسط مصرف‌کنندگان دارد. نتایج آزمون بافت نان‌های تست با مقادیر مختلف پودر سنجد در شکل ۳ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، افزودن پودر سنجد تا سطح ۸ درصد با کاهش سفتی و در سطوح بالاتر با افزایش سفتی همراه است. دلیل کاهش میزان سفتی نمونه‌های حاوی ۴ و ۸ درصد پودر سنجد، نسبت به نمونهٔ شاهد، را می‌توان چنین تفسیر کرد که ترکیبات فیبری (مانند ترکیبات فیبری سنجد) در فرمولاسیون نان چنانچه در سطوح مورد نیاز استفاده شوند با جذب متناسب آب، مانع از اتلاف رطوبت (یکی از عوامل مهم در سفتی و بیاتی نان) می‌شوند. این ترکیبات همچنین می‌توانند با مولکول‌های نشاسته واکنش دهند و فرآیند بیاتی (رتروگراداسیون) را به تعویق اندازند (Ahlborn *et al.*, 2005). وطن‌دوست و همکاران (Vatandoust *et al.*, 2015) نیز گزارش دادند که افزودن پودر سنجد به نان همبرگر تا سطح ۱۰ درصد، با کاهش سفتی و در سطوح بالاتر از ۱۰ درصد با افزایش سفتی همراه بوده است.

این محققان افزایش معنی‌دار سفتی بافت نان در سطح ۱۵ درصد را به کاهش حجم و نیز ضخیم شدن دیواره‌های اطراف حبابچه‌های هوای موجود در مغز نان نسبت داده‌اند.

نتایج به دست آمده در زمینهٔ بافت با نتایج تحقیقات سهان و همکاران (Sahan *et al.*, 2013) در استفاده از پودر سنجد به‌جای آرد گندم در فرمولاسیون کلوچه مطابقت دارد.



شکل ۳- تأثیر افزودن پودر سنجد بر بافت نان تست

ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($p<0.05$).

نتایج ارزیابی مؤلفه‌های رنگی مغز نان تست (a* b* L*)

در جدول ۳ کاملاً مشهود است که با افزودن پودر سنجد در همه سطوح، فاکتور L* را که نمایانگر روشنی رنگ بافت مغز نان تست است با کاهش معنی‌داری روبه‌رو کرده است. فاکتور a* که نمایانگر گرایش رنگ بافت مغز نان به سمت قرمز است در همه نمونه‌ها با افزایش پودر سنجد افزایش معنی‌داری دارد. کاهش فاکتور b* که نمایانگر کاهش رنگ زرد بافت مغز نان تست است در همه تیمارها نسبت به نمونهٔ شاهد معنی‌دار بود. مجموع این فاکتورها به افزایش معنی‌دار میزان قهوه‌ای شدن رنگ مغز (اندیس BI) نان تست حاوی پودر سنجد نسبت به نمونهٔ شاهد انجامیده است. از آنجا که پودر سنجد، نسبت به آرد گندم، قهوه‌ای‌تر است، اضافه کردن آن در حالت طبیعی می‌تواند رنگ مغز نان را تیره‌تر کند که از این نظر با نتایج بررسی‌های وطن‌دوست و همکاران (Vatandoust *et al.*, 2015) که اثر افزودن پودر سنجد را به نان همبرگر بررسی کرده‌اند مطابقت دارد. پودر سنجد حاوی مقادیر بالایی قند مونوساکارید (گلوکز و فروکتوز) است که هر دو می‌توانند در واکنش میلارد شرکت کنند و میزان قهوه‌ای شدن مغز نان را در اثر اضافه شدن پودر سنجد افزایش دهند. این نتیجه‌گیری با نتایج بررسی‌های سهان و همکاران (Sahan *et al.*, 2013) مطابقت دارد. تیرگی رنگ بافت دونات با افزودن پودر سنجد به محصول در تحقیق مهربان و همکاران (Mehraban *et al.*, 2013) نیز گزارش شده است.

