مقایسه اثر زمان تخمیر اولیه، میانی و نهایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی نان بربری

فریبا نقی پور[۱]، بهاره صحرائیان[۱] *، مهدی قیافه داودی[۲]، مهدی کریمی[۲]، زهرا شیخ الاسلامی[۲]

۱- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

(تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۲۳)

چکیده

فرایند تخمیر نان شامل تخمیر اولیه، میانی و نهایی است. چنانچه خمیر بر اساس روش‌های سنتی تهیه شود و بلافاصله آن را فرم دهیم، علاوه بر مصرف انرژی زیاد، شکل خود را از دست داده و در صورت پخت، محصول بافتی متراکم با میزان تخلخل و حجم مخصوص کم دارد و طعم و مزه آن مطلوب نخواهد بود. با سپری شدن دقیق هر سه زمان تخمیر به دلیل تولید یکنواخت‌تر سلول‌های گازی، ایجاد قابلیت الاستیسیته و فرم‌پذیری مناسب خمیر و تولید مواد آروماتیک بیشتر، محصولی پوک و متخلخل با عطر، طعم و رنگ مطلوب تولید خواهد شد. با توجه به اهمیت این موضوع، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر زمان تخمیر اولیه در مدت زمان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه، تخمیر میانی در مدت زمان ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه و تخمیر نهایی نیز در مدت زمان ۲۵، ۳۵ و ۴۵ دقیقه بر میزان سفتی بافت، تخلخل، حجم مخصوص و خصوصیات حسی نان بربری بود. پس از مقایسه تیمارها با توجه به طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی و اختلاف معناداری $P<0.05$ مشخص شد کمترین میزان سفتی مغز نان، بیشترین میزان تخلخل و حجم مخصوص و بهترین ویژگی‌های حسی مربوط به نمونه‌های نان با زمان تخمیر اولیه ۳۰ دقیقه و نهایی ۴۵ دقیقه بود که در بین این نمونه‌ها تیمار دارای زمان تخمیر میانی ۱۰ دقیقه، نسبت به سایر نمونه‌های تولیدی بیشترین اثر را در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی نان بربری از خود نشان داد.

کلید واژگان: نان بربری، زمان تخمیر، سفتی بافت، تخلخل

* مسئول مکاتبات: baharehsahraiyan@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

۱- مقدمه

فرایند تخمیر[1] عبارت است از سلسله تغییرات فیزیکی، شیمیائی و بیوشیمیائی که در خمیر پس از مخلوط نمودن آرد، آب و مخمر قبل از فرآیند پخت رخ می‌دهد. در نتیجه‌ی این تغییرات، متابولیت‌های جدیدی تولید می‌شوند که همراه سایر مواد متشکله، علاوه بر ایجاد طعم و مزه نهایی نان، سبب بهبود برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی نان می‌گردد [۱]. تا سال ۱۸۵۹ تصور بر این بود که فرایند تخمیر صرفاً امری است اتفاقی، اما لوئی پاستور دانشمند فرانسوی نشان داد که عمل تخمیر نتیجه تبدیل قندها به گاز دی اکسید کربن توسط میکروارگانیسم‌هاست. فرایند تخمیر در مفهوم فناوری شامل استراحت اولیه یا تخمیر اولیه، تخمیر میانی و تخمیر نهایی یا انتهایی است. چنانچه خمیر بر اساس روش‌های معمولی یا سنتی تهیه شود و بلافاصله آن را شکل دهیم، علاوه بر مصرف انرژی زیاد، شکل خود را از دست می‌دهد و اگر پخته شود، محصول حاصل، بافتی فشرده و متراکم دارد و طعم و مزه آن مطلوب نخواهد شد. با توجه به اهمیت این موضوع و به منظور بهبود کیفیت نان بربری، خمیر باید مرحله‌ی تخمیر را طی کند [۲]. هدف از استراحت اولیه نگهداری گاز در خمیر، گسترش و تشکیل سلول‌های گاز توسط مخمر، اصلاح الاستیسیته، فرم‌پذیری، تجزیه آنزیماتیک اجزای تشکیل دهنده، تشکیل اسید لاکتیک، مواد آروماتیک و غیره است. استراحت اولیه مؤثر خمیر از زمانی که مخلوط‌کن متوقف می‌گردد تا زمانی که خمیر متورم شده و قابلیت نگهداری گازهای تولید شده در طی تخمیر را در حد مطلوب دارد، ادامه یافته و به محض چانه‌گیری خاتمه می‌یابد [۲ و ۱]. زمانی که چانه گرد شده تا قابلیت تبدیل به فرم بعدی را پیدا کند تخمیر میانی آغاز می‌گردد [۱]. تخمیر میانی که به طور میانگین حدود ۱۰-۸ دقیقه به طول می‌انجامد، به این علت است که در عمل چانه‌گیری و گرد کردن، خمیر تحت فشار قرار گرفته و بافت آن متراکم می‌شود، لذا بایستی به آن فرصت داده شود که از حالت فشردگی خارج گردد و به اصطلاح خودش را باز کند تا محصولی پوک و متخلخل تولید شود. علاوه بر این اگر زمان تخمیر میانی به طور دقیق سپری نشود، عیوبی از قبیل پاره شدن پوسته خمیر، خشک شدن سطح خمیر و تغییر حالت فرم اولیه چانه و دوباره جمع شدن آن مشاهده می‌گردد. مرحله‌ی آخر تخمیر، مرحله‌ی تخمیر نهایی یا انتهایی است. طی این مرحله فرآیندهایی به منظور رسیدن چانه انجام می‌پذیرد که عبارتند از تورم بیشتر اجزای تشکیل دهنده آرد (در اثر این امر، خمیر خشک‌تر می‌شود و حالت می‌گیرد)، افزایش مواد آروماتیک در چانه، کاهش جزئی الاستیسیته گلوتن، افزایش مقدار گاز در چانه و بزرگ شدن خلل و فرج آن [۲].

