نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد ششم، شماره دوم، ۹۳
۱-۱۶
http://ejfpp.gau.ac.ir

ارزیابی تأثیر زمان تخمیر نهایی و دمای پخت بر کاهش ضایعات و بهبود ویژگی‌های نان ترکیبی (گندم- سورگوم)

بهاره صحرائیان[۱]، *فریبا نقی‌پور[۱]، مهدی قیافه داودی[۲]، محمدباقر حبیبی نجفی[۳] و محمدحسین حداد خداپرست[۳]

[۱]دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۲]استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
[۳]عضو هیات‌علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۱/٤/۰٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲٦

چکیده

با توجه به این‌که یکی از سیاست‌های دولت ایجاد امنیت غذایی پایدار می‌باشد، کاهش ضایعات نان و جایگزینی بخشی از گندم مصرفی با سایر غلات، ذهن محققان زیادی را به خود جلب کرده است. هدف از این پژوهش استفاده ازآرد سورگوم به عنوان جایگزین قسمتی از آرد گندم در تولید نان و ارزیابی تاثیر زمان تخمیر نهایی (در سه سطح ۳۰، ٤٥ و ٦۰ دقیقه) و دمای پخت (۲٤۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد) بر خواص کمی و کیفی (بافت، رطوبت، فعالیت آبی، حجم، تخلخل، رنگ پوسته و پذیرش کلی) نان ترکیبی (گندم- سورگوم) بود. در این تحقیق به‌منظور اندازه‌گیری میزان تخلخل و رنگ پوسته، نرم‌افزار Image J مورد استفاده قرار گرفته است. بر مبنای نتایج به‌دست آمده، مدت زمان تخمیر نهایی و دمای پخت بر سرعت بیاتی و ماندگاری نان در سطح P<۰/۰۵ اثرگذار بوده است و علاوه‌بر این نمونه‌های دارای زمان تخمیر نهایی ٤٥ دقیقه و دمای پخت ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به سایر نمونه‌ها از سرعت بیاتی کمتری در طی ۷۲ ساعت پس از پخت برخوردار بوده‌اند. سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده هم در مورد این نمونه‌ها دارای مقبولیت بیشتری بوده‌اند.

واژه‌های کلیدی: نان ترکیبی، زمان تخمیر نهایی، دمای پخت، ماندگاری، پردازش تصویر

*نویسنده مسئول: naghipoor_f@yahoo.com

مقدمه

نان از منابع اصلی الگـوی غـذایی روزانـه مـردم اسـت و بخـش عمـده‌ای از انـرژی، پـروتئین و ویتامین‌های موردنیاز روزانه ی بدن را تأمین می‌کند (کوهستانی و همکـاران، ۱۹٦۹). بنـابراین ارتقـای کیفیت، ماندگاری و کاهش ضایعات نان، مساله‌ای است که ذهن محققان زیـادی را بـه خـود مشـغول کرده است. ضایعات نان به‌طور عمده در نتیجه فرآیند تولید غیراصولی و ناصحیح که منجـربـه تولیـد محصولی با بافت سفت و خشک، بو، مزه و رنگ نامطلوب و بیاتی زودرس می‌شود، به‌وجود مـی‌آیـد (احمدی ندوشن، ۱۹۹٤؛ قنبری و شاهدی، ۲۰۰۸). با توجه به مطالعات صورت گرفته در ایـن زمینـه، یکی از دلایل ضایعات نان و بیاتی آن عدم توجه به زمان تخمیر نهایی و دمای صحیح پخت است. در همین راستا قنبری و شاهدی (۲۰۰۸) در پژوهشی به مطالعه تأثیر دما و زمان پخت بر کیفیت و سرعت بیاتی نان تافتون پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داده است که نان‌های پخت شده در شرایط متفاوت دما و زمان دارای اختلاف معنی‌داری در مقدار رطوبت و سرعت بیاتی بودند و نمونه‌هایی که در زمـان زیاد و دمای کم پخت شدند، دارای کمترین میزان رطوبت و بیشترین مقدار سفتی مغز نـان بودنـد. در پژوهشی دیگر، نقی‌پور و همکاران (۲۰۱۲) اثر دما و زمان پخت را بر ویژگی‌های کمی و کیفـی نـان بربری نیمه حجیم مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که نمونه‌های پخـت شـده در دمای ۲٤۰، ۲۷۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۵، ۱۰ و ۵ دقیقه نسبت به سایر تیمارها از سـرعت بیاتی کمتری در طی ۷۲ ساعت پس از پخت برخوردار بودند. اکرم و همکاران (۱۹۹۸) روند تغییرات دما و رطوبت در فرایند پخت کیفی نان بربری در تنور الکتریکی را بررسی کردند. در پژوهش آن‌ها از سه دمای ۲۱۵، ۲۳۰ و ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد که در نهایت براساس آزمون‌های حسی، نان پخت شده تحت شرایط ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمـان ۲٤ دقیقـه بـه‌عنـوان نمونـه ی مطلـوب انتخاب شد. فریدی و روبنتالر (۱۹۸٤) تأثیر زمان و دمای پخت را بر میزان ژلاتینه شدن و بیاتی یـک نوع نان مسطح مصری در تنور الکتریکی بررسی نمودند. طبق یافته‌های این محققان مشـخص گردیـد بین سرعت بیاتی و میزان نشاسته ژلاتینه شـده هـر یـک از نمونـه‌هـا رابطـه ی مثبتـی وجـود دارد و نمونه‌های پخت شده در دمای بالا و زمان کم از کیفیت بالاتری برخوردار هستند. از سوی دیگر قیافـه داودی و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی اثر سه زمان تخمیر نهایی ۲۵، ۳۵ و ٤۵ دقیقـه بـر کیفیـت نـان بربری پرداختند که نتایج نشان داد کمترین نیروی فشردگی، بیشترین میزان تخلخل مغـز نـان، بهتـرین رنگ پوسته و ویژگی‌های حسی مربوط به نمونه‌های پخت شده در زمان تخمیر نهایی ٤۵ دقیقـه بـود.