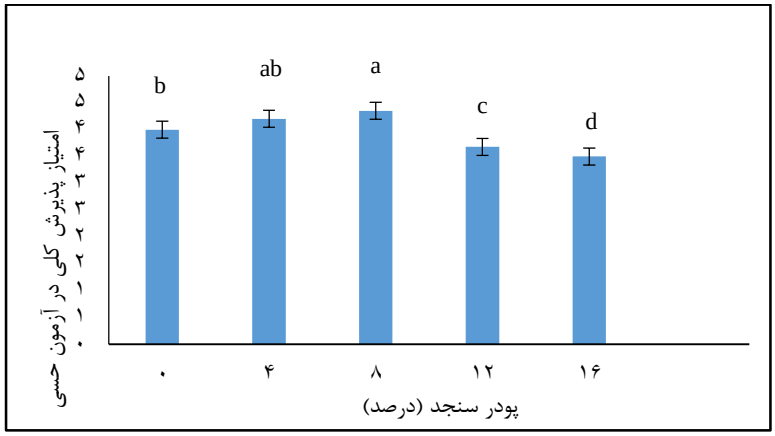
جدول ۳-تأثیر پودر سنجد در سطوح متفاوت بر میزان مؤلفه‌های رنگی مغز نان تست

پودر سنجد (درصد)	مؤلفه‌های رنگی			
	L*	a*	b*	BI
صفر (شاهد)	۴۶/۵۸±۰/۱۲^{a}	-۲/۳۵±۰/۰۴^{e}	۳۲/۲۵±۰/۰۵^{a}	۱۰۲/۵۴±۰/۰۳^{e}
۴	۴۱/۳۶±۰/۲۲^{b}	-۱/۲۶±۰/۰۸^{d}	۳۱/۳۵±۰/۴۸^{b}	۱۱۲/۲۶±۰/ ۰۲^{d}
۸	۳۸/۶۵±۰/۲۱^{c}	-۰/۲۶±۰/۰۶^{c}	۲۸/۱۴±۰/۵۳^{c}	۱۲۵/۲۸±۰/۰۲^{c}
۱۲	۳۳/۵۸±۰/۴۲^{d}	۰/۹۸±۱/۰۲^{b}	۲۷/۲۲±۰/۵۵^{d}	۱۴۱/۳۹±۰/۰۱^{b}
۱۶	۳۰/۶۳±۰/۴۷^{e}	۱/۵۴±۰/۲۱^{a}	۲۵/۳۵±۰/۳۳^{e}	۱۴۸/۳۲±۰/۰۱^{a}

اعداد دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند ($p<0.05$).

پذیرش کلی

ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان می‌دهد مصرف‌کنندگان از نان‌های حاوی پودر سنجد تا میزان ۸ درصد رضایت بیشتری دارند تا نمونه شاهد؛ نمونه‌های حاوی ۱۲ و ۱۶ درصد پودر سنجد امتیاز کمتری نسبت به نمونه شاهد به دست آورده‌اند. امتیاز پذیرش‌کلی، میانگین امتیاز سایر ویژگی‌های حسی (شامل رنگ پوسته، قابلیت جویدن، سفتی بافت، طعم، تخلخل و خاصیت ارتجاعی) است. به نظر می‌رسد پذیرش مصرف‌کنندگان مرتبط باشد با کاهش سختی نان تست تولیدی تا سطح ۸ درصد پودر سنجد. وطن‌دوست و همکاران (Vatandoust *et al.*, 2015) اعلام کرده‌اند مصرف‌کنندگان از افزودن پودر سنجد به نان همبرگر تا سطح ۱۰ درصد رضایت بیشتری دارند ولی بین نمونه‌ها تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشده است. استفاده از پودر سنجد در کیک فنجانی تا سطح ۱۰ درصد، تأثیر نامطلوب بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی این نوع کیک ندارد و خواص حسی محصول را نیز حفظ می‌کند (Ayoubi, 2019). خاکی ریزی و همکاران (Khaki- Rizi *et al.*, 2012) به این نتیجه رسیدند که ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر حاوی ۱۰ درصد پودر سنجد، به دلیل افزایش میزان چربی و فیبر خام، نسبت به نمونه شاهد بهتر است. بنابراین بالا بودن سطح رضایت ارزیاب‌ها در نمونه‌های حاوی ۸ درصد پودر سنجد، نسبت به نمونه شاهد، قابل توجیه است.



شکل ٤-تأثیر افزودن پودر سنجد بر امتیاز پذیرش‌کلی نان تست در آزمون حسی
ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($p<0.05$).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که افزایش میزان پودر سنجد در فرمولاسیون نان تست به کاهش پروتئین، حجم و تخلخل و افزایش رطوبت، فیبر و رنگ قهوه‌ای نان، نسبت به نمونه شاهد، می‌انجامد. افزودن پودر تا سطح ۸ درصد سبب نرم شدن بافت نان‌ها، نسبت به نمونه شاهد، می‌شود ولی در سطوح بالای ۸ درصد افزایش سفتی بافت نان را به دنبال دارد. تجزیه و تحلیل آزمون‌های حسی نشان می‌دهد نمونه دارای ۸ درصد پودر سنجد بیشترین امتیاز را کسب کرده است. با توجه به نتایج به دست آمده، پودر سنجد به میزان ۸ درصد به‌جای آرد گندم، به دلیل خواص بافتی و حسی بهتری که نسبت به نمونه شاهد به دست می‌آورد، به عنوان یک افزودنی طبیعی و یک ترکیب غنی کننده در تولید این محصول پیشنهاد می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان در رابطه با انتشار مقاله ارائه شده به طور کامل از اخلاق نشر تبعیت کرده و از موارد سوء اخلاق از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافعی تجاری در این راستا وجود ندارد.