هدف از این مرحله، بهبود ویژگی‌های رئولوژی خمیر و تولید نان با بافت متخلخل و قابلیت هضم مطلوب است. به طور کلی مرحله تخمیر نهایی اصلاح کننده سایر مراحل تخمیر است [۱]. در همین راستا قیافه داودی و همکاران به بررسی اثر سه زمان تخمیر نهایی ۲۵، ۳۵ و ۴۵ دقیقه بر کیفیت نان بربری در حضور امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲ – لاکتیلات در سه سطح (۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد بر اساس وزن آرد) پرداختند که نتایج نشان داد کمترین نیروی فشردگی، بیشترین میزان تخلخل مغز نان، بهترین رنگ پوسته و ویژگی‌های حسی مربوط به نمونه‌های نان با زمان تخمیر نهایی ۴۵ دقیقه در حضور هر سه سطح امولسیفایر بود [۳].

در پژوهشی دیگر کریمی و همکاران اثر امولسیفایر سیترم و هموکتانت گلیسیرین را در سه زمان تخمیر نهایی ۲۵، ۳۵ و ۴۵ دقیقه بر رنگ پوسته و میزان تخلخل بافت نان بربری به روش پردازش تصویر مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق علاوه بر تعیین بهترین سطح امولسیفایر سیترم و هموکتانت گلیسیرین، نشان داد که بهترین زمان تخمیر نهایی، زمان ۴۵ دقیقه است [۴]. مصطفی (Mustafa) و همکاران اثر زمان تخمیر و افزودن آسپارژین و گلایسین را بر محتوای آکریل آمید موجود در نان تخمیر شده با مخمر مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که اثر متقابل این دو پارامتر قادر به کاهش میزان آکریل آمید در محصول نهایی بود [۵]. همچنین قارونی (Qarooni) و همکاران دریافتند که افزایش زمان تخمیر اولیه قابلیت اثرگذاری بر رنگ پوسته و مغز، افزایش تعداد سلول‌های گازی، همواری دو لایه و ظهور حالت دانه‌ای در نان عربی را داشت. در ادامه این محققین اظهار داشتند که زمان تخمیر نهایی به طور مشخص بر روی بعضی جنبه‌های کیفی نان عربی تاثیرگذار بود [۶]. علاوه بر این نتایج پژوهش پونت (Ponte) نشان داد که با افزایش بیش از حد زمان تخمیر فعالیت آنزیم‌هایی که بر سفت شدن نان تاثیرگذار

1. Fermentation

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

بودند، ادامه یافت و در نتیجه‌ی این امر بافت نان سفت‌تر گردید [۷] از سوی دیگر پلات (platt) و پاورز (Powers) به بررسی اثر مدت زمان تخمیر بر سفتی بافت نان پرداختند. نتایج پژوهش این محققین نشان داد که افزایش و کاهش بیش از حد زمان تخمیر، سبب افزایش میزان سفتی بافت نان شد و اثر نامطلوب کاهش زمان تخمیر بر محصول نهایی بیشتر بود [۸]. با توجه به اهمیت فرایند تخمیر در بهبود کمیت و کیفیت نان، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر سه زمان تخمیر اولیه (در سطوح ۱۰،۲۰ و ۳۰ دقیقه)، میانی (در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه) و نهایی (در سطوح ۲۵، ۳۵ و ۴۵ دقیقه) بر ویژگی‌های کمی و کیفی نان بربری بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد گندم (ستاره) با درجه استخراج ۸۳ درصد و ویژگی‌های شیمیایی شامل رطوبت (۱۳/۶ درصد)، پروتئین(۱۰/۳ درصد)، خاکستر (۰/۶۴ درصد)، گلوتن خشک (۹/۳ درصد) و عدد فالینگ (۴۰۲) از کارخانه ی آرد گلمکان مشهد خریداری شد و آرد خبازی (درجه استخراج ۸۸ درصد) با خصوصیات شیمیایی ۱۳/۸ درصد رطوبت، ۱۰/۸ درصد پروتئین، ۰/۸۶ درصد خاکستر، ۸/۷ درصد گلوتن خشک و عدد فالینگ ۴۲۳ از کارخانه آسه آرد مشهد تهیه گردید. به منظور تعیین ویژگی‌های شیمیایی هر دو نوع آرد از آزمون (۲۰۰۰) AACC استفاده شد [۹].

در این تحقیق از آرد خبازی و ستاره به ترتیب به میزان ۶۰ و ۴۰ درصد استفاده گردید. فرمولاسیون نان تولیدی حاوی آرد، آب (بر اساس جذب آب فارینوگراف آرد)، مخمر خشک فعال (خریداری شده از شرکت خمیر مایه رضوی، مشهد) (۲ درصد)، نمک طعام (۱ درصد)، شکر (۱ درصد) و روغن (۱ درصد) بود همچنین از بهبود دهنده مخصوص نان‌های نیمه حجیم با آرم تجاری پویش (خریداری شده از شرکت دلسا نان، مشهد) به میزان ۰/۱ درصد در فرمولاسیون استفاده گردید که میزان مواد موجود در فرمولاسیون بر اساس درصد وزن کل آرد محاسبه شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه خمیر و تولید نان

به منظور تولید نان بربری نیمه حجیم ابتدا کلیه مواد اولیه خشک در مخزن همزن ریخته شد و آب مورد نیاز به آن افزوده گردید و خمیر با ۱۵۰ دور در دقیقه به مدت 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 در سه زمان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه به طول انجامید که این عمل در مخزن همزن در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰- ۷۵ درصد صورت گرفت، سپس خمیر به قطعات ۲۵۰ گرمی تقسیم شد و پس از عمل چانه‌گیری در سه زمان ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به منظور سپری شدن زمان تخمیر میانی قرار گرفت. بعد از طی شدن این مرحله و رول کردن خمیر، تخمیر نهایی در سه زمان ۲۵، ۳۵ و ۴۵ دقیقه در گرمخانه با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در بخار اشباع انجام شد. سپس به منظور پخت هریک از تیمارها که در جدول ۱ آورده شده است، عمل پخت در فر گردان (Zuccihelli Forni, Italy) با هوای داغ (دمای ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۳ دقیقه) انجام گردید. پس از سرد شدن، هر یک از نمونه‌های نان در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی شدند و در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به منظور ارزیابی حجم مخصوص، میزان تخلخل بافت، سفتی مغز و ارزیابی حسی نگهداری شدند [۱۰].