همچنین صحرائیان و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی به بررسی اثر امولسیفایر و زمان تخمیر نهایی (۳۰، ٤٥ و ٦۰ دقیقه) بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر، کاهش بیاتی و بهبود خواص فیزیکی نان ترکیبی پرداختند. نتایج این پژوهش حاکی از این بود که جهت تهیه این نوع نان در حضور امولسیفایر، بهترین زمان تخمیر نهایی، مدت زمان ٤٥ دقیقه است که سبب بهبود ویژگی‌هایی از قبیل رنگ پوسته، میزان تخلخل، حجم، بافت و در نهایت افزایش مقبولیت از سوی داوران چشایی (پذیرش کلی) گردید. از سوی دیگر با توجه به نیاز روز افزون تولید نان ترکیبی، کاهش گندم مصرفی و افزایش بهره‌وری اقتصادی، شناسایی جایگزین‌های مناسب بخشی از آرد گندم در تولید نان که به‌عنوان قوت غالب اقشار مختلف جامعه می‌باشد، امری ضروری است. سورگوم[1] به‌عنوان یک جایگزین مناسب گندم در محصولات صنایع پخت، از نظر اهمیت غذایی پنجمین غله ی دنیا پس از گندم، ذرت، برنج و جو محسوب می‌شود. همچنین سورگوم گیاه مقاومی است و در شرایطی که برای بیشتر غلات نامناسب است، قادر به تولید بذر می‌باشد (المدرس، ۲۰۰۸). از این‌رو هدف از انجام این پژوهش ارزیابی تأثیر زمان تخمیر نهایی در سه سطح ۳۰، ٤٥ و ٦۰ دقیقه و دمای پخت در سطح ۱۸۰، ۲٤۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد بر میزان سفتی مغز نان، حجم، تخلخل، مؤلفه‌های رنگ پوسته (L a*b**)، رطوبت، فعالیت آبی و ویژگی‌های حسی نان ترکیبی (گندم- سورگوم) است.

مواد و روش‌ها

برای به‌دست آوردن نمونه مناسب برای این تحقیق آرد گندم (ستاره) با درجه استخراج ۸۳ درصد از کارخانه آرد گلمکان مشهد و آرد سورگوم از شهرستان زابل تهیه گردید. به‌منظور تعیین ویژگی‌های شیمیایی هر دو نوع آرد از آزمون استاندارد (AACC، ۲۰۰۰) استفاده شد.

در این تحقیق از آرد گندم و سورگوم به‌ترتیب به‌میزان ۸۰ و ۲۰ درصد استفاده گردید. فرمولاسیون نان تولیدی حاوی آرد (۳۰۰۰ گرم)، آب (۱٦٥۰ گرم)، مخمر خشک فعال (٦۰ گرم) (خریداری شده از شرکت خمیر مایه رضوی، مشهد)، نمک طعام (٤٥ گرم)، شکر (٤٥ گرم) و روغن (٤٥ گرم) بود. همچنین از صمغ گوار (خریداری شده از شرکت رودیا، فرانسه) به‌میزان ۱٥ گرم در فرمولاسیون استفاده شد (نقی‌پور و همکاران، ۲۰۱۲).

1- *Sorghum bicolor* (L.) Moench

به‌منظور تولید نان ابتدا کلیه مواد اولیه خشک در مخزن همزن (Electra EK-230M) ریخته شد و آب مورد نیاز به آن افزوده گردید و خمیر با ۱۵۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد، روغن فرمولاسیون در دقیقه ششم پس از تشکیل بافت اصلی خمیر به فرمول اضافه گردید. پس از تهیه خمیر، تخمیر اولیه به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت، سپس خمیر به قطعات ۲۵۰ گرمی تقسیم و پس از عمل چانه‌گیری به منظور سپری شدن زمان تخمیر میانی به‌مدت ۱۰- ۸ دقیقه در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد. بعد از طی شدن این مرحله و رول کردن خمیر، تخمیر نهایی در گرمخانه (مجهز به نمایشگر دما و رطوبت) (Zuccihelli Forni، ساخت کشور ایتالیا) با دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۸۰-۷۵ درصد و در مدت زمان ۳۰، ٤٥ و ٦٠ دقیقه انجام شد. سپس عمل پخت در فر گردان با هوای داغ (Zuccihelli Forni، ساخت کشور ایتالیا) به‌ترتیب با دمای ۱۸۰، ۲٤٠ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۱۵ دقیقه انجام شد. طبقه بندی تیمارها بر اساس زمان تخمیر و دمای پخت مورد بررسی در جدول ۱ ارائه گردیده است. پس از سرد شدن (به‌مدت ۲۰ دقیقه در محیط اتاق تا دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد)، هر یک از نمونه‌ها (با مشخصات ۲۵ سانتی‌متر طول، ۱۵ سانتی‌متر عرض و ۲ سانتی‌متر ضخامت) در کیسه‌های پلی اتیلنی به‌منظور ارزیابی خصوصیات کیفی و کمی، بسته‌بندی و تا زمان انجام آزمایشات در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند (کریمی و همکاران، ۲۰۱۱؛ صحرائیان و همکاران، ۲۰۱۱؛ نقی‌پور و همکاران، ۲۰۱۱).

