# بررسی تاثیر خمیرترش بر کیفیت نان بربری

محمد جواد اکبریان میمند[۱*]، مرتضی خمیری[۲]، علیرضا صادقی ماهونک[۲]، مهران اعلمی[۲]، سمانه فرجی کفشگری[۳]، مهدی وطن خواه[۴]، احسان محمودی[۳]

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
٤- 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 ۱۰درصد 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 به‌وسیله نرم افزار Image J و بافت‌سنجی به‌وسیله 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 ($p\leq ۰/۰۱$). در این پژوهش، خمیرترش باعث افزایش تخلخل در نمونه‌ها و کاهش روند بیاتی شد، طوری‌که تیمار e (*لاکتوباسیلوس رئوتری* و *ساکارومایسس سرویزیه*) با تخلخلی به میزان ٤۲ درصد، بالاترین تخلخل و بیشترین تاثیر را در به تاخیر انداختن بیاتی داشت. علاوه براین، 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 طوری‌که، تیمار e با کسب ٤/۱ 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 حالی‌که باکتری‌های تولیدکننده اسید به میزان قابل ملاحظه‌ای اسید تولید می‌کنند که بر طعم، مزه و همچنین پپتیزاسیون پروتئین (تبدیل ژل به کلوئید) 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 تنگناهای ارزی موجود، ارزش این ضایعات حائز اهمیت است [٤]. یکی از دلایل ضایعات نان، بیات شدن سریع (کمتر از ۱۲-۱۸ ساعت) نان‌های سنتی است [٥]. 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 به‌وسیله‌ی بوسینگالت انجام شد و عقیده بر این بود که علت بیاتی رتروگراداسیون[1] نشاسته است [٦]. 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].

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 به‌حساب 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 فراورده‌های 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 ونتایج بحث برانگیزی و تفاسیر متفاوتی وجود دارد. باربر و همکاران [۱۲] گزارش دادند که علت کاهش بیاتی مربوط تعویق افتادن رتروگرادیسیون 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

1. Retrogradation

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 به‌عنوان 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 (۱٤). 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 به‌وسیله‌ی 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 به‌عنوان شاخص کیفیت مطرح کرد [۱۵]. احتیاطی و همکاران [۱٦] 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 به‌عنوان روشی عینی، غیرمخرب و ساده در ارزیابی رنگ سطح نان غنی شده با آرد سویا به‌صورت موفقیت‌آمیزی اجرا گردید. صفا و همکاران [۱۷] 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 مخمری 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 به‌وسیله نرم افزار Image J و بافت سنجی به‌وسیله دستگاه بافت‌سنج بود.

## ۲- مواد و روش

### ۲-۱- مواد

آرد نول با درجه استخراج ۷۵درصد، از کارخانه آرد زاهدی (گرگان، ایران) تهیه گردید. این آرد دارای رطوبت ۱۳/۵درصد، پروتئین ۱۲/۵درصد، خاکستر ۰/۸درصد، چربی ۱/۷۲درصد، گلوتن مرطوب ۲۸/۸درصد و عدد فالینگ ٤٦۰ ثانیه بود که براساس روش‌های مدون AOAC و AACC تعیین شد. برای این منظور، آرد مورد نیاز جهت انجام آزمایشات به‌صورت یک‌جا تهیه و در یخچال نگه‌داری شد.

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

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

### ۲-۲- روش‌ها

#### ۲-۲-۱- تیماربندی

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

**جدول ۱** تیمارهای مورد مطالعه

| کد | تیمارها | | |
|---|---|---|---|
| a | *لاکتوباسیلوس کروستروم*[2] | + | *ساکارومایسس سرویزیه*[3] |
| b | *لاکتوباسیلوس رامنسوس*[4] | + | *ساکارومایسس سرویزیه* |
| c | *لاکتوباسیلوس پارالیمنتریوس*[5] | + | *ساکارومایسس سرویزیه* |
| d | *لاکتوباسیلوس کازئی*[6] | + | *ساکارومایسس سرویزیه* |
| e | *لاکتوباسیلوس رئوتری*[7] | + | *ساکارومایسس سرویزیه* |
| f | *لاکتوباسیلوس کروستروم* | + | *ساکارومایسس اگزیگوس*[8] |
| g | *لاکتوباسیلوس رامنسوس* | + | *ساکارومایسس اگزیگوس* |
| h | *لاکتوباسیلوس کازئی* | + | *ساکارومایسس اگزیگوس* |
| i | *لاکتوباسیلوس پارالیمنتریوس* | + | *ساکارومایسس اگزیگوس* |
| j | *لاکتوباسیلوس رئوتری* | + | *ساکارومایسس اگزیگوس* |
| S | *مخمر نانوایی*[9]* | | |

*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 سانتریفوژ و با آب‌نمک استریل (۸/۵ درصد)، شستشو داده شدند. در مرحله بعد با استفاده از محلول مک فارلند، از هر سویه رقت $10^7$ 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 ۲٤ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد و نمونه‌های مخمری به مدت ۲٤ 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 ۲٤ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد گرمخانه گذاری شد [۱۸].

**۲-۲-٤- تهیه نان**

**۲-۲-٤-۱- تهیه نمونه نان شاهد**

بدین منظور جهت تهیه نمونه نان شاهد از فرمولاسیون ۳۷/۵درصد آرد، ٦۰ درصد آب، ۱/۵ درصد مخمر نانوایی و ۱درصد نمک استفاده شد. نمونه شاهد فاقد خمیرترش بود. تخمیر ابتدایی