مراجع

AACC. 2000. Appproved Methods of the American Association of the Cereal Chemist, 10th edition. St. Paul, MN.

AACC. 2003. Approved Methods of Analysis of the American Association of Cereal Chemists, St. Paul. MN US.

Abedfar, A. and Sadeghi, A. 2015. Investigation of the effect of green squash on the characteristics of sourdough toast bread. Journal of Innovative Food Technologies. 3 (10): 42-53. (in Persian)

Ahlborn, G.J., Pike, O.A., Hendrix, S.B., Hess, W.M. and Huber, C.S. 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten free bread. Cereal Chemistry. 5(82): 328-335.

Akbolat, D., Ertekin, C., Menges, H.O., Guzel, E. and Ekinci, K. 2008. Physical and nutritional properties of oleaster (*Elaegnus angostifolia* L.) growing in Turkey. Asian of Journal Chemistry. 20(3): 2358-2366.

Aparicio-Saguilán, A., Sayago-Ayerdi, S.G., Vargas-Torres, A., Tovar, J., Ascencio-Otero, T.E. and Bello-Pérez, L.A., 2007. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. Journal of Food composition and Analysis, 20(3-4):175-181.

Amiri Chayjan, R., Bahrabad, S.M.T. and Rahimi Sardari, F. 2014. Modeling Infrared-Covective Drying of Pistachio Nuts under Fixed and Fluidized Bed Conditions. Journal of Food Processing and Preservation, 38(3):1224-1233.

Ayoubi, A. 2019. The effect of wheat flour replacement with eleaagnus angustifolia powder on quality characteristics of cupcake. Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 10(2): 79-88. (in Persian)

Bhat, M.A. and Anju, B. 2013. Study on physico-chemical characteristics of pumpkin blended cake. Journal of Food Processing and Technology, 4(9):1-4.

Chiavaro, E., Vittadini, E., Musci, M., Bianchi, F. and Curti, E. 2008. Shelf-life stability of artisanally and industrially produced durum wheat sourdough bread ("Altamura bread"). LWT-Food Science and Technology, 41(1): 58-70.

El-Demery, M. E. 2001. Evaluation of physico-chemical properties of toast breads fortified with pumpkin (*cucurbita moschata*) flour. Home Economics Department, Faculty of Specific Education Kafr-Elsheikh University, Egypt. The 6th Arab and 3rd International Annual Scientific Conference Report, 2001, 2146-2157.

Erdemoglu, N., Akkol, E.K., Yesilada, E. and Calış, I., 2008. Bioassay-guided isolation of anti-inflammatory and antinociceptive principles from a folk remedy, Rhododendron ponticum L. leaves. Journal of Ethnopharmacology, 119(1): 172-178.

Goncharova, N.P. and Glushekova, A.I. 1990. Lipids of elaeagnus fruits. Khimiya Prirodnykh Soedinii (Tashkent). 1, 17-21.

Khaki-Rizi, M., Ataye Salehi, E., Mosharaf, L. and Tajali, F. 2012. Investigation of physicochemical compositions of *Elaeagnus angustifolia* L. fruit for using in food industry. Journal of Herbal Drugs. 3(1): 15-20. (in Persian)

Mashayekh, M., Mahmoudi, M.R. and Entezari, M.H. 2007. Evaluation the effect of oil free soy flour on organoleptic and biological Taftun bread. Journal of Nutrition Science and Food Technology. 2(3): 73-80. (in Persian)

Mehraban, M., Mohammadi Sani, A. and Sarraf, M. 2013. Study physicochemical and organoleptical properties of donut enriched with *Eleaagnus angustifolia* flour. National conference of Passive Defense in Agriculture. Nov 19; Gheshm, Iran. (in Persian)

Movahhed, S. and Mirzaei, M. 2013. Evaluation of staling rate and quality of gluten-free toast breads on rice flour basis. Research journal of Applied Sciences. Engineering and Technology. 5(1): 224-227.

Nourmohammadi, E, Peighambardoust, S. H., Olad Ghaffari, A., Azadmard-Damirchi, S. and Hesari, J. 2001. Effect of sucrose replacement with polyols and aspartame on the characteristics of sponge cake. Journal of Food Research. 21(2): 155-165. (in Persian)

Pour Abedin, A. and Aarabi, A. 2018. Effect of flax flour extraction (*Linum usitatissimum*) on staling and sensory properties of toast bread. Journal of Food Technology & Nutrition. 15(2): 45-54. (in Persian)

Rajabzadeh, N. 2000. Bread Technology. Tehran University Press. p. 341-344. (in Persian)

de Mello, M.L., Bora, P.S. and Narain, N., 2001. Fatty and amino acids composition of melon (*Cucumis melo* var. saccharinus) seeds. Journal of Food Composition and Analysis. 14(1): pp.69-74.

Sahan, Y., Dundar, A.N., Aydin, E., Kilci, A., dna Dulger, D., Kaplan, F. B., Gocmen, D. and Celik, G. 2013. Characteristics of cookies supplemented with oleaster (*Elaeagnus*

ngustifolia L.) flour. I Physicochemical, sensorial and textural properties. Journal of Agricultural. 5(2): 160-168.

Sahraiyan, B., Mazaheri Tehrani, M., Naghipour, F., Ghiafeh Davoodi, M. and Soleimani, M. 2013. The effect of mixing wheat flour with rice bran and soybean flour on physicochemical and sensory properties of baguettes. Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. 8(3): 229-240. (in Persian)

Sangnark, A. and Noomhorm, A., 2004. Effect of dietary fiber from sugarcane bagasse and sucrose ester on dough and bread properties. LWT-Food Science and Technology. 37(7): 697-704.

Sun, D. 2008. Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation. Academic Press. New York.

Vatandoust, S., Azizi, M. H., Hojjatoleslami, M., Molavi, H. and Raesi, Z. 2015. The effect of adding *Eleaagnus angustifolia* powder to quality characteristics of burger's bread. Iranian Journal of Food Science and Technology. 49(12): 73-84. (in Persian)

Huang, W., Kim, Y., Li, X. and Rayas-Duarte, P., 2008. Rheofermentometer parameters and bread specific volume of frozen sweet dough influenced by ingredients and dough mixing temperature. Journal of Cereal Science, 48(3), pp.639-646.

Zargari, A. 1990. Medicinal Plants. Tehran University press, Tehran. Vol. 4. pp: 275-7. (in Persian)

Zaree, Z., Noori, L. and Fahim Danesh, M. 2016. Study effect of wheat flour replacement with *Eleaagnus angustifolia* flour on physicochemical and sensorial properties of oil cake. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 8(2): 55-63. (in Persian)

Food Engineering Research/Vol.19/No.68/Spring and Summer 2019/P: 155-168

Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

The Effect of Wheat Flour Replacement with *Eleaagnus Angustifolia* Powder on Physicochemical and Sensory Properties of Toast Bread

M. S. Nasrabadi*, H. Nori –Topkanloo

* Corresponding Author: Instructor, Department of Food Science and Technology, Technical Faculty of Neyshabour Girls, Neyshabur Branch, Technical and Vocational University (TVU), Razavi Khorasan Province, Mashhad, Iran. Email: mohammadnasrabadi33@yahoo.com
Received: 12 February 2019, Accepted: 1 June 2019
http://doi: 10.22092/fooder.2019.125299.1202

Abstract

Angutifolia contains a lot of protein, minerals, phenolic compounds and dietary fiber, and flour can be used as a primitive raw material for the production of bakery products. In this study, the effects of replacing wheat flour with angustifolia powder on bread viscosity, physicochemical and sensory properties of bread was investigated. For this purpose, the angustifolia powder was added to wheat flour at five levels of 0, 4, 8, 12 and 16 percent and the bread was prepared. As a result of increasing the amount of angustifolia powder, the fiber percentage, bread moisture and a * color component significantly increased and the percentage of bread protein and color components L * and b * had a significant decrease compared to the control. Specific volumes and porosity of breads containing angustifolia powder at a level of 8% had no significant difference with the control, but at higher levels the specific volume and porosity of the breads decreased. The tissue of breads, when 8% of the angustifolia powder was added, was softer than that the control but was tightened at the higher levels. In terms of general acceptance, the breads containing 8% of angustifolia powder had the highest score. According to the results, the samples containing 8% of angustifolia powder, due to its texture and sensory properties, were better than the control, they contain more fibers and less energy.

Keywords: Bakery products, High fiber, Loaf bread, Porosity