جدول ۱- کدگذاری تیمارهای آزمایش.

تیمار	زمان تخمیر نهایی (دقیقه)	دمای پخت (درجه سانتی‌گراد)
۱	۳۰	۱۸۰
۲	۳۰	۲٤٠
۳	۳۰	۳۰۰
٤	٤٥	۱۸۰
٥	٤٥	۲٤٠
٦	٤٥	۳۰۰
۷	٦٠	۱۸۰
۸	٦٠	۲٤٠
۹	٦٠	۳۰۰

آزمون ارزیابی بافت: به‌منظور ارزیابی بافت نان ترکیبی از بافت‌سنج[1] QTS مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان استفاده گردید. بدین طریق نیروی لازم توسط یک پروب استوانه‌ای (۲/۵ سانتی‌متر عرض در ۱/۸ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه و عمق نفوذ ۳۰ میلی‌متر به داخل نمونه‌های نان با ضخامت ۲ سانتی‌متر محاسبه گردید (Trigger Value: 0.05 N و Target Value: 30 mm). این آزمون در فاصله زمانی ۳، ٢٤ و ۷۲ ساعت پس از نگهداری نان در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) انجام شد و پارامتر اندازه‌گیری شده در این آزمون، سفتی مغز نان بود (پورفرزاد و همکاران، ۲۰۰۹).

آزمون رطوبت‌سنجی: رطوبت مغز هر یک از نمونه‌ها در فاصله زمانی سه ساعت پس از پخت با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج[2] مدل (MX-50A and D Co. Limited, Tokyo, Japan) محاسبه گردید (نقی‌پور و همکاران، ۲۰۱۲).

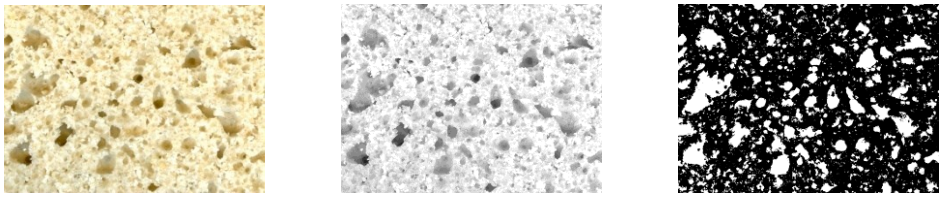
آزمون اندازه‌گیری فعالیت آبی: فعالیت آبی هر یک از نمونه‌ها در فاصله زمانی سه ساعت پس از پخت با استفاده از فعالیت آب سنج[3] مدل Novasina ms1-aw Axair Ltd، ساخت کشور سوئیس در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید (نقی‌پور و همکاران، ۲۰۱۲).

آزمون ارزیابی حجم نان: حجم نان‌های تولیدی در فاصله زمانی سه ساعت پس از پخت، به روش جایگزینی دانه کلزا (۲۰۰۰، AACC) و بر اساس ۱۰۰ گرم وزن نمونه تعیین گردید. نمونه‌های مورد استفاده دارای ابعاد یکسان (۱۰×۱۰ سانتی‌متر) بوده و از مرکز هندسی نان تهیه شدند.

آزمون ارزیابی میزان تخلخل مغز نان: به‌منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز نان از تکنیک پردازش استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ٤ در ٤ سانتی‌متر از مغز نان تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد (شکل ۱- الف). تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت[4]، تصاویر سطح خاکستری[5] (شکل ۱ ب) ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی[6]، قسمت دودویی نرم‌افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است (شکل ۱ ج) که محاسبه ی نسبت نقاط روشن به تاریک به‌عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها بر آورد می‌شود. بدیهی است که هر

1- Texture Analyzer
2- Moisture Analysis
3- Water activity meter
4- Bit
5- Gray level images
6- Binary images

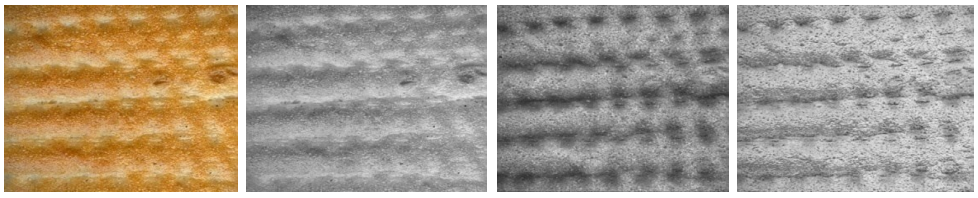
چقدر این نسبت بیشتر باشد معنی اش این است که میزان حفرات موجود در بافت نان (میزان تخلخل) بیشتراست. در عمل با فعال کردن قسمت آنالیز نرم‌افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که این آزمون در فاصله زمانی سه ساعت پس از پخت انجام گرفت (هارالیک و همکاران، ۱۹۷۳).



الف ب ج

شکل ۱- نمونه تصویر تبدیل شده: الف: نمونه تصویر مغز نان، ب: نمونه تصویر خاکستری، ج: نمونه تصویر دودویی.

آزمون ارزیابی رنگ پوسته: آنالیز رنگ پوسته در فاصله زمانی سه ساعت پس از پخت از طریق تعیین سه شاخص L^*، a^* و b^* صورت پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است (شکل ۲ ب). شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه ی آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است (شکل ۲ ج). شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه ی آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد (شکل ۲ د). جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد ٤ در ٤ سانتی‌متر از پوسته نان تهیه گردید (شکل ۲ الف) و به‌وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد. سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد (سان، ۲۰۰۸).



الف ب ج د

شکل ۲- نمونه تصویر تبدیل شده: الف: نمونه تصویر پوسته نان، ب: مؤلفه L^* تصویر، ج: مؤلفه a^* تصویر، د: مؤلفه b^* تصویر.

آزمون ارزیابی خصوصیات حسی نان: آزمون حسی با استفاده از روش پیشنهادی رجب‌زاده انجام شد. ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده انتخاب گردیدند و سپس خصوصیات حسی نان از نظر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه که به‌ترتیب دارای ضریب رتبه ٤، ۲، ۱، ۲، ۲، ۳ و ۳ بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. با داشتن این معلومات، پذیرش کلی (عدد کیفیت نان) با استفاده از رابطه ۲-۱ محاسبه گردید (رجب‌زاده، ۱۹۹۱).

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

رابطه ۲-۱

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

تجزیه و تحلیل آماری: نتایج به‌دست آمده از پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c نسخه ۱/٤۲ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل دو عامله که عامل اول در آن زمان تخمیر نهایی (در سه سطح ۳۰، ٤۵ و ٦۰ دقیقه) و عامل دوم دمای پخت (در سه سطح ۱۸۰، ۲٤۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد) بود، مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین سه تکرار هر یک از نمونه‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج خصوصیات شیمیایی آرد: ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم شامل رطوبت (۱۳/٦ درصد)، پروتئین (۱۰/۳ درصد)، خاکستر (۰/٦٤ درصد)، گلوتن خشک (۹/۳ درصد) و عدد فالینگ (٤۰۲ ثانیه) و آرد سورگوم با خصوصیات شیمیایی رطوبت (۱۱/٦ درصد)، پروتئین (۹/۵ درصد)، چربی (۳/۲۵ درصد)، کربوهیدرات (۷۱/۲ درصد)، فیبر (۱/۸۳ درصد) و گلوتن (صفر درصد) بود.

نتایج آزمون ارزیابی بافت: بررسی آماری نتایج حاصل از آزمون بافت‌سنجی که در جدول ۲ آورده شده است، نشان داد که در بین تیمارها اختلاف معنی‌دار (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) وجود دارد. نمونه‌های دارای زمان تخمیر نهایی ٤۵ دقیقه نسبت به سایر نمونه‌ها از میزان سفتی مغز کمتری در طی ۷۲ ساعت نگهداری پس از پخت برخوردار بودند. این امر را می‌توان به تولید یکنواخت‌تر و هم اندازه‌ی حباب‌های گاز که در نهایت در تولید محصولی پوک و متخلخل به‌طوری که میزان سفتی مغز

در مقایسه با سایر نمونه‌ها در حداقل مقدار باشد، نسبت داد. نتایج این بخش با نتایج مطالعات صحرائیان و همکاران (۲۰۱۱) که عنوان کردند در بین سه زمان تخمیر نهایی ۳۰، ٤٥ و ٦٠ دقیقه، زمان تخمیر نهایی ٤٥ دقیقه کمترین اثر را بر میزان فشردگی بافت نان ترکیبی (گندم–سیب‌زمینی) داشت، مطابقت دارد. از سوی دیگر نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که مغز نمونه‌های پخت شده در دمای ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد، دارای کمترین میزان فشردگی و سفتی در طی دوره ماندگاری می‌باشند که علت این امر کاهش از دست دادن رطوبت در طی زمان پخت و سرعت بیاتی کمتر در طی زمان نگهداری است. نتایج این پژوهش با نتایج نقی پور و همکاران (۲۰۱۲) که گزارش نمودند استفاده از دمای ۲٤۰ و ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد جهت پخت نان در کاهش پیشرفت بیاتی و میزان سفتی مغز نان در طی زمان نگهداری مؤثر است، مطابقت دارد.

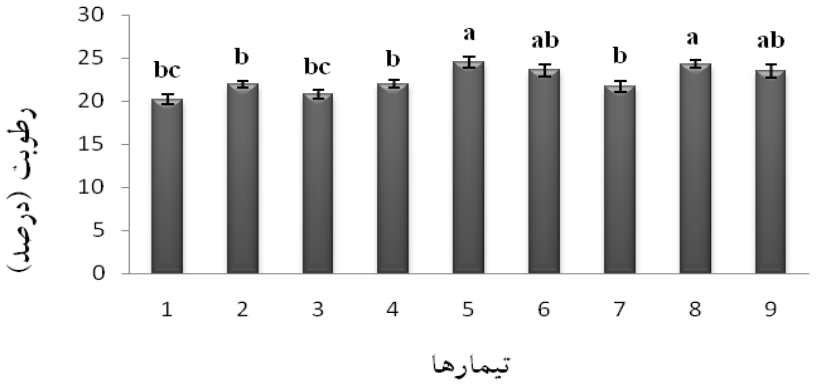
جدول ۲- تأثیر زمان تخمیر نهایی و دمای پخت بر میزان سفتی مغز نان ترکیبی (گندم- سورگوم).

تیمار	سفتی (نیوتن)		
	۳ ساعت پس از پخت	۲٤ ساعت پس از پخت	۷۲ ساعت پس از پخت
۱	۱۹/ ۷٤±۱/۸۲^{a}	۲۲/٦٤±۰/٤۲^{a}	۲٥/۰۹±۲/۱۱^{a}
۲	۱۷/٥۱±۱/۱٤^{ab}	۱۹/۸۱±۱/۲٥^{bc}	۲۲/٥۸±۱/۳۷^{b}
۳	۱۷/۹۹±۰/٥۹^{ab}	۲۰/۳۷±۱/۰۷^{b}	۲۳/۱۲±۰/٤۹^{ab}
٤	۱۷/٤۳±۲/۰۸^{ab}	۱۹/٤٥±۰/٥٦^{bc}	۲۲/۹۱±۰/٥٤^{b}
٥	۱٥/۰۷±۰/٦۹^{bc}	۱٦/۲۱±۰/۳۷^{d}	۱۷/٤۹±۰/۲۷^{d}
٦	۱٦/۹٦±۱/۳٤^{b}	۱۹/۸۲±۰/۲۲^{bc}	۲۰/۰٤±۱/۰٤^{c}
۷	۱۹/٤۸±۱/٤۷^{a}	۲۲/٦٥±۱/۱۳^{a}	۲٤/۱۸±۲/۰۱^{ab}
۸	۱۷/۲۸±۲/۱۹^{ab}	۱۹/۳۲±۰/۰۹^{bc}	۲۲/٤۰±۱/٥۱^{b}
۹	۱۷/۹٤±۱/۳٥^{ab}	۲۰/۰۳±۰/۷٦^{b}	۲۲/۷۹±۰/۱۹^{b}

(حروف مشابه در هر ستون، از نظر آماری در سطح $P<۰/۰٥$ تفاوت معنی‌داری ندارند).

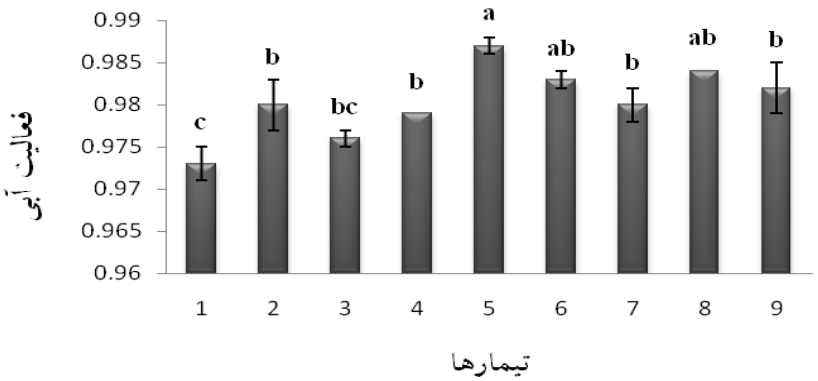
نتایج آزمون ارزیابی میزان رطوبت و فعالیت آبی: با توجه به بررسی های انجام شده و نتایج به‌دست آمده از آنالیز آماری (شکل ۳ و ٤) مشخص گردید که نمونه‌های دارای زمان تخمیر نهایی ٤٥ و ٦٠ دقیقه از میزان رطوبت و فعالیت آبی بیشتری برخوردارند. علت این امر را می‌توان به جذب و نگهداری بیشتر آب توسط شبکه گلوتنی نسبت داد. از سوی دیگر میزان رطوبت نمونه‌های پخت شده

در دمای ۱۸۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد از نمونه ی پخت شده در دمای ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد کمتر است که این موضوع خود می‌تواند دلیلی بر ایجاد بافتی بیش از اندازه سفت و خشک در نمونه‌های پخت شده در دمای ۱۸۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد باشد. از طرفی با توجه به رابطه مثبتی که میزان رطوبت با میزان فعالیت آبی دارد، انتظار می‌رود که نمونه پخت شده در دمای ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد دارای فعایت آبی بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها باشد که نتایج این پژوهش این موضوع را تأیید می‌کند.



شکل ۳- تأثیر زمان تخمیر نهایی و دمای پخت بر میزان رطوبت نان ترکیبی (گندم- سورگوم).

(حروف مشابه از نظر آماری در سطح P<۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری ندارند)



شکل ٤- تأثیر زمان تخمیر نهایی و دمای پخت بر میزان فعالیت آبی نان ترکیبی (گندم- سورگوم).

(حروف مشابه از نظر آماری در سطح P<۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری ندارند)

نتایج آزمون ارزیابی حجم و میزان تخلخل مغز نان: نتایج مربوط به ارزیابی حجم و میزان تخلخل مغز نان در جدول ۳ ارائه گردیده است. پس از مقایسه تیمارها مشخص گردید که نمونه‌های دارای زمان تخمیر نهایی ٤٥ دقیقه نسبت به سایر تیمارها از حجم و میزان تخلخل بیشتری برخوردارست که به‌نظر می‌رسد این امر با سرعت مناسب تخمیر که منجر به تولید بیشتر و یکنواخت‌تر شدن سلول‌های گازی و نیز افزایش حجم و میزان تخلخل بافت نان می‌شود، در ارتباط است. نتایج به‌دست آمده با نتایج پژوهش کریمی و همکاران (۲۰۱۱) و قیافه داودی و همکاران (۲۰۱۱) که عنوان نمودند زمان تخمیر نهایی ٤٥ دقیقه منجربه ایجاد بافتی پوک و متخلخل در مقایسه با نمونه‌های دارای زمان تخمیر ۲۵ یا ۳۵ دقیقه می‌شود، مطابقت دارد. از سوی دیگر نمونه‌های پخت شده در دمای ۱۸۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد دارای حجم و تخلخل کمتری بودند. علت این امر را می‌توان به بیش از حد خشک شدن نمونه‌های نان در دمای نامناسب پخت نسبت داد که با نظر قنبری و همکاران (۲۰۰۵) که بیان کردند دمای نامناسب پخت باعث خشک شدن بیش از اندازه و تشکیل پوسته ضخیم در نان می‌شود، مطابقت دارد.

جدول ۳- تأثیر زمان تخمیر نهایی و دمای پخت بر میزان تخلخل و حجم نان ترکیبی (گندم-سورگوم).

تیمار	حجم (سانتی‌متر مکعب/۱۰۰ گرم نان)	تخلخل (درصد)
۱	۱۸۵±۱۰^{cd}	۳۰/۹±۲/۲^{ef}
۲	۲۰٤±٤^{bc}	۳۹/۸±۱/۱^{c}
۳	۱۹۱±۲^{c}	۳۵/۳±۱/۱^{d}
٤	۱۹۹±۱^{bc}	۳٦/٤±۰/۷^{d}
٥	۲۲۷±۷^{a}	٤٥/۲±۱/۰^{a}
٦	۲۱٤±٤^{b}	٤۳/٤±۲/۱^{ab}
۷	۱۸۳±۳^{cd}	۳۲/۷±۱/٥^{e}
۸	۲۱۰±٥^{b}	٤۲/۷±۰/۷^{b}
۹	۱۹۲±۱۱^{c}	۳۹/۲±۰/٥^{c}

(حروف مشابه در هر ستون، از نظر آماری در سطح P<۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری ندارند.)

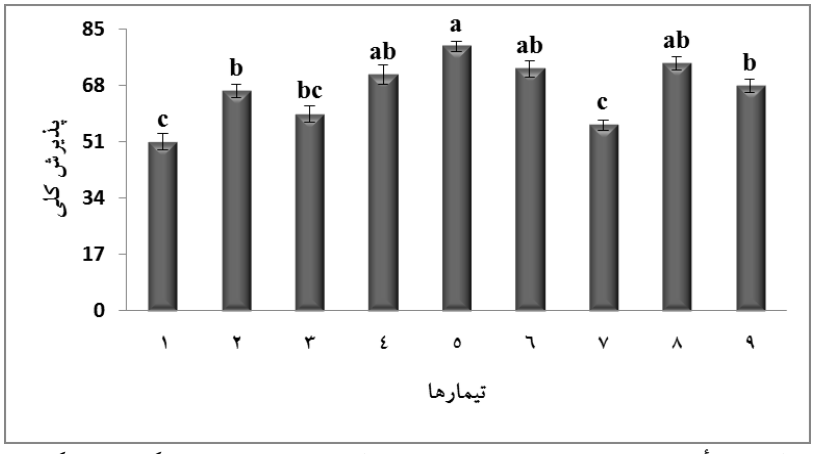
نتایج آزمون ارزیابی رنگ پوسته نان: نتایج مربوط بـه ارزیـابی رنـگ پوسـته بـا اسـتفاده از تکنیـک پردازش تصویر در جدول ٤ ارائه گردیده است. پس از مقایسه تیمارها با توجه به طرح آمـاری مـورد استفاده، مشخص گردید که بهترین رنگ مربوط به نمونه‌های دارای زمان تخمیر نهایی ٤٥ دقیقـه بـود. بهبود رنگ پوسته نان در اثر زمان تخمیر نهایی مناسب بدان علت است که اگر چانه نان به اندازه کافی تخمیر نشود، پوسته نان، پاره، ناصاف و رنگ آن قهوه‌ای تیره (کاهش میزان مؤلفه *L و *b و افـزایش میزان مؤلفه *a) می‌شود. در حالی‌که در اثر تخمیر بیش از حد، پوسته شاخی و زبر و رنـگ محصـول قهوه‌ای مات می‌گردد (رجب‌زاده، ۲۰۱۰) و چنانچه عمل تخمیر به اندازه کافی صورت گرفتـه باشـد، وضعیت سطح نان در یک حد مطلوب و صاف اسـت کـه ایجـاد سـطح یکنواخـت در پوسـته علـت انعکاس بیشتر نور (افزایش مؤلفه L^*) و بهبود رنگ محصول نهـایی مـی‌باشـد. نتـایج ایـن بخـش بـا یافته‌های پورلیسس و سالوادوری (۲۰۰۹) که بیان نمودند، تغییرات سطح بافت مسئول روشنایی (مؤلفه *L) سطح نان است و سطوح منظم و صاف توانایی انعکاس بیشتر روشنایی نسبت به سطح چین‌دار را دارد، مطابقت می‌کند. از سوی دیگر نمونه‌های پخت شده در دمای ۲٤۰ درجـه سـانتی‌گـراد از رنـگ بهتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند. همچنین نتایج نشان داد که تیمارهای تحت تأثیر دمـای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد دارای بیشترین مؤلفه L^* یا میزان روشنایی نسبت به سایر تیمارها می‌باشند و از طرفی با توجه به این‌که مؤلفه a^* میزان قرمزی و مؤلفه b^* میزان زردی را نشان می‌دهد، انتظار می‌رفت که این نمونه‌ها دارای کمترین میزان مؤلفه *a و بیشترین میزان مؤلفه *b باشد که نتایج موجود گواهی بر این امر است.

از سوی دیگر نمونه‌های پخت شده در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌دلیل دمای بالای پخت دارای کمترین میزان مؤلفه L^* و b^* و بیشترین میزان مؤلفه a^* نسبت به سایر تیمارها بودند. بنابراین می‌توان از نتایج این بخش چنین نتیجه گرفت که نمونه‌های پخت شده در دمای نامناسب به‌دلیل رنگ بسیار روشن و یا تیره از مقبولیت چندانی برخوردار نیستند و دمای پخت، فاکتور بسیار حائز اهمیت در رنگ محصول نهایی است که این امر به نوبه خود بر ارزیابی حسی مؤثر خواهد بود. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج آزمایش تردتای و همکاران (۲۰۰۲) که عنوان نمودند، دمای بهینه پخت برای هر نوع نان می‌تواند عامل مؤثری بر رنگ سطح و لبه‌های کناری نمونه باشد، مطابقت دارد.

جدول ٤- تأثیر زمان تخمیر نهایی و دمای پخت بر رنگ پوسته نان ترکیبی (گندم- سورگوم).

تیمار	رنگ پوسته		
	L*	a*	b*
١	٤٨/٧٤±٠/٨٣^{b}	١٤/١١±٠/٣٩^{b}	١٤/٩٠±٠/٣٧^{b}
٢	٣٨/٩٩±١/٢٤^{cd}	١٤/٠٣±٠/٨١^{b}	١٣/٢٥±٠/٩٩^{c}
٣	٣٥/١٨±١/٠٤^{e}	١٥/٧٠±٠/٩٤^{a}	١٢/٩٨±٠/١٤^{c}
٤	٥١/٧٠±١/٣٩^{a}	١٣/٠٨±٠/١١^{c}	١٥/٤٣±٠/٣٥^{a}
٥	٤٠/٠١±٠/٧٤^{c}	١٣/٩٢±٠/٠٩^{c}	١٤/١٨±٠/٧٨^{b}
٦	٣٦/٨٠±١/٠٢^{d}	١٤/٧٨±٠/٢٢^{b}	١٣/٧٢±٠/٢٦^{bc}
٧	٤٧/٣٧±١/٣١^{b}	١٤/٠٩±٠/٤١^{b}	١٤/٩٢±٠/٩٤^{b}
٨	٣٨/٨٤±٠/٥٦^{cd}	١٤/١٢±٠/٣٥^{b}	١٣/٨٩±٠/٥١^{bc}
٩	٣٦/٢٩±١/١٧^{d}	١٥/٦٤±١/٠١^{a}	١٣/٠٩±٠/٠٢^{c}

(حروف مشابه در هر ستون، از نظر آماری در سطح P<٠/٠٥ تفاوت معنی‌داری ندارند.)



شکل ٥- تأثیر زمان تخمیر نهایی و دمای پخت بر پذیرش کلی نان ترکیبی (گندم- سورگوم).
(حروف مشابه از نظر آماری در سطح P<٠/٠٥ تفاوت معنی‌داری ندارند.)

نتایج آزمون ارزیابی خصوصیات حسی نان: نتایج آزمون حسی نشان داد که در بین نمونه‌های نان، داوران چشایی بیشترین امتیاز را به نمونه دارای زمان تخمیر ٤٥ دقیقه و دمای پخت ٢٤٠ درجه سانتی‌گراد دادند. با توجه به‌این امر که زمان تخمیر و دمای پخت از مهمترین پارامترهای مؤثر بر میزان

سفتی بافت و رنگ پوسته است و این دو فاکتور در میزان پذیرش کلی توسط داوران چشایی از اهمیت زیادی برخوردارند می‌توان چنین نتیجه گرفت که نمونه‌های دارای زمان تخمیر نهایی و دمای پخت نامناسب به‌دلیل بافت سفت و خشک، پوسته‌ای ضخیم و بسیار روشن یا تیره امتیاز پایینی را در این ارزیابی کسب کرده‌اند. نتایج در شکل ۵ ارائه گردیده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که نمونه‌های دارای زمان تخمیر نهایی ٤٥ دقیقه و دمای پخت ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد از سرعت بیاتی کمتری در طی ۷۲ ساعت پس از پخت برخوردارند؛ همچنین مؤلفه‌هایی از قبیل میزان رطوبت، حجم، تخلخل، رنگ پوسته و پذیرش کلی این نمونه‌ها دارای مقبولیت بیشتری است. در انتها انتظار می‌رود که با توجه به اهمیت زمان تخمیر نهایی و دمای پخت در بهبود کیفیت و ماندگاری نان به‌ویژه نان ترکیبی (گندم- سورگوم)، بهینه‌سازی زمان تخمیر نهایی و دمای پخت مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

منابع

AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemist, 10th edition.

Ahmadi Nadoshan, M. 1994. Changing consumption patterns and the industrial production of bread. Proceedings of the Special Session of bread. Nutrition and Food Research country publication, Iran (In Persian)

Akram, A., Tavakoli Hashtjin, T., and Irani, P. 1998. Evaluation of the temperature and humidity changes in the quality of Barbari bread baking in an electric oven. Journal of Agricultural Sciences. No 4: 681-693 (In Persian)

Almodares, A., Taheri, R., and Safavi, V. 2008. Sorghum, botany, agriculture and biotechnology, Diffusion of Jahad (In Persian)

Caballero, P.A., Go'mez, M., and Rosell, C.M. 2007. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. Journal of Food Engineering, 81: 42–53.

Faridi, H.A., and Rubenthaler, G.L. 1984. Effect of baking time and temperature on bread quality, starch gelatinization and staling of Egyptian Balady bread. Cereal Chemistry, 61: 151-154.

Ghanbari, M., and Shahedi, M. 2008. Effect of baking time and temperature on Taphtun bread quality and staling. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources Journal. 43: 327-333 (In Persian).

Ghanbari, M., Shahedi, M., and Motamedzadegan, A. 2005. Determine the appropriate conditions for baking bread. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of the Khazar. 72-80.

Ghiafeh Davoodi, M., Sahraiyan, B., Naghipour, B., and Karimi, M. 2011. Effect of final fermentation time on Barbari bread quality by addition of sodium stearoyl 2-lactilate. The first Conference on Optimization of Production, Distribution and Consumption in the Food industry, Gorgan.

Haralick, R.M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. IEEE Transactions of ASAE, 45: 1995-2005.

Karimi, M., Sahraiyan, B., Naghipour, B., Ghiafeh Davoodi, M. and Sheikholeslami, Z. 2011. Effect of citrem emulsifier and Glycerin humectants on crust color and porosity of Barbari bread by Image processing. The first Conference on Optimization of Production, Distribution and Consumption in the Food industry, Gorgan.

Karimi, M., Sheikholeslami, Z., Fathee, M., Sahraiyan, B., and Naghipour, F. 2010. Quantitative determination of used emulsifiers in dough for strengthening gluten and starch combination. Research Center of Agriculture and Natural Resource.Khorasan-e-Razavi, Mashhad (In Persian)

Kouhestani, A., Ghavifekr, H., Rahmanian, M., and Tersarkissian, N. 1969. Composition and preparation of Iranuan breads. J. Am. Diet, Assoc, 55:262-266.

Naghipour, F., Sahraiyan, B., and Sheikholeslami, Z. 2012. Evaluation of time and temperature of baking on quantitative and qualitative properties of semi-bulk Barbari bread. Journal of Food Science and Technology, No 3, 9-16. (In Persian).

Naghipour, F., Sahraiyan, B., Karmi, M., and Hadad Khodaparast, M.H. Improvement the quality and shelf life of composite bread by evaluation of fermentation time. Twentieth Congress of Food Science and Technology 2011. Sharif University (In Persian)

Pourfarzad, A., Khodaparast, M.H., Karimi, M., Mortazavi, S.A., Ghiafeh Davoodi, M., and Hematian Sourki, A., et al. 2009. Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour. Journal of Food Process Engineering, 34: 1435-1445.

Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modeling the browning of bread during baking. Food Research International, 42: 865-870.

Rajabzadeh N. 2010. Bread production technology and management. Tehran University Publications Institute (In Persian)

Rajabzadeh, N. 1991. Iranian Flat Bread Evaluation. Pp: 1-50, Iranian Cereal and Bread Research Institute, Publication 71, Tehran, Iran.

Sahraiyan, B., Naghipour, F., and Ghiafeh Davoodi, M. 2011. Evaluation the effect of additives and final fermentation time on reduction staling and improvement of the quality of composite bread. Twentieth Congress of Food Science and Technology. Sharif University. (In Persian)

Sheikholeslami, Z. 2009. Improve the quality of bread wheat and wheat affected by age, physical and chemical methods, Ph.D. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad (In Persian)

Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.

Therdthai, N., Zhou, W., and Adamczak, T. 2002. Optimization of temperature profile in bread baking. Journal of Food Engineering, 55: 41-48.

EJFPP, Vol. 6 (2): 1-16
http://ejfpp.gau.ac.ir

Effect of final proofing time and baking temperature on reduction of bread loss and improvement of wheat– sorghum bread quality

B. Sahraiyan[1], *F. Naghipoor[1], M. Ghiafeh Davoodi[2], M. Bagher Habibi Najafi[3] andM.H. Hadad Khodaparast[3]

[1]Ph.D Student, Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, [2] Assistant Prof., Agriculture and Natural Resource Research Center. Khorasan-e-Razavi, Mashhad, Iran, [3] Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 27 /06/ 2012 ; Accepted 17/11/2014

Abstract

In order to government policies to create sustainable food security, reducing bread waste and substitution of wheat with other sources of cereals has attracted many researchers' mind. The purposes of this study was the use of sorghum flour as a substitution for wheat flour and also, the investigation of the effects of final proofing time (three levels of 30, 45 and 60 minute) and baking temperature (three levels of 180, 240 and 300 ˚C) on quantitative and qualitative properties of composite bread (texture, moisture, water activity, volume, porosity, crust, color and total acceptable). Porosity and crust color was estimated and analyzed by Image J software. Based on the results, the final proofing time and baking temperature exhibited significant effect on staling rate and bread shelf life ($P<0.05$). Also, cured sample at final proofing time of 45 minute and baking time of 240 ˚C, presented the lowest rate of staling, during 72 hours after baking. Also, other parameters measured in the mentioned samples were more acceptable.

***Keywords*:** combined bread, Final proofing time, Baking temperature, Shelf life, Image processing

*Corresponding author; naghipoor_f@yahoo.com