

## بررسی تاثیر خمیرترش بر کیفیت نان بربری

محمد جواد اکبریان میمند<sup>۱\*</sup>، مرتضی خمیری<sup>۲</sup>، علیرضا صادقی ماهونک<sup>۲</sup>،  
مهران اعلمی<sup>۲</sup>، سمانه فرجی کفشگری<sup>۳</sup>، مهدی وطن خواه<sup>۴</sup>، احسان محمودی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری میکروبیولوژی مواد غذایی دانشگاه ملایر

۲- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه علوم و صنایع غذایی

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

(تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۸)

### چکیده

هدف این پژوهش، بررسی ویژگی‌های کیفی در نان‌های بربری تولید شده توسط مخمرها و لاکتوباسیل‌های جداسازی شده از خمیرترش‌های بومی ایران بود. جهت تهیه خمیرترش، ابتدا سلول‌های تازه میکروبی با تعداد کلنی معین، توسط سانتریفوژ از کشت اولیه باکتری‌ها و مخمرهای ایزوله شده از خمیرترش‌های بومی ایران که به روش PCR شناسایی گردیدند، جدا شدند. سپس معادل ۱۰ درصد وزنی نسبت به آرد، از این سلول‌ها با مقایر یکسانی از آب و آرد مخلوط گردید. پس از فراوری یکسان نمونه‌ها، جهت ارزیابی ویژگی‌های کیفی نان، از آزمون‌های ارزیابی حسی، پردازش تصویر به وسیله نرم افزار Image J و بافت‌سنجی به وسیله دستگاه بافت‌سنج استفاده شد. آزمون‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و بلوک کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شدند. نتایج نشان داد که ایزوله‌های جداسازی شده اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی نان گذاشتند ( $p < 0.01$ ). در این پژوهش، خمیرترش باعث افزایش تخلخل در نمونه‌ها و کاهش روند بیاتی شد، طوری که تیمار e (لاکتوباسیلوس رئوتیری و سلاکارومایسس سرویزیه) با تخلخلی به میزان ۴۲ درصد، بالاترین تخلخل و بیشترین تاثیر را در به تاخیر انداختن بیاتی داشت. علاوه بر این، نتایج مربوط به ارزیابی حسی نشان داد که خمیرترش موجب ایجاد رنگی طلایی مناسب در نمونه‌ها و افزایش قابلیت جویدن، نرمی و بهبود بافت نمونه‌ها شده است طوری که، تیمار e با کسب ۴/۱ امتیاز، بالاترین امتیاز را نسبت به سایر تیمارها در ارزیابی حسی کسب کرد. با توجه به نتایج این پژوهش، تیمار e به‌عنوان نمونه‌ای با بهترین پذیرش کلی، تخلخل و بافت انتخاب شد.

کلید واژگان: ارزیابی حسی، بافت‌سنجی، پردازش تصویر، خمیرترش، نان بربری

\*مسئول مکاتبات: j.akbarian@yahoo.com

## ۱- مقدمه

خمیرترش، خمیری است که از آرد و آب تشکیل و عمل تخمیر در آن انجام شده است و مخمر و باکتری‌های تولیدکننده اسید به‌طور همزیست در آن وجود دارند [۱]. فرایند تخمیر خمیرترش، بر پایه تخمیر لاکتیکی و الکلی است که تحت تاثیر ترکیب فلور میکروبی، شرایط تخمیر، فعالیت آنزیمی و قابلیت تخمیری آرد قرار می‌گیرد. مخمر عامل تولید دی‌اکسیدکربن و الکل است که موجب پوک شدن نان می‌شود، در حالی که باکتری‌های تولیدکننده اسید به میزان قابل ملاحظه‌ای اسید تولید می‌کنند که بر طعم، مزه و همچنین پپتیزاسیون پروتئین (تبدیل ژل به کلئید) و فعالیت مخمر اثر مثبتی می‌گذارند [۲]. همچنین در خمیرترش‌ها، بر اساس اثر متقابل اسید لاکتیک باکتری‌ها و مخمرها، ترکیبات فعال عطر و طعم تولید می‌شود [۳].

بررسی‌ها نشان می‌دهد که ۳۰ درصد گندم تولید شده در زنجیره گندم، آرد و نان کشور، به طریق مختلف هدر می‌رود که با توجه به تنگنای ارزی موجود، ارزش این ضایعات حائز اهمیت است [۴]. یکی از دلایل ضایعات نان، بیات شدن سریع (کمتر از ۱۲-۱۸ ساعت) نان‌های سنتی است [۵]. در بیاتی، نان سفید و خشن شده و تردی آن از دست می‌رود. رنگ سطح نان تیره شده و کریستالیزاسیون نشاسته در مغز نان صورت می‌گیرد و در بو و طعم نان تغییراتی به وجود می‌آید [۱]. نخستین پژوهش درباره بیاتی در سال ۱۸۲۵ به وسیله بوسینگالت انجام شد و عقیده بر این بود که علت بیاتی رتروگراداسیون<sup>۱</sup> نشاسته است [۶]. تخمیر با خمیرترش، ویژگی‌های خمیر، بافت نان، عطر و طعم آن را بهبود می‌دهد و همچنین فرایند بیاتی نان را به تاخیر انداخته و نان را در مقابل کپک‌زدگی و باکتری‌های ضایع کننده آن حفاظت می‌کند و احتمالاً تحمل انسان را به هضم گلوتن بالا می‌برد [۷].

## 1. Retrogradation

بیاتی که بر اثر تغییرات فیزیکوشیمیایی در پوسته و مغز نان رخ می‌دهد، در کنار فساد میکروبی، از مهم‌ترین عوامل کاهش زمان ماندگاری نان نیز به حساب می‌آید [۸]. بیاتی، موجب ایجاد بافتی سفت، خرد شونده و از دست رفتن طعم تازگی در نان می‌گردد. آثار بیاتی بر نان به میزان زیادی مورد بررسی قرار گرفته‌است هر چند مکانیسم‌های علمی و تکنولوژیکی آن تا مدت‌ها به درستی مشخص نبوده‌اند [۹].

کرستی و همکاران [۹] تاثیر باکتری‌های اسیدلاکتیک خمیرترش را بر بیاتی نان مورد مطالعه قرار دادند و نتایج آن‌ها نشان داد که تاثیر خمیرترش در به تاخیر انداختن بیاتی اصولاً وابسته به بهبود حجم به‌عنوان یک عامل مثبت مرتبط با نرمی نان است.

لروی و وویست [۱۰] به بررسی تاثیر خمیر ترش بر ویژگی‌های کیفی و کمی نان پرداختند و نتایج آن‌ها نشان داد که خمیرترش موجب بهبود عطر و طعم، حجم و مدت ماندگاری در نان‌های تولیدی می‌شود.

کروولی و همکاران [۱۱] گزارش دادند که خمیرترش در فرآورده‌های خمیری می‌تواند موجب افزایش، کاهش و بدون تاثیر روی ماندگاری باشد. این تاثیر بستگی به وضعیت تخمیر و فرایند استفاده شده دارد. تاثیر خمیر ترش بر بیاتی نان کاملاً شفاف نیست و نتایج بحث برانگیزی و تفاسیر متفاوتی وجود دارد. باربر و همکاران [۱۲] گزارش دادند که علت کاهش بیاتی مربوط تعویق افتادن رتروگراداسیون نشاسته است.

کارستی و همکاران [۹] اثر لاکتیک اسید باکتری‌ها بر بیاتی و سفتی بافت نان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که نان تولید شده توسط خمیر ترش تخمیر شده با pH پایین و نسبت اسید لاکتیک بالا، بیشترین حجم و کمترین میزان بیاتی را در طول نگهداری نشان داد.

کاتینا و همکاران [۸] نشان دادند که عامل کاهش بیاتی در طی افزودن خمیرترش مربوط به توانایی پروتئولیتیک و آمیلولیتیک باکتری‌های اسید لاکتیک است که به میزان زیادی در تاخیر بیاتی

از روش پردازش تصویر در ارزیابی رنگ پوسته و میزان تخلخل نان بربری مخلوط (گندم- سنگینک) استفاده کردند. هدف اصلی از انجام این پژوهش، استفاده از ایزوله‌های مخمیری و لاکتوباسیلی جداسازی شده از خمیرترش‌های بومی ایران در تهیه نان مسطح و بررسی ویژگی‌های کیفی نان‌های تولیدی با استفاده از تست ارزیابی حسی، پردازش تصویر به وسیله نرم افزار Image J و بافت سنجی به وسیله دستگاه بافت‌سنج بود.

## ۲- مواد و روش

### ۲-۱- مواد

آرد نول با درجه استخراج ۷۵ درصد، از کارخانه آرد زاهدی (گرگان، ایران) تهیه گردید. این آرد دارای رطوبت ۱۳/۵ درصد، پروتئین ۱۲/۵ درصد، خاکستر ۰/۸ درصد، چربی ۱/۷۲ درصد، گلوتن مرطوب ۲۸/۸ درصد و عدد فالینگ ۶۰ ثانیه بود که براساس روش‌های مدون AOAC و AACC تعیین شد. برای این منظور، آرد مورد نیاز جهت انجام آزمایشات به صورت یک‌جا تهیه و در یخچال نگهداری شد.

ایزوله‌های باکتریایی و مخمیری مورد استفاده در این تحقیق از آزمایشگاه گروه علوم و صنایع غذایی گرگان تهیه گردید. این میکروارگانیسم‌ها قبلاً از خمیرترش‌های بومی ایران جداسازی و شناسایی شده بودند.

در این تحقیق از محیط‌های کشت تجاری MRS Agar, Y.G.C, MRS Broth (تولید شرکت مرک-کشور آلمان) استفاده شد.

### ۲-۲- روش‌ها

#### ۲-۲-۱- تیمار بندی

در این تحقیق ایزوله‌های باکتریایی و ایزوله‌های مخمیری از آزمایشگاه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به شرح جدول ۱ تهیه گردید.

نان نقش دارند. خمیرترش با تنظیم فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز آرد، میزان هیدرولیز نشاسته را نیز تغییر می‌دهد که در کاهش کریستالیزه شدن نشاسته و کاهش بیاتی نان موثر است [۱۳]. افزایش زمان ماندگاری نان گندم به عنوان غذای غالب در کشور و کاهش ضایعات آن از این طریق که موجب کاهش هدر رفتن محصول استراتژیک گندم می‌گردد باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. از بین روش‌های متعددی که امروزه بدین منظور در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند، استفاده از ترکیبات طبیعی مانند خمیرترش که ضمن افزایش زمان ماندگاری نان، موجب بهبود ارزش تغذیه‌ای آن نیز می‌شوند جایگاه ویژه‌ای دارد (۱۴). بنابراین در این پژوهش از خمیرترش‌های دارای کشت آغازگر اختصاصی جهت فرآوری نان بربری، همچنین کاهش و تاخیر بیاتی استفاده شد.

پردازش تصویر (Image J)، تکنولوژی تهیه و تجزیه و تحلیل تصاویر یک صحنه‌ی واقعی به وسیله‌ی کامپیوتر در راستای کسب اطلاعات یا کنترل یک فرآیند است. ماشین بینایی روشی غیرتخریبی و علمی جهت اندازه‌گیری الگوی رنگ در سطح رنگی غیریکنواخت است. نمونه‌ی بارز کاربرد آن، پردازش تصویر در صنایع غذایی است که عناصر اصلی آن اندازه‌گیری بصری و توصیف محصولات غذایی در تصاویر است که می‌توان از خصوصیات تصاویر، آن را استخراج نموده و به عنوان شاخص کیفیت مطرح کرد [۱۵]. احتیاطی و همکاران [۱۶] با استفاده از روش پردازش تصویر در رنگ‌سنجی، سطح نان غنی شده با آرد سویا را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که رنگ‌سنجی با استفاده از پردازش تصویر به عنوان روشی عینی، غیرمخرب و ساده در ارزیابی رنگ سطح نان غنی شده با آرد سویا به صورت موفقیت‌آمیزی اجرا گردید. صفا و همکاران [۱۷]

جدول ۱ تیمارهای مورد مطالعه

کد	تیمارها
a	لاکتوباسیلوس کروستروم <sup>۲</sup>
b	لاکتوباسیلوس رامنسوس <sup>۳</sup>
c	لاکتوباسیلوس پارالیمنتریوس <sup>۵</sup>
d	لاکتوباسیلوس کازنی <sup>۶</sup>
e	لاکتوباسیلوس رئوتری <sup>۷</sup>
f	لاکتوباسیلوس کروستروم
g	لاکتوباسیلوس رامنسوس
h	لاکتوباسیلوس کازنی
i	لاکتوباسیلوس پارالیمنتریوس
j	لاکتوباسیلوس رئوتری
S	مخمر نانوائی <sup>۹*</sup>

\*نمونه شاهد

## ۲-۲-۲- تهیه سوسپانسیون اولیه آغازگرها

ابتدا هریک از باکتری‌ها و مخمرهای انتخابی، در محیط کشت مایع فعال شدند و سپس ایزوله‌های فعال شده، دو مرتبه سانتی‌فیوژ و با آب‌نمک استریل (۸/۵ درصد)، شستشو داده شدند. در مرحله بعد با استفاده از محلول مک فارلند، از هر سویه رقت ۱۰<sup>۷</sup> تهیه شد. در انتها ۱۰ درصد از هر سوسپانسیون میکروبی به مخلوط آرد نول و آب مقطر (۵۰:۵۰) اضافه شدند. نمونه‌های باکتریایی در شرایط بی‌هوازی به مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد و نمونه‌های مخمری به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری شدند [۱۸].

## ۲-۲-۳- تهیه خمیرترش

از سوسپانسیون اولیه آغازگرها ۱۰ درصد به مخلوط آب و آرد (۳۰:۷۰) اضافه شده و خمیرترش تهیه شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری شد [۱۸].

## ۲-۲-۴- تهیه نان

## ۲-۲-۴-۱- تهیه نمونه نان شاهد

بدین منظور جهت تهیه نمونه نان شاهد از فرمولاسیون ۳۷/۵ درصد آرد، ۶۰ درصد آب، ۱/۵ درصد مخمر نانوائی و ۱ درصد نمک استفاده شد. نمونه شاهد فاقد خمیرترش بود. تخمیر ابتدایی این مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای و تخمیر نهایی پس از تقسیم کردن خمیر ترش‌ها به قطعات ۱۰۰ گرمی، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۰ دقیقه صورت پذیرفت. نمونه‌های تولیدی بلافاصله در دمای ۵ ± ۲۲۰ سانتی‌گراد و به مدت ۱۵ دقیقه در فر پخت (ZuccihelliForni - ساخت کشور ایتالیا)، پخته شدند [۱۹].

## ۲-۲-۴-۲- تهیه نان با استفاده از خمیرترش‌های تولیدی

ابتدا خمیر نان‌های مسطح با فرمولاسیون (۲۶۵ گرم آرد، ۴۸ گرم خمیرترش، ۴/۸ گرم نمک) آماده شدند و در اتاقک بخار به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند. پس از آن چانه‌گیری نمونه‌ها به مدت یک ساعت در اتاقک بخار (مشهد پخت، ساخت ایران) قرار گرفتند. نمونه‌های تولیدی در دمای ۵ ± ۲۲۰ سانتی‌گراد و به مدت حدود ۱۵ دقیقه در فر پخته شدند [۱۹].

## ۲-۲-۵- تعیین اسیدیته قابل تیتراژ خمیرترش

بدین منظور ۱۰ گرم از خمیرترش با ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر، به‌خوبی مخلوط گردیده و محلول مذکور توسط سود ۰/۱ نرمال

2. *Lactobacillus crustorum*
3. *Lactobacillus rhamnosus*
4. *Saccharomyces cerevisiae*
5. *Lactobacillus paralimentarius*
6. *Lactobacillus casei*
7. *Lactobacillus reuteri*
8. *Saccharomyces exiguus*
9. *Baker,s yeast*

خیلی خوب (نمره صفر تا پنج) توسط ارزیابان ارزیابی شدند و در نهایت مانند جدول شماره ۲ با اعمال ضریب ارزشیابی برای هر صفت نمره کلی تعیین گردید [۲۱]. در نهایت داده‌های حاصل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و سپس میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح یک درصد مقایسه شدند.

تا pH معادل ۸/۵ تیترا شد و اسیدیته بر حسب میلی‌لیتر سود مصرفی محاسبه گردید [۲۰].

### ۲-۶ ارزیابی حسی نان

ویژگی‌های حسی نان توسط ده ارزیاب آموزش دیده و با روش امتیازدهی یک ویژگی، مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این منظور، فرمی تهیه شد که در آن ویژگی‌های رنگ پوسته نان، بافت، عطر و طعم و پذیرش کلی نان به صورت غیر قابل قبول تا

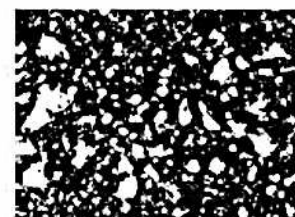
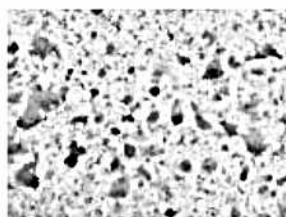
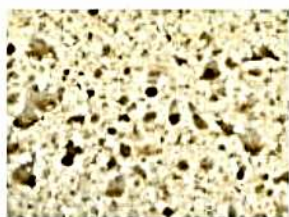
جدول ۲ ارزیابی حسی

ویژگی	رنج امتیاز دهی					
رنگ پوسته	۱	۲	۳	۴	۵	طلایی پررنگ
بافت	۱	۲	۳	۴	۵	نرم
عطر و طعم	۱	۲	۳	۴	۵	مطلوب
پذیرش کلی	۱	۲	۳	۴	۵	مطلوب
نمره نهایی						

خاکستری به تصاویر دودویی، قسمت دودویی نرم افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد می‌شود. بدیهی است که میزان حفرات موجود در بافت نان (میزان تخلخل) بیشتر است. در عمل با فعال کردن قسمت آنالیز نرم افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۲۲].

### ۲-۷ ارزیابی میزان تخلخل مغز نان

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز نان در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد (شکل ۱). بدین منظور برشی به ابعاد ۴ در ۴ سانتی‌متر از مغز نان تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل G3110- ساخت شرکت HP آمریکا) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد. تصویر تهیه شده در نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت، تصاویر سطح خاکستری ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر



الف

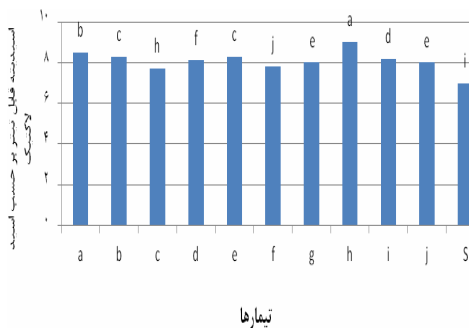
ب

ج

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

۲-۷-اندازه گیری سفتی بافت نان با استفاده از دستگاه بافت‌سنج

ساکارومایسس اگزیزگوس همراه می شود مالتوز را کاملاً جذب نموده و بیشترین بازده را دارد [۲۷]. مارتینز [۲۸] نشان داد وقتی لاکتوباسیلوس سانفرانسیس<sup>۱</sup>، لاکتوباسیلوس برویس و لاکتوباسیلوس پلاتاروم با مخمرهای مالتوز منفی مانند ساکارومایسس اگزیزگوس مخلوط شده باشند مالتوز را کاملاً جذب می کنند و بیشترین بازده را دارند و اسید تولیدی بعنوان یک مهار کننده نیست. هنگامی که اسید لاکتیک باکتری ها با ساکارومایسس سرویزیه همراه می شوند یک کاهش در متابولیسم باکتریایی ایجاد می شود که به علت مصرف سریع تر مالتوز است، در واقع مخمر مقداری از مالتوز را مصرف می کند [۲۹]. بنابراین، نمونه h که حاوی مخمر ساکارومایسس اگزیزگوس که یک مخمر مالتوز منفی و باکتری لاکتوباسیلوس کازئی که یک باکتری هتروفرمنتاتیو است، بیشترین اسیدیته را به خود اختصاص داد.



شکل ۲ تغییرات در اسیدیته خمیر ترش های تخمیر شده توسط گونه های میکروبی تلقیحی بعد از ۲۴ ساعت

### ۲-۳ نمره رنگ پوسته

با توجه به شکل ۳ تیمار e بهترین و تیمار h و a بدترین نمره ارزیابی از نظر رنگ پوسته را به خود اختصاص دادند. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارها بر رنگ پوسته نشان داد که اثر این تیمارها در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار است ( $P < 0.05$ ). همان طور که در شکل ۳ مشاهده می شود نمونه شاهد با تمام نمونه ها دارای اثر معنی داری است ( $P < 0.05$ ). رنگ نمونه شاهد از تیمارهای a, c, g, h مطلوب تر و از سایر تیمارها نامطلوب تر بود که علت آن را می توان به میزان اسیدهای حاصل از باکتری های لاکتیکی در خمیر ترش ربط داد [۲۹]. چنانچه اسید

بدین منظور ابتدا قطعات مکعب مستطیلی شکل با طول ۶۰، عرض ۴۰ و ضخامت  $2 \pm 10$  میلی متر از مرکز هندسی نان بریده شدند و سپس با استفاده از دستگاه بافت سنج (مدل Farnell CNS - ساخت کشور ایتالیا) نیروی لازم جهت ایجاد ۵۰ درصد فشردگی در ضخامت اولیه به عنوان سفتی بافت مغز نان اندازه گیری گردید. سرعت پروب مورد استفاده در آزمون تراکمی ۶۰ میلی متر در دقیقه و نقطه شروع ۵۰ گرم بود. سفتی بافت مغز نان در تناوب های زمانی ۱، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت به عنوان معیاری جهت تخمین بیاتی مغز نان مورد ارزیابی قرار گرفت [۲۲، ۲۳].

### ۲-۸-۲ طرح آماری

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد و سپس میانگین ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد مقایسه شدند و نمودارها بوسیله اکسل رسم گردیدند و کلیه آزمون ها در سه تکرار انجام شدند.

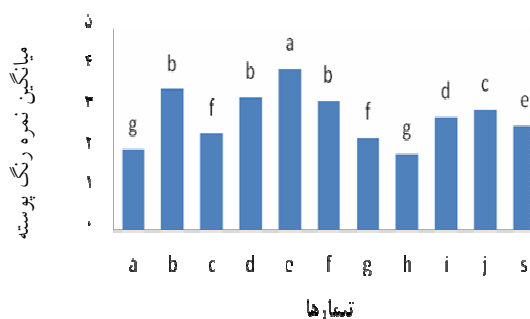
## ۳ - نتایج و بحث

### ۳-۱- تغییرات اسیدیته

میزان اسیدیته در تیمارهای مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود بیشترین اسیدیته معادل ۹ را نمونه h (لاکتوباسیلوس کازئی و ساکارومایسس اگزیزگوس) ایجاد کرد و کمترین اسیدیته معادل ۷ نیز به نمونه شاهد تعلق داشت. در تمامی نمونه ها میزان اسیدیته به طور معنی داری بیشتر از نمونه شاهد بود. اهمیت باکتری های خمیر ترش در این است که می توانند کربوهیدرات های موجود در آرد و همچنین فرآورده تخمیر شده پروتئین را برای متابولیسم خود مصرف نمایند و سبب تولید اسید استیک و اسید لاکتیک شوند که موجب فرم پذیری بهتر خمیر در طی مراحل تهیه خمیر و پخت نان می شود [۲۵، ۲۴]. تیمار لاکتوباسیلوس کازئی و ساکارومایسس اگزیزگوس (h) بیشترین میزان اسیدیته را از خود نشان دادند که مقدار زیادی اسید استیک و اسید لاکتیک تولید کردند، لاکتوباسیلوس کازئی یک باکتری هتروفرمنتاتیو اجباری است بنابراین قدرت اسید سازی بالایی دارد و این باکتری گونه غالب در خمیر ترش می باشد [۲۶]. همچنین ساکارومایسس اگزیزگوس یک مخمر مالتوز منفی است هنگامی لاکتوباسیلوس کازئی با مخمر

10. *L. sanfranciscensis*

آنزیم اینورتاز مخمر باعث هیدرولیز ساکارز و افزایش قابلیت دسترسی قندها در طول فرآیند تخمیر خمیرترش می‌شود، به همین دلیل تشکیل رنگ در فرایند مایلارد آسان‌تر می‌شود. نمونه a (ساکارومایسس سرویزیه و لاکتوباسیلوس کرستروم) دارای کمترین اسیدیته بود بنابراین، نان حاصل دارای رنگ تیره‌تری می‌باشد زیرا مقدار قند بیشتری در اختیار واکنش مایلارد قرار گرفته است. نمونه h (ساکارومایسس اگزیرگوس و لاکتوباسیلوس کازئی) دارای بیشترین اسیدیته بود. بنابراین، نان حاصل دارای رنگ روشن‌تری می‌باشد زیرا مقدار قند کمتری در اختیار واکنش مایلارد قرار گرفته است [۳۲].



شکل ۳ تاثیر تیمارها بر رنگ پوسته نان

استیک به میزان زیادی افزایش یابد، رشد مخمرهای موجود در خمیرترش مهار و حتی متوقف می‌شود، در این شرایط مزه و رنگ نان نامطلوب می‌شود [۳۰]. چنانچه میزان اسید به میزان کافی نباشد کربوهیدرات‌های موجود در آرد به خوبی تجزیه نشده و در واکنش مایلارد شرکت نمی‌کنند. همچنین در بعضی موارد کمبود اسید موجب افزایش فعالیت مخمر شده که گاهی، مخمر تقریباً تمامی قندها را مصرف کرده و در خمیر قند کافی جهت واکنش قهوه‌ای شدن وجود ندارد که این اتفاق زمانی می‌افتد که تخمیر به مدت طولانی ادامه یابد در شرایطی که تخمیر طولانی نباشد مخمر مقدار قند زیادی تولید کرده و در اختیار واکنش مایلارد می‌گذارد که در هر دو حالت رنگ نان نامطلوب می‌شود [۳۱]. نان حاصل از تیمار e (ساکارومایسس سرویزیه و لاکتوباسیلوس رئوتتری) دارای رنگ مطلوب بود که می‌توان علت آن را مربوط به آنزیم اینورتاز لاکتوباسیلوس رئوتتری و همچنین میزان اسید تولید شده توسط این تیمار که در حد نرمال است دانست. گرز و همکاران [۳۲] طی تحقیقی نشان دادند که لاکتوباسیلوس رئوتتری دارای آنزیم اینورتاز بوده که همراه با

جدول ۳ تجزیه واریانس رنگ پوسته

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموعه مربعات	میانگین مربعات	F
تکرار(بلوک)	۹	۱۳/۸۵	۱/۵۳	۲/۱۸**
تیمار	۱۰	۴۴/۸۱	۴/۴۸	۶/۳۵**
خطا	۹۰	۶۳/۵۴	۰/۷	
کل	۱۰۹	۱۲۲/۲۱		

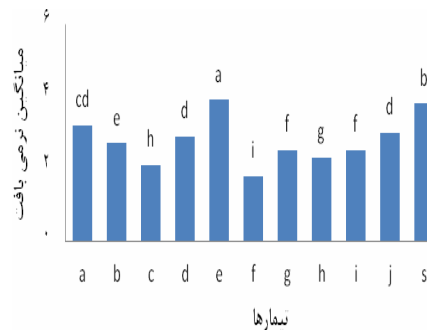
یکی از ویژگی‌های کیفی نان، خاصیت نرمی آن می‌باشد. سفتی و نرمی نان ارتباط مستقیمی با درجه الاستیسیته دارد. از طرفی، الاستیسیته نان نیز به ساختار داخلی نان بستگی دارد. در صورتی که در خمیر به میزان کافی اسید تولید نشود و ساختار گلوتن دست نخورده‌تر باقی‌ماند، نان خاصیت الاستیک بودن خود را از دست می‌دهد و دارای بافتی سفت می‌شود [۳۳]. بنابراین تیمار f و c که دارای کمترین اسیدیته بودند نتوانسته الاستیسیته مورد نظر را ایجاد کرده و دارای بافت سفتی شدند.

### ۳-۳- بافت

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارها بر بافت نان نشان داد که اثر این تیمارها در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است ( $P < 0.01$ ). شکل ۵ بیان‌گر این می‌باشد که تیمار e دارای بیشترین تاثیر و تیمار c, f, h و دارای کمترین اثر بر نرمی بافت بودند. همچنین، نتایج حاصل نشان داد که نمونه شاهد به جز نمونه‌های a, b, c, h و j با سایر نمونه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود ( $P < 0.01$ ).

موجود در آرد را مصرف نماید و سبب تولید اسید استیک و اسید لاکتیک شوند که باعث فرم‌پذیری بهتر خمیر و نرم شدن نان می‌شود [۲۴].

زمانی که اسیدیته خمیرترش زیاد افزایش یابد گلوتن ضعیف و باعث کشش‌پذیری بیشتر خمیر می‌شود که این امر نگهداری گاز را کاهش می‌دهد در نتیجه باعث سفت شدن بافت نان می‌شود [۳۴]. بنابراین تیمار h که بیشترین میزان اسیدیته را تولید کرده است، به علت ساختار گلوتن ضعیف قادر به نگهداری گاز نبوده و در نتیجه دارای بافتی سفت شده است که نتایج حاصل با نتایج باربر و همکاران [۱۲] همخوانی دارد.



شکل ۵ میانگین امتیاز بافت

باکتری‌های موجود در خمیرترش می‌توانند کربوهیدرات‌های

جدول ۵ تجزیه واریانس نمره نرمی

F	میانگین مربعات	مجموعه مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات
۲/۸۸**	۲/۰۱	۱۸/۱۴۵	۹	تکرار (بلوک)
۶/۲۶**	۴/۳۸۷	۴۳/۵۸	۱۰	تیمار
	۰/۶۹	۵۶/۸۰	۹۰	خطا
		۱۲۹/۰۵	۱۰۹	کل

متابولیت‌های مناسب) تابع گونه میکروبی مورد استفاده، مواد خام و فراهم بودن کربوهیدرات و چگونگی فرایند تولید می‌باشد. محققان نشان داده‌اند ترکیب مخمر و باکتری‌های لاکتیکی باعث تولید آروما و مواد معطر بیشتری می‌گردد. محصولات ناشی از تخمیر، اسید لاکتیک و اسید استیک از مواد معطر مهم در خمیرترش هستند و به نظر می‌رسد اسید استیک اثر مواد معطر دیگر را تشدید می‌کند [۳۶]. ترکیبات معطر نان بسته به سوش مصرفی متغیر می‌باشد. اتانل و اتیل استات با بیشترین مقدار در خمیرترش‌هایی که باکتری‌های لاکتیکی هتروفرمنتاتیو استفاده شده تولید می‌گردد [۳۷]. همچنین ترکیب n-هگزانول در کلیه خمیرترش‌های مختلف تولید می‌گردد. در صورتی که میزان اسید تولید شده کم باشد نان تولیدی بی‌مزه است همچنین در صورتی که میزان اسید تولیدی از حدی بیشتر شود نان دارای مزه ترش و اسیدی می‌شود که نامطلوب است [۳۸].

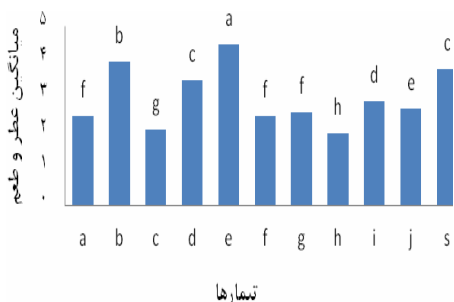
تیمار e دارای بیشترین امتیاز عطر و طعم بود. این تیمار حاوی لاکتوباسیلوس رئوتتری می‌باشد که یک باکتری هتروفرمنتاتیو است و طیف وسیعی از مواد معطر را تولید می‌کند. همچنین این

### ۳-۴- تاثیر تیمارهای مختلف بر عطر و طعم

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارها بر عطر و طعم نشان داد که اثر این تیمارها در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ). شکل ۶ بیان‌گر این است که تیمار e دارای بیشترین و تیمارهای a, c, g و h دارای کمترین امتیاز عطر و طعم بودند. همچنین نتایج حاصل نشان داد که نمونه شاهد به جز نمونه d با سایر نمونه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود ( $P < 0.01$ ).

حضور آنزیم‌های پروتئولیتیکی در سیستم خمیرترش پروتئین‌های مختلف را تجزیه می‌کند. بر اثر پروتئولیز، اسیدهای آمینه آزاد به وجود می‌آید که از عوامل به وجود آورنده عطر و طعم می‌باشند [۳۵]. البته بالا بودن اسید آمینه به تنهایی نمی‌تواند آرومای خوب بوجود آورد. آلدئیدها و کتون‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در مواد معطر دارند و به عنوان پایه اصلی تولید مواد معطر شناخته می‌شوند. باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند مواد معطر متفاوتی از جمله دی‌استیل، استالید، هگزانال و اتیل استات تولید کنند. ویژگی‌های اصلی (عطر و طعم) خمیرترش و تولید





شکل ۶ میانگین امتیاز عطر و طعم

نتایج حاصل با بیکر و همکاران [۳۹] که به بررسی اثر تخمیرلاکتیکی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، عطر و طعم و بیاتی نان پرداختند هم‌خوانی دارد. نتایج کار آن‌ها نشان داد، تیمارهایی که دارای اسیدیتیه کم یا زیاد هستند امتیاز پایینی در آزمون حسی کسب کرده‌اند.

باکتری دارای آنزیم‌های پروتئولیتیکی است که بر اثر پروتئولیز اسیدهای آمینه‌های مختلف ایجاد می‌کنند که در عطر و طعم موثر هستند از طرف دیگر تیمار e با توجه به شکل ۲ میزان متوسطی از اسید را تولید می‌کند. بنابراین تیمار e دارای عطر و بوی مطلوبی بود و بیشترین امتیاز مربوط به عطر و طعم را در آزمون حسی کسب کرده است.

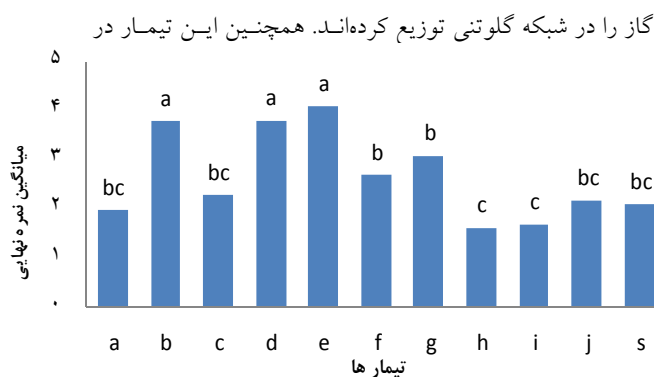
تیمارهای a و h بر طبق شکل ۲ دارای بیشترین میزان اسیدیتیه بودند. بنابراین، نان تولیدی دارای مزه ترش و اسیدی بوده که مورد توجه ارزیاب‌ها قرار نگرفته‌اند و امتیاز پایینی کسب کرده‌اند.

تیمارهای c و f بر طبق شکل ۲ دارای کمترین میزان اسیدیتیه بودند. زمانی که میزان تولید اسید از حدی کمتر باشد نان تولیدی بی‌مزه است بنابراین این تیمارها نیز نتوانستند امتیاز بالایی از نظر عطر و بو کسب کنند.

جدول ۶ تجزیه واریانس عطر و طعم

F	میانگین مربعات	مجموعه مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات
۲	۱/۰۴	۱۳	۹	تکرار (بلوک)
۳/۵**	۲/۲۹	۲۳	۱۰	تیمار
	۰/۸۸	۶۲	۹۰	خطا
		۹۷	۱۰۹	کل

### ۳-۵- پذیرش کلی



شکل ۷ میانگین نمره نهایی هر نان

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارها بر نمره نهایی نشان داد که اثر این تیمارها در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است ( $P < 0.01$ ). شکل ۷ بیان‌گر این است که تیمار e (ساکارومایسس سرویزیه و لاکتوباسیلوس رئوتری) دارای بیشترین تاثیر بر نمره نهایی و تیمار h دارای کمترین اثر روی نمره نهایی است. همچنین نتایج حاصل نشان داد که نمونه شاهد با نمونه‌های b, d, e دارای اختلاف معنی‌داری بود.

نان حاصل از تیمار e (ساکارومایسس سرویزیه و لاکتوباسیلوس رئوتری) که دارای بیشترین نمره ارزیابی بود دارای رنگ پوسته بسیار خوب و یکنواخت بوده است که نشان دهنده آن است که واکنش میلارد در این نان به خوبی صورت گرفته است [۲۹]. این نان تخلخل خوبی داشته و میکروارگانیسم‌های این تیمار به خوبی

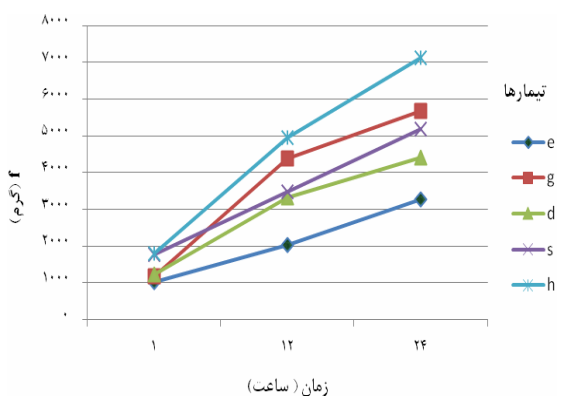
جدول ۷ تجزیه واریانس نمره نهایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموعه مربعات	میانگین مربعات	F
تکرار (بلوک)	۹	۳/۶۹	۰/۴۱	۰/۵۵
تیمار	۸	۷۹/۲۹	۹/۵۳	۱۲/۷۳**
خطا	۸۲	۶۱/۴۱	۰/۷۴	
کل	۹۹	۱۴۱/۳۹		

مطابقت داشت. نتایج کار آن‌ها نشان داد که با افزایش بیش از حد اسیدیته میزان الاستیسیته و تخلخل کاهش می‌یابد.

### ۳-۷- نتایج حاصل از بافت سنجی

بررسی روند تغییرات سفتی بافت نان در طول زمان انبارمانی نشان داد که مطابق انتظار به موازات افزایش زمان انبارمانی، سفتی بافت نان افزایش یافت. در بین کشت‌های آغازگر، کم‌ترین سفتی بافت در نمونه‌های فراوری شده توسط لاکتوباسیلوس رئوتتری و ساکارومایسس سرویزیه و بیشترین آن در نمونه‌های فراوری شده توسط لاکتوباسیلوس کازئی و ساکارومایسس اگریگوس مشاهده گردید (شکل ۹).

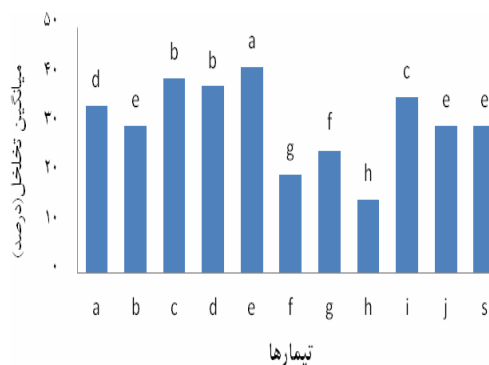


شکل ۹ تاثیر تیمارها روی بافت

در تیمار لاکتوباسیلوس کازئی و ساکارومایسس سرویزیه و همین‌طور لاکتوباسیلوس رامنسوس و ساکارومایسس اگریگوس بیشترین روند بیاتی را شاهد بودیم. جیانوتی و همکاران [۴۰] گزارش دادند تغییرات اسیدیته خمیرترش موجب ایجاد تغییراتی در رفتار گلوتن شد، که یکی از مهم‌ترین دلایل اصلاح رئولوژی خمیر تغییرات بافتی در نان حاصل از خمیرترش است. کاترینا و همکاران [۲۵] گزارش کردند که خمیرترش در محصولات

### ۳-۶- نتایج حاصل از تخلخل

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارها بر درصد تخلخل نشان داد که اثر این تیمارها در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ ). شکل ۸ بیانگر این می‌باشد که تیمار e دارای بیشترین تاثیر و تیمار h دارای کمترین اثر روی تخلخل بوده است. هم‌چنین نتایج حاصل نشان داد که نمونه شاهد به جز نمونه j و b با سایر نمونه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $P < 0/01$ ).



شکل ۸ میانگین درصد تخلخل

ریز و متراکم بودن خلل و فرج نشان‌گر نامطلوب بودن و یا کافی نبودن تخلخل می‌باشد که معمولاً در صورت کم بودن اسیدیته یا بیش از حد بودن اسیدیته اتفاق می‌افتد. پوکی بیش از حد معمول بافت داخلی نان می‌تواند در اثر مصرف بیش از خمیرترش باشد. در صورتی که اسیدیته خمیرترش بیش از حد افزایش یابد دیواره خلل و فرج نازک و سبب از بین رفتن آن‌ها می‌شود [۴۰].

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در صورت کم بودن اسیدیته یا بالا بودن بیش از حد اسیدیته میزان تخلخل در نان تولیدی کاهش یافته است که با نتایج بروکس و همکاران [۴۱] که به بررسی حجم نان‌های تولید شده با خمیر ترش پرداختند

- review. *Food Science and Technology*. 17: 557-566.
- [3] Vuyst, L. D., and Neysens, P. 2005. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. *Food Science and Technology*. 16: 43-56.
- [4] Kalantari, A. 1994. Food supplies and population growth, the need to develop culture. *Journal of Agricultural and Development Economics*. 2 (6): 15-6.
- [5] Arasteh, N. 1994. *Cereals Technology*. Kent, N (author). Cultural division of Astan Quds Razavi.
- [6] Kim, S. K., and D'Appolonia, B. L. 1977. The role of wheat flour constituent in bread staling. *Bakers' Digest*. (feb.) : 38-43.
- [7] Gobetti, M., De Angelis, M., Corsetti, A., and Di Cango, R. 2005. Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria. *Trends in Food Science and Technology*. 16 : 57-69.
- [8] Katina, K., R. L. Heinio, K. Autio and K. Poutanen. 2006. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. *LWT* 39: 1189-1202.
- [9] Corsetti, A., M. Gobetti, F. Balestrieri, F. Paoletti, L. Russi and J. Rossi. 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *J. Food Sci.* 63: 347-351.
- [10] Leroy, F., and De Vuyst, L. 2004. Functional lactic acid bacteria as starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science and Technology*. 15: 67-78.
- [11] Crowley, P., and Schober, T. J. 2002. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *European Food Research and Technology*. 214: 489-496.
- [12] Barber, B., Ortola, C., Barber, S., and Fernandez, F. 1992. Storage of packaged white bread. III. Effect of sourdough and addition of acids on bread characteristics. *Journal of Food Control and Research A*. 19: 442- 449.
- [13] Zotta, T., A. Ricciardi and E. Parente. 2007. Enzymatic activities of lactic acid bacteria isolated from Cornetto di Matera sourdoughs. *Intl. J. Food Microbiol.* 115: 165-172.
- [14] Decock, P., Cappelle, S. 2005. Bread technology and sourdough technology. *Trends in Food Science and Technology*. 16: 113-120.

خمیری می‌تواند باعث افزایش، کاهش و بدون تاثیر روی ماندگاری باشد. این تاثیر بستگی به وضعیت تخمیر و فرایند استفاده شده دارد و زمانی که اسیدیته از حدی بیشتر یا کمتر شود بر روند بیاتی اثر منفی می‌گذارد. در این تحقیق تیمار ساکارومایسس آگریگوس و لاکتوباسیلوس کازئی بیشترین اسیدیته را تولید کردند و تیمار ساکارومایسس آگریگوس و لاکتوباسیلوس رامنسوس کمترین میزان اسیدیته را تولید کردند بنابراین دارای اثر منفی روی روند بیاتی بودند.

#### ۴- نتیجه گیری

استفاده از کشت‌های آغازگرهای اختصاصی خمیرترش در فرایند تولید نان گندم نیازمند کنترل دقیق شرایط استفاده از خمیرترش جهت رسیدن به سطح مناسب اسیدیته قابل تیتراژ در خمیرترش است.

بر اساس نتایج این پژوهش، نمونه فراوری شده توسط لاکتوباسیلوس رئوتیری و ساکارومایسس سرویزیه دارای بالاترین نمره نهایی از ارزیابی حسی و تخلخل و همچنین در فاصله زمانی ۲۴ ساعت پس از پخت دارای بیشترین مقدار افزایش حجم و کمترین میزان بیاتی بود. لذا پیشنهاد می‌شود از این ایزوله‌ها برای بررسی‌های بیشتر جهت به‌کارگیری آن‌ها در تولید خمیرترش ایرانی انتخاب و استفاده شود.

#### ۵- تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند تا مراتب سپاس و قدردانی خود را از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور به جهت حمایت‌های مالی از این پروژه تحقیقاتی اعلام نمایند.

#### ۶- منابع

- [1] Hansena, A., Schieberle, P. 2005. Generation of Aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundamental aspects. *Food Science and Technology*. 16: 85-94.
- [2] Rehman, S. U., Paterson, A., and Piggott, J. R. 2006. Flavour in sourdough breads: a

- Conditions and Starter Culture on Formation of Acids, Volatile Compounds, and Amino Acids in Wheat Sourdoughs. *Cereal Chem.*, 81(5):598-610.
- [26] Clarke, C. I. (2003) Influence of sourdough and lactic acid bacteria on the quality of cereal products. Phd thesis, Department of Food and Nutritional Sciences, The National University of Ireland, University College, Cork.
- [27] Katrinaa, K., Arendt, E., Liukkonena, K. H., Autio, K., Flandera, L., and Poutanen, K. 2005. Potential of sourdough for healthier cereal Products. *Trends in Food Science and Technology*. 16: 104-112.
- [28] Martines, R. C. P., and Martines, E. C. P. 2006. Effect of *Leuconostoc mesenteroides* 11 bacteriocin in the multiplication of *Listeria monocytogenes* 4b, *Science and Technology*. 26(1): 52-55.
- [29] Robert, H., Gabriel, V., Lefebvre, D., Rabier, P., Vayssier, Y.m and Faucher, C. 2006. Study of behaviour of *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc* starters during a complete wheat sourdough bread making process. *Food Science and Technology*. 39: 256-265.
- [30] Gobbetti, M., Angelis, M., Corsetti, A. And Cagno, R. (2005) Biochemistry and physiology of sourdough lactic Acid Bacteria. *Trends in Food Sci. & Technol.*, 16(1-3): 57-69.
- [31] Hammes, W.P. and Ganzle, M.G. (1998) Sourdough breads and related products. In: Woods, B.J.B. (Ed.), *Microbiology of Fermented Foods*, vol. 1. Blackie Academic/Professional, London.
- [32] Gerez, CL., Cuezco, S., Rollan, G., and Font de Valdez, G. 2008. *Lactobacillus reuteri*. CRL 1100 as Starter culture for wheat dough fermentation. *Food Microbiology*. 25: 253-259.
- [33] Corsetti, A., Gobbetti, B., De Marco, B., Balestrieri, F., Paoletti, F., & Rossi, J. (2000). Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 3044-3051.
- [34] Rajabzade, N. 2007. University of Tehran Press.
- [15] Abdullah, M.Z., Guan, L.C., Lim, K.C. and Karim, A.A. 2004. The applications of computer vision systems and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. *Journal of Food Engineering* 61(1):125-135
- [16] Ehtiati, A., Mohebbi, M. And Shahidi, F. 2008. Application of image processing in the colorimetric bread enriched with soy flour. Eighteenth National Congress of Food Science and Technology.
- [17] Safa, R., Sheikholeslami, Z. And Salehi, A. 2013. The application of image processing techniques in the evaluation of color and shell porosity Barbari bread mix (wheat - Sngynk). Second National Conference on Food Science and Technology.
- [18] Palacios, M. C., Sanz, Y. S., Haros, M., Cristina, M., and Rosell, F. 2006. Application of *Bifidobacterium* strains to the breadmaking process *Biochemistry*. 41: 2434-2440.
- [19] Standards of flat Barbari bread. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISIRI number 5809. *Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2006.
- [20] Katina, K., M. Salmenkallio-Marttila, R. Partanen, P. Forssell and K. Autio. 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. *LWT* 39: 479-491.
- [21] Pighambardist, S.,H., Golshan Tafti, A., Khrasanchy, N., Hejazi, M., A. and Rafat, S,A. 2010. Comparison of dry sourdough with fresh sourdough on the sensory characteristics and staling of bread. *Journal of food industry*. 3 (1): 168.
- [22] Haralick, R. M., K. Shanmugam., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *Transactions of ASAE*, 65(2): 1995-2005.
- [23] Chiavaro, E., E. Vittadini, M. Musci, F. Bianchi and E. Curti. 2007. Shelf-life stability of artisanally and industrially produced durum wheat sourdough bread ("Altamura bread"). *LWT* 41:58-70.
- [24] Corsetti, A., M. Gobbetti, F. Balestrieri, F. Paoletti, L. Russi and J. Rossi. 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *J. Food Sci.* 63: 347-351.
- [25] Katrina, K., Poutanen, K., and Karin, A. 2004. Influence and Interactions of Processing

- intestinal isolated of lactic acid bacteria. *Applied Environmental Microbiology.*, 69(2): 945-952.
- [39] Baker, J. C., Parker, H. K. And Fortmann K. L. 1953. Flavour of bread. *Cereal Chem.*, 30: 22-30.
- [40] Gianotti, A., L. Vannini, M. Gobbetti, A. Corsetti, F. Gardini and M. E. Guerzoni. 1997. Modeling of the activity of selected starters during sourdough fermentation. *Food Microbiol.* 14(4): 327-337.
- [41] Brooks, J. L., Moore, A. S., Patchett, R. A., Collins, M. D., and Kroll, R. G. 1992. Use of the polymerase chain reaction and oligonucleotide probes for the rapid detection and identification of *Carnobacterium* species from meat. *Journal of Applied Bacteriology*, 72: 294-301.
- [35] Crowley, P., Schober, T., Clarke, C. And Arendt, E. (2002) The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *European Food Res. And Technol.*, 214: 489- 496.
- [36] De Angelis, M., Gallo, G., Corbo, M. R., mcsweeney, P. L., Faccia, M., Giovine, M., Gobbetti, M. (2003). Phytase activity in sourdough lactic acid bacteria: purification and characterization of a phytase from *Lactobacillus sanfranciscensis* CB1. *Food Micro.*, 87(3): 259-70.
- [37] Schnur, j. 2003. Antifungal Activities of lactic acid Bacteria. Department of Microbiology, Swedish university of Agricultural science.
- [38] Tiekling, M., Korakli, M., Ehrmann, M.A., Gänzle, M. and Vogel, R.F. 2003. In situ production of exopolysaccharides during sourdough fermentation by cereal and

## Effect of sourdough on the quality of barbari bread

Akbarian Meymand, M. j.<sup>1\*</sup>, Khomeiri, M.<sup>2</sup>, Sadeghi Mahoonak, A.<sup>2</sup>, Aalami, M.<sup>2</sup>,  
Faraji Kafshgari, S.<sup>3</sup>, Vatankhah, M.<sup>4</sup>, Mahmoudi, E.<sup>3</sup>

1. PhD student in Food Microbiology, Malayer University

2. Associate Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Food Science and Technology

3. MSc in Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

4. MSc in Food Science and Technology, Islamic Azad University, Sabzevar

(Received: 93/2/23 Accepted: 93/7/8)

The aim of this study was to evaluate the quality characteristics of bread produced by yeasts and lactobacillus isolated from native Iranian sourdough. Initially for the preparation sourdough, fresh microbial cells with certain number of colonies, by centrifugation were isolated of initial culturing bacteria and yeasts. Then equivalent 10% weight flour ,microbial cells mixed with equal amounts of water and flour. After processing identical samples to assess the quality characteristics of bread used of sensory evaluation test, image processing and Texture analysis. The experiments in a completely randomized design and completely randomized block with three replications were performed. The results showed that the samples significant effect on the quality characteristics. The results indicate that sourdough can be increasing the porosity of the sample So that e treat with 42 percent had the highest degree of porosity also sourdough delaying staling. According to the results from this study, treatment of *Lactobacillus reuteri* and *Saccharomyces cerevisiae* had best Sensory evaluation, porosity and texture.

**Keywords:** Sensory evaluation, Image processing, Sourdough

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: j.akbarian@yahoo.com