۲-۲-۲- آزمون ارزیابی بافت

به منظور ارزیابی بافت نان از بافت سنج[2] QTS مدل CNS Farnell, Hertfordshire, UK استفاده گردید. بدین طریق نیروی لازم برای نفوذ یک پروب با انتهای صاف (۲/۵ سانتی‌متر عرض در ۱/۸ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه به داخل نان محاسبه گردید (Trigger Value: 0.05 N و Target Value: 30 mm) [۱۱]. این آزمون در فاصله زمانی ۳، ۲۴ 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 بر حسب گرم[3] بود.

2. Texture Analyzer
3. Gram Force

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

۲-۲-۳- آزمون ارزیابی میزان تخلخل مغز نان

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز نان از تکنیک پردازش استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۴ در ۴ سانتی‌متر از مغز نان تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۶۰۰ پیکسل تصویر برداری شد (شکل ۱ الف). تصویر تهیه شده در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. سپس با فعال کردن قسمت ۸ بیت[4] این نرم افزار، تصاویر سطح خاکستری[5] (شکل ۱ ب) ایجاد شد. در ادامه جهت تبدیل تصاویر فوق به تصاویر دودویی[6]، قسمت دودویی نرم افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است (شکل ۱ ج) که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد می‌شود. بدیهی است که هر چقدر این نسبت بیشتر باشد به این معنا است که میزان حفرات موجود در بافت نان (میزان تخلخل) بیشتر خواهد بود. در عمل با فعال کردن قسمت Analysis نرم افزار، این نسبت محاسبه و در نتیجه درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که این آزمون در فاصله زمانی ۳ ساعت پس از پخت انجام گرفت [۱۲].

۲-۲-۴- آزمون ارزیابی حجم مخصوص نان

حجم مخصوص نان‌های تولیدی ۳ ساعت پس از پخت، به روش جایگزینی حجم با دانه[7] مطابق با استاندارد AACC شماره ۱۰-۷۲ تعیین گردید [۹]. نمونه‌های مورد استفاده دارای ابعاد یکسان بوده و از مرکز هندسی نان تهیه شدند.

۲-۲-۵-آزمون ارزیابی خصوصیات حسی نان

خصوصیات حسی نان‌های تولیدی توسط آزمون چشایی بر اساس روش مدون (۱۹۹۵) AOAC بررسی شد [۱۳] و ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده، خصوصیات نان‌های تولیدی را جهت تعیین رنگ مغز، طعم و مزه، رنگ پوسته، بو، پذیرش کلی و بیاتی بر مبنای مقیاس ۵-۱ (۵ بالاترین و ۱ کمترین امتیاز) ارزیابی نمودند.

۲-۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده از پژوهش با استفاده از نرم افزار Mstat-c نسخه ی ۱/۴۲ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل مورد آزمون آماری قرار گرفت. هریک از نمونه‌ها در سه تکرار تهیه و آزمون‌های مربوطه در مورد آن‌ها انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد($P<0.05$) مورد مقایسه قرار گرفتند.

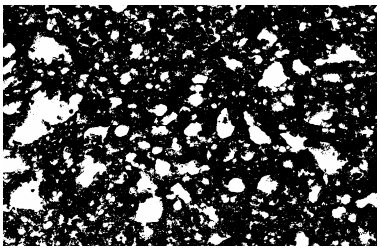
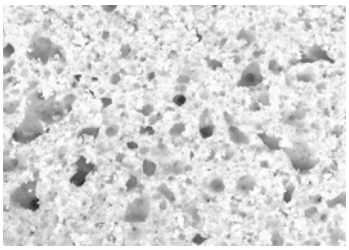
۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آزمون ارزیابی بافت

بررسی آماری نتایج حاصل از آزمون بافت سنجی که در جدول ۲ ارائه گردیده است، به وضوح نشان داد که در بین تیمارها اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشت. کمترین میزان سفتی مغز نان در هر سه زمان مورد ارزیابی (۳، ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از پخت) در نمونه های ۲۱، ۲۴ و ۲۷ با زمان تخمیر اولیه ۳۰ دقیقه و زمان تخمیر نهایی ۴۵ دقیقه مشاهده شد. نمونه‌ی شماره ۲۴ با زمان تخمیر ثانویه ۱۰ دقیقه نسبت به سایرین کمترین میزان سفتی مغز نان را از خود نشان داد که با نتایج رجب زاده که عنوان نمود زمان تخمیر میانی به طور میانگین ۱۰-۸ دقیقه است، مطابقت داشت [۲]. به نظر می‌رسد در این سه تیمار در مقایسه با سایر تیمارها، تولید یکنواخت‌تر و هم اندازه‌ی حباب‌های گاز، ایجاد قابلیت الاستیسیته و فرم‌پذیری مناسب خمیر و همچنین خارج شدن به موقع آن‌ها از حالت فشردگی پس از چانه‌گیری و گرد کردن بهتر و بیشتر صورت گرفته است که این امر به دلیل طی شدن زمان تخمیر اولیه و میانی مناسب است که در نهایت در تولید محصولی پوک و متخلخل به طوری که میزان سفتی مغز نان در مقایسه با سایر نمونه‌ها در حداقل مقدار باشد، نقش بسزایی داشته است [۱۴]. البته نمی‌توان مهمترین مرحله تخمیر یعنی زمان تخمیر نهایی ۴۵ دقیقه را که اصلاح کننده سایر مراحل تخمیر است و منجر به بهبود بافت نان از نظر کاهش میزان فشردگی و ایجاد بافتی با قابلیت جویدن مناسب می‌شود، نادیده گرفت. همچنین لازم به ذکر است که نتایج ارزیابی بافت پژوهش حاضر با نتایج مطالعات قیافه‌داودی و همکاران و کریمی و همکاران که در مطالعات خود در زمینه بهبود کیفیت نان بربری عنوان نمودند در بین سه زمان تخمیر نهایی ۲۵، ۳۵ و ۴۵ دقیقه، کمترین میزان فشردگی بافت مربوط به نمونه‌های دارای زمان تخمیر نهایی ۴۵ دقیقه است، مطابقت داشت [۳ و ۴].

4. Bit
5. Gray Level Images
6. Binary Images
7. Rape seed displacement

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

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

جدول ۱ طبقه‌بندی تیمارها

شماره تیمار	زمان تخمیر (دقیقه)			شماره تیمار	زمان تخمیر (دقیقه)			شماره تیمار	زمان تخمیر (دقیقه)		
	اولیه	میانی	نهایی		اولیه	میانی	نهایی		اولیه	میانی	نهایی
۱	۱۰	۵	۲۵	۱۰	۲۰	۵	۲۰	۱۹	۳۰	۵	۲۵
۲	۱۰	۵	۳۵	۱۱	۲۰	۵	۳۵	۲۰	۳۰	۵	۳۵
۳	۱۰	۵	۴۵	۱۲	۲۰	۵	۴۵	۲۱	۳۰	۵	۴۵
۴	۱۰	۱۰	۲۵	۱۳	۲۰	۱۰	۲۵	۲۲	۳۰	۱۰	۲۵
۵	۱۰	۱۰	۳۵	۱۴	۲۰	۱۰	۳۵	۲۳	۳۰	۱۰	۳۵
۶	۱۰	۱۰	۴۵	۱۵	۲۰	۱۰	۴۵	۲۴	۳۰	۱۰	۴۵
۷	۱۰	۱۵	۲۵	۱۶	۲۰	۱۵	۲۵	۲۵	۳۰	۱۵	۲۵
۸	۱۰	۱۵	۳۵	۱۷	۲۰	۱۵	۳۵	۲۶	۳۰	۱۵	۳۵
۹	۱۰	۱۵	۴۵	۱۸	۲۰	۱۵	۴۵	۲۷	۳۰	۱۵	۴۵

جدول ۲ نتایج ارزیابی سفتی مغز نان در فاصله زمانی ۳، ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از پخت

شماره تیمار	سفتی مغز نان (گرم)		
	۳ ساعت پس از پخت	۲۴ ساعت پس از پخت	۷۲ ساعت پس از پخت
۱	۱۵۹۱ ± ۱/۰۰^{a}	۲۲۷۱ ± ۰/۵۷^{a}	۳۸۰۴ ± ۲/۰۸^{a}
۲	۱۵۶۲± ۰/۵۷^{b}	۲۲۲۴ ± ۰/۴۰^{b}	۳۸۰۳ ± ۱/۵۲^{a}
۳	۱۴۹۲ ± ۱/۰۰^{cd}	۲۱۷۹ ± ۰/۵۰^{d}	۳۷۶۲ ± ۴/۰۰^{b}
۴	۱۵۶۱± ۱/۰۰^{b}	۲۲۲۲ ± ۰/۵۰^{b}	۳۷۶۴ ± ۴/۰۴^{b}
۵	۱۴۹۱ ± ۰/۰۰^{d}	۲۱۷۷ ± ۱/۱۱^{e}	۳۷۵۴ ± ۰/۰۰^{c}
۶	۱۴۷۴ ± ۱/۰۰^{e}	۲۱۵۰ ± ۱/۵۲^{f}	۳۷۳۲ ± ۰/۰۰^{d}
۷	۱۴۹۳ ± ۰/۵۷^{c}	۲۱۷۸ ± ۰/۵۷^{de}	۳۷۵۶ ± ۱/۰۰^{c}
۸	۱۴۹۳ ± ۱/۱۱^{c}	۲۱۸۲ ± ۰/۵۷^{c}	۳۷۶۳ ± ۴/۰۰^{b}
۹	۱۴۷۳ ± ۱/۱۵^{e}	۲۱۴۸ ± ۴/۰۴^{fg}	۳۷۳۰ ± ۲/۰۰^{d}
۱۰	۱۴۷۱ ± ۰/۴۶^{f}	۲۱۴۷ ± ۲/۰۸^{g}	۳۷۲۶ ± ۰/۵۷^{e}
۱۱	۱۴۲۲ ±۰ /۴۰^{h}	۲۰۶۶ ± ۳/۰۰^{kl}	۳۶۷۶ ± ۱/۰۰^{i}
۱۲	۱۴۱۳ ± ۰/۵۷^{lm}	۲۰۱۷ ± ۲/۰۰^{o}	۳۶۴۴ ± ۰/۵۷^{m}
۱۳	۱۴۶۸ ± ۳/۳۰^{g}	۲۱۱۸ ± ۱/۰۰^{i}	۳۷۰۷ ± ۰/۵۷^{g}
۱۴	۱۴۲۰ ± ۰/۵۷^{i}	۲۰۶۷ ± ۱/۰۰^{k}	۳۶۷۲ ± ۱/۵۱^{j}
۱۵	۱۴۱۱ ± ۲/۰۰^{n}	۲۰۱۴ ± ۱/۰۰^{p}	۳۶۲۰ ± ۲/۶۴^{n}
۱۶	۱۴۷۰ ± ۰/۰۰^{f}	۲۱۲۱ ± ۱/۱۵^{h}	۳۷۱۰ ± ۰/۰۰^{f}
۱۷	۱۴۱۷ ± ۰/۰۰^{jk}	۲۰۶۶ ± ۰/۰۰^{kl}	۳۶۷۱ ± ۳/۰۰^{j}
۱۸	۱۴۱۲ ± ۰/۵۷^{mn}	۲۰۱۶ ± ۰/۰۰^{o}	۳۶۴۵ ± ۲/۰۰^{m}
۱۹	۱۴۶۷ ± ۰/۵۷^{g}	۲۱۱۸ ± ۱/۰۰^{i}	۳۷۰۴ ± ۳/۰۰^{g}
۲۰	۱۴۱۷ ± ۱/۵۲^{jk}	۲۰۶۴ ± ۳/۰۰^{l}	۳۶۵۷ ± ۰/۵۷^{k}
۲۱	۱۴۰۸ ± ۱/۱۵^{o}	۲۰۱۱ ± ۲/۶۴^{q}	۳۶۱۶ ± ۰/۰۰^{o}
۲۲	۱۴۶۶ ± ۱/۰۰^{g}	۲۱۱۷ ± ۲/۵۱^{i}	۳۶۹۴ ± ۰/۵۷^{h}
۲۳	۱۴۱۴ ± ۲/۰۰^{l}	۲۰۲۰ ± ۰/۵۷^{n}	۳۶۴۵ ± ۱/۱۵^{m}
۲۴	۱۴۰۷ ± ۱/۰۰^{o}	۲۰۱۱ ± ۰/۰۰^{q}	۳۶۱۵ ± ۰/۶۴^{o}
۲۵	۱۴۱۸ ± ۱/۰۰^{j}	۲۰۹۲ ± ۱/۰۰^{j}	۳۶۷۷ ± ۲/۰۰^{i}
۲۶	۱۴۱۶ ± ۳/۰۰^{k}	۲۰۲۲ ± ۱/۵۲^{m}	۳۶۵۰ ± ۰/۵۷^{l}
۲۷	۱۴۰۸ ± ۲/۶۴^{o}	۲۰۱۳ ± ۰/۶۴^{pq}	۳۶۱۶ ± ۲/۰۰^{o}

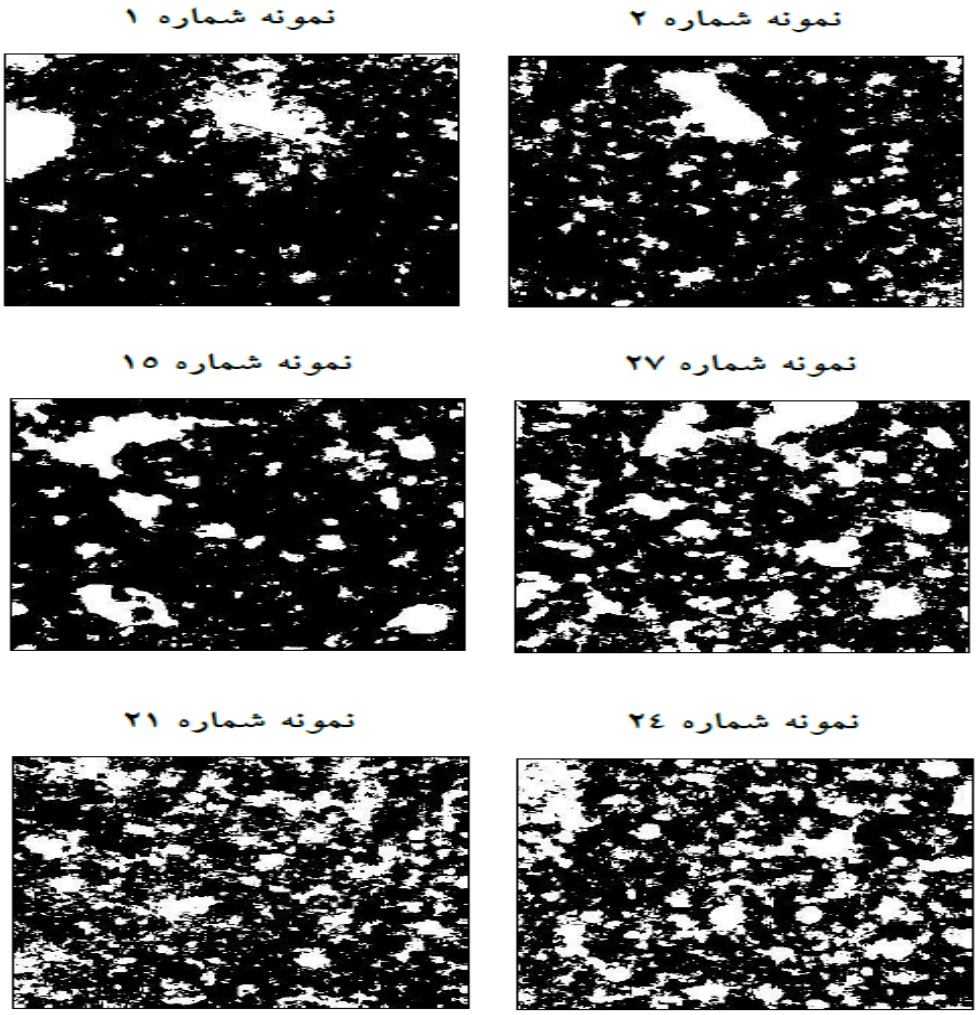
حروف مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح $p<0.05$ ندارند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

علاوه بر این در راستای اثر زمان تخمیر بر میزان فشردگی بافت نان قارونی (Qarooni) و همکاران بیان نمودند که با افزایش زمان تخمیر اولیه تعداد سلول‌های گازی افزایش یافت که این امر در کاهش میزان فشردگی بافت نان دخیل بود [۶].

۳-۲- نتایج آزمون ارزیابی حجم مخصوص و میزان تخلخل مغز نان

تصاویر دودویی برخی از نمونه‌ها در شکل ۲ آورده شده است. همچنین نتایج مربوط به ارزیابی حجم مخصوص و میزان تخلخل مغز نان در جدول ۳ ارائه گردیده است. پس از مقایسه تیمارها با توجه به طرح آماری مورد استفاده، معلوم گردید که به ترتیب بهترین زمان تخمیر اولیه، میانی و نهایی ۳۰، ۱۰ و ۴۵ دقیقه بود که در این زمان‌ها بیشترین میزان حجم مخصوص و تخلخل مغز نان حاصل گردید. این امر را می‌توان به سرعت مناسب تخمیر که منجر به تولید بیشتر و یکنواخت‌تر سلول‌های گازی می‌شود و بالطبع در افزایش حجم مخصوص و میزان تخلخل بیشتر بافت نان مؤثر است، نسبت داد. نتایج بدست آمده از این دو آزمون با نتایج پژوهش کریمی و همکاران و قیافه‌داودی و همکاران که عنوان نمودند زمان تخمیر نهایی ۴۵ دقیقه منجر به ایجاد بافتی پوک و متخلخل در مقایسه با نمونه‌های دارای زمان تخمیر ۲۵ یا ۳۵ دقیقه می‌شود، مطابقت داشت [۳ و ۴].



شکل ۲ تصاویر دودویی مغز برخی از نمونه‌ها نان بربری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

جدول ۳ نتایج ارزیابی حجم مخصوص و میزان تخلخل مغز نان

شماره تیمار	حجم مخصوص (gr/ml)	تخلخل (درصد)	شماره تیمار	حجم مخصوص (gr/ml)	تخلخل (درصد)	شماره تیمار	حجم مخصوص (gr/ml)	تخلخل (درصد)
۱	۱/۰۹± ۰/۰۱^{p}	۱۱/۰۶± ۰/۴۰^{r}	۱۰	۱/۴۰± ۰/۰۱^{i}	۱۹/۵۰±۰/۵۰^{m}	۱۹	۱/۵۴± ۰/۰۰^{j}	۲۲/۵۰±۰/۲۶^{k}
۲	۱/۰۸± ۰/۰۱^{p}	۱۳/۰۰± ۰/۰۱^{q}	۱۱	۱/۶۱± ۰/۰۱^{hi}	۲۶/۵۰±۰/۴۰^{i}	۲۰	۱/۷۴± ۰/۰۰^{fg}	۲۸/۳۰±۰/۱۰^{fgh}
۳	۱/۱۹±۰/۰۲^{o}	۱۴/۹۰±۰/۰۵^{p}	۱۲	۱/۸۱±۰/۰۱^{de}	۲۹/۱۰±۰/۵۷^{e}	۲۱	۲/۰۰±۰/۰۲^{b}	۳۲/۹۰±۰/۰۰^{b}
۴	۱/۱۰±۰/۰۱^{p}	۱۴/۴۰±۰/۴۵^{p}	۱۳	۱/۴۶±۰/۰۴^{k}	۲۱/۷۰±۰/۱۱^{l}	۲۲	۱/۵۷±۰/۰۰^{ij}	۲۳/۰۰±۰/۰۵^{jk}
۵	۱/۲۸±۰/۰۳^{n}	۱۶/۴۰±۰/۰۰^{o}	۱۴	۱/۶۴±۰/۰۲^{h}	۲۷/۸۰±۰/۶۴^{h}	۲۳	۱/۷۱±۰/۰۱^{ef}	۲۸/۹۰±۰/۲۰^{ef}
۶	۱/۳۴±۰/۰۱^{m}	۱۷/۲۰±۰/۲۰^{n}	۱۵	۱/۹۰±۰/۰۱^{c}	۳۰/۷۰±۰/۴۰^{c}	۲۴	۲/۱۷±۰/۰۰^{a}	۳۵/۲۰±۰/۷۰^{a}
۷	۱/۲۱±۰/۰۱^{o}	۱۶/۱۰±۰/۲۳^{o}	۱۶	۱/۴۱±۰/۰۱^{kl}	۱۹/۸۰±۰/۰۰^{m}	۲۵	۱/۶۰±۰/۰۱^{hi}	۲۳/۶۰±۰/۰۰^{j}
۸	۱/۱۱±۰/۰۱^{p}	۱۴/۸۰±۰/۰۵^{p}	۱۷	۱/۷۱±۰/۰۳^{g}	۲۸/۰۰±۰/۰۰^{gh}	۲۶	۱/۷۵±۰/۰۰^{fg}	۲۸/۵ ±۰/۲۵^{efg}
۹	۱/۳۸±۰/۰۰^{lm}	۱۷/۲۰±۰/۴۱^{n}	۱۸	۱/۸۵±۰/۰۲^{d}	۲۹/۹۰±۰/۳۰^{d}	۲۷	۱/۹۴±۰/۰۲^{c}	۳۱/۲ ±۱/۱۵^{c}

حروف مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح $p<0.05$ ندارند.

جدول ۴ نتایج آزمون ارزیابی خصوصیات حسی نان

شماره تیمار	خصوصیات حسی نان					
	پذیرش کلی	رنگ مغز	طعم	رنگ پوسته	بو	بیاتی
۱	۲/۴±۰/۶۷^{d}	۱/۷±۰/۴۴^{d}	۱/۷±۰/۸۱^{d}	۱/۳±۰/۶۷^{c}	۲/۰±۰/۷۳^{c}	۱/۸±۰/۶۷^{c}
۲	۲/۵±۰/۶۳^{d}	۲/۲±۰/۶۶^{cd}	۱/۹±۰/۶۶^{d}	۱/۵±۰/۹۱^{c}	۱/۲±۰/۸۴^{c}	۱/۸±۰/۶۶^{c}
۳	۲/۸±۰/۶۳^{c}	۳/۰±۰/۸۴^{b}	۲/۲±۰/۶۲^{c}	۲/۰±۰/۶۷^{b}	۲/۲±۰/۴۷^{c}	۲/۲±۰/۶۶^{b}
۴	۳/۱±۰/۵۶^{bc}	۲/۳±۰/۶۷^{cd}	۲/۰±۰/۷۲^{cd}	۱/۴±۰/۹۶^{c}	۲/۴±۰/۶۳^{c}	۲/۱±۰/۷۳^{b}
۵	۳/۱±۰/۷۳^{bc}	۲/۵±۰/۸۴^{c}	۲/۵±۰/۶۶^{c}	۱/۸±۰/۸۴^{c}	۲/۴±۰/۶۳^{c}	۱/۹±۰/۸۴^{c}
۶	۳/۰±۰/۶۶^{c}	۲/۵±۰/۶۶^{c}	۲/۹±۰/۹۵^{bc}	۲/۷±۰/۶۷^{b}	۲/۶±۰/۶۹^{bc}	۲/۷±۰/۹۱^{ab}
۷	۳/۱±۰/۵۶^{bc}	۲/۷±۰/۶۷^{c}	۲/۵±۰/۶۴^{c}	۲/۱±۰/۷۳^{bc}	۲/۳±۰/۵۲^{c}	۱/۹±۰/۷۳^{c}
۸	۳/۰±۰/۶۶^{c}	۱/۸±۰/۴۷^{d}	۲/۹±۰/۶۶^{cd}	۱/۷±۰/۸۲^{c}	۲/۳±۰/۵۲^{c}	۲/۰±۰/۶۹^{b}
۹	۳/۱±۰/۵۶^{bc}	۲/۵±۰/۸۴^{c}	۲/۸±۰/۶۷^{bc}	۲/۴±۰/۶۲^{b}	۲/۶±۰/۶۷^{bc}	۲/۸±۰/۶۳^{ab}
۱۰	۳/۲±۰/۹۱^{bc}	۲/۷±۰/۶۷^{c}	۲/۹±۰/۷۴^{bc}	۲/۵±۰/۶۶^{b}	۲/۷±۰/۶۷^{bc}	۲/۹±۰/۷۳^{ab}
۱۱	۳/۵±۰/۵۲^{b}	۳/۴±۰/۷۳^{b}	۳/۸±۰/۴۲^{ab}	۳/۱±۰/۸۷^{a}	۲/۸±۰/۶۷^{bc}	۳/۴±۰/۹۵^{ab}
۱۲	۳/۸±۰/۷۸^{b}	۳/۷±۰/۸۲^{ab}	۳/۸±۰/۴۲^{ab}	۳/۳±۰/۸۲^{a}	۳/۱±۰/۷۳^{b}	۳/۶±۰/۸۲^{a}
۱۳	۳/۳±۰/۹۴^{b}	۳/۰±۰/۸۴^{b}	۳/۰±۰/۶۶^{b}	۲/۶±۰/۶۶^{b}	۲/۶±۰/۶۹^{bc}	۳/۰±۰/۶۶^{ab}
۱۴	۳/۷±۰/۶۷^{b}	۳/۶±۰/۶۱^{ab}	۳/۶±۰/۹۶^{b}	۲/۹±۰/۷۳^{a}	۳/۵±۰/۵۲^{b}	۳/۴±۰/۸۴^{ab}
۱۵	۴/۰±۰/۴۷^{ab}	۳/۸±۰/۶۳^{a}	۴/۲±۰/۶۳^{a}	۳/۴±۰/۸۴^{a}	۳/۷±۰/۸۲^{a}	۳/۲±۰/۹۱^{ab}
۱۶	۳/۱±۰/۷۳^{bc}	۳/۰±۰/۸۲^{b}	۳/۴±۰/۸۱^{b}	۲/۵±۰/۶۶^{b}	۲/۷±۰/۶۷^{bc}	۳/۱±۰/۵۶^{ab}
۱۷	۳/۷±۰/۶۷^{b}	۳/۷±۰/۸۱^{ab}	۳/۵±۰/۵۲^{b}	۳/۲±۰/۷۳^{a}	۳/۱±۰/۸۷^{b}	۳/۲±۰/۹۱^{ab}
۱۸	۳/۹±۰/۷۴^{b}	۳/۸±۰/۷۸^{a}	۳/۹±۰/۵۶^{ab}	۳/۴±۰/۶۴^{a}	۳/۵±۰/۵۲^{b}	۳/۵±۰/۷۱^{a}
۱۹	۳/۶±۰/۵۶^{bc}	۳/۲±۰/۹۱^{b}	۳/۵±۰/۵۲^{b}	۲/۷±۰/۶۷^{b}	۳/۱±۰/۷۳^{b}	۲/۹±۰/۷۳^{ab}
۲۰	۳/۷±۰/۹۴^{b}	۳/۶±۰/۵۱^{ab}	۳/۶±۰/۵۱^{b}	۳/۲±۰/۶۶^{a}	۳/۵±۰/۶۲^{b}	۳/۹±۰/۷۳^{ab}
۲۱	۴/۱±۰/۸۷^{ab}	۴/۰±۰/۴۱^{a}	۴/۱±۰/۵۶^{a}	۳/۶±۰/۹۶^{a}	۳/۸±۰/۹۶^{a}	۳/۵±۰/۷۰^{a}
۲۲	۳/۴±۰/۸۴^{b}	۳/۴±۰/۸۴^{b}	۳/۶±۰/۸۲^{b}	۳/۲±۰/۷۰^{a}	۲/۹±۰/۷۳^{b}	۳/۲±۰/۹۱^{ab}
۲۳	۳/۹±۰/۷۳^{b}	۳/۵±۰/۵۲^{ab}	۳/۹±۰/۵۴^{ab}	۳/۰±۰/۰۰^{a}	۳/۰±۰/۷۳^{b}	۳/۱±۰/۸۳^{ab}
۲۴	۴/۳±۰/۴۸^{a}	۴/۰±۰/۴۷^{a}	۴/۳۰±۰/۴۸^{a}	۳/۷±۰/۹۴^{a}	۳/۸±۰/۹۱^{a}	۳/۶±۰/۸۴^{a}
۲۵	۳/۶±۰/۵۱^{b}	۳/۴±۰/۸۲^{b}	۳/۴±۰/۸۴^{b}	۳/۱±۰/۷۳^{a}	۲/۶±۰/۶۹^{c}	۳/۴±۰/۸۴^{ab}
۲۶	۳/۹±۰/۵۶^{b}	۳/۵±۰/۷۰^{ab}	۳/۷±۰/۸۲^{b}	۳/۰±۰/۶۶^{a}	۳/۰±۰/۶۶^{b}	۳/۲±۰/۹۱^{ab}
۲۷	۴/۰±۰/۴۷^{ab}	۳/۹±۰/۸۷^{a}	۴/۱±۰/۵۶^{a}	۳/۶±۰/۵۱^{a}	۳/۷±۰/۸۲^{a}	۳/۶±۰/۶۶^{a}

حروف مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح $p<0.05$ ندارند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

۳-۳- نتایج آزمون ارزیابی خصوصیات حسی نان

با توجه به جدول ۴ بیشترین امتیاز در آزمون حسی به نمونه‌های شماره ۲۱، ۲۴ و ۲۷ تعلق گرفت که البته با توجه به نتایج سایر بخش‌های پژوهش حاضر (آزمون ارزیابی بافت، حجم مخصوص و میزان تخلخل) انتظار می‌رفت که این سه نمونه بیشتر از سایر نمونه‌های تولیدی مورد پذیرش داوران چشایی قرار گیرند. علت برتری این سه نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها در ارزیابی حسی را چنین می‌توان استدلال نمود که در زمان تخمیر اولیه ۳۰ دقیقه، تجزیه آنزیماتیک اجزای تشکیل‌دهنده آرد، تشکیل اسید لاکتیک و تولید مواد آروماتیک که از عوامل مؤثر بر طعم، رنگ و بوی نان هستند، بهتر صورت گرفته است و هچنین طی شدن زمان تخمیر نهایی ۴۵ دقیقه در تولید محصول متخلخل‌تر و با کمترین میزان فشردگی مغز نان نسبت به سایر تیمارها مؤثر بوده است که این امر در میزان بیاتی نمونه‌ها دخیل می‌باشد [۲].

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های انجام شده در این مطالعه می‌توان پیشنهاد نمود که جهت بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی نان بربری (به لحاظ بافت، میزان حجم مخصوص، تخلخل و کسب امتیاز بالاتر در آزمون حسی) بهتر است به ترتیب از زمان تخمیر اولیه، میانی و نهایی ۳۰، ۱۰ و۴۰ دقیقه استفاده شود. سپری شدن زمان تخمیر اولیه، میانی و نهایی پیشنهادی با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش، در تولید بیشتر، یکنواخت‌تر و هم‌اندازه‌ی سلول‌های گازی (اثرگذاری بر روی حجم مخصوص و میزان تخلخل)، خارج شدن به موقع خمیر از حالت فشردگی پس از گرد کردن و چانه‌گیری (تولید محصولی با فشردگی کمتر)، تجزیه آنزیماتیک بهتر مواد تشکیل دهنده‌ی آرد و تولید مواد آروماتیک بیشتر به‌طوری که در در ارزیابی حسی قابل تشخیص است، مؤثر خواهد بود.

۵- منابع

[1] Qarooni, J. 1383. Flat Bread Technology, 22-58.

[2] Rajabzadeh, N. 1389. Knowledge Development and Management of Bread Production, 439-479.

[3] Ghiafeh Davoodi, M., Sahraiyan, B., Naghipour, B. and Karimi, M. 1390. 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.

[4] Karimi, M., Sahraiyan, B., Naghipour, B., Ghiafeh Davoodi, M. and Sheikholeslami, Z. 1390. 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.

[5] Mustafa, A., Fink, M., Eldin, A. K., Rosen, J., Andersson, R. And Aman, P. 2009. Interaction effects of fermentation time and added asparagines and glycine on acrylamide content in yeast – leavened bread. *Food Chemistry*, 112:767-774.

[6] Qarooni, J., Miskelly, D., and Wootton, M. 1989. Factors affecting the quality of Arabic bread fermentation variable. *Journal of Science and Food Agriculture*, 48:99-109.

[7] Ponte, J. G. 1971. Wheat Chemistry and Technology. 2nd edition American Association of Cereal Chemists. pp: 675-685.

[8] Platt, W., and Powers, R. 1940. Compressibility of bread crumb. *Cereal Chemistry*, 17:601-610.

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

[10] Caballero, P. A., Go'mez, M., & Rosell, C. M. 2007. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. *Journal of Food Engineering*, 81(1):42–53.

[11] Pourfarzad, A., Khodaparast, M. H., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Ghiafeh Davoodi, M., 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*, Doi: 10.1111/j.1745-4530.2009.00541.x.

[12] Haralick, R. M., K. Shanmugam and I. Dinstein. (1973), Textural features for image classification. IEEE Transactions of ASAE, 45(6):1995-2005.

[13] AOAC. 1995. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, 16th edition; Washington D.C.

[14] Chin, N. L., L. H. Tan, Y. A. Yusof and R. A. Rahman. 2009. Relationship between aeration and rheology of breads. Journal of Texture Studies, 40(6):727-738.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

The effect of primary, middle and final fermentation time on quantitative and qualitative properties of Barbari bread

Naghipour, F. [1], Sahraiyan, S.[1]*, Ghiafeh Davoodi, M. [2], Karimi, M. [2], Sheikholeslami, Z. [2]

1. Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad (FUM).

2. Assistant Professor, Research Center of Agriculture and Natural Resource. Khorasan-e-Razavi, Mashhadm Iran.

(Received: 90/7/14 Accepted: 91/2/23)

Fermentation process of bread includes primary, middle and final sections. If dough is prepared by the traditional methods and immediately formed, in addition to the more energy consumption, the proper shape of dough will be affected and final product may have compressed texture, less porosity and specific volume and lower flavor and taste scores. Where the three section of fermentation performed, because of equal distribution of gas, more elasticity and formation and aromatic compound, the product has more porosity and taste and flavor. By considering the importance of this issue, the purpose of this study was the effect of primary fermentation time in three levels of 10, 15 and 20 minute, middle fermentation time on three levels of 5, 10 and 15 minute and final fermentation time on three levels of 25, 35 and 45 minute on crumb firmness, porosity, specific volume and sensory properties of Barbari bread. After comparing treatment with fully randomized factorial in $p<0.05$, the results showed the lowest firmness, the highest porosity and specific volume and the best score in sensory analysis was attribute to samples with primary fermentation time of 30 minute and final fermentation time of 45 minute. As compared to these treatments the greatest effect on improving the quality of Barbari bread was attributing to the sample with middle fermentation time of 10 minute.

Key words: Barbari bread, Fermentation time, Firmness, Porosity

* Corresponding Author E-Mail address: baharehsahraiyan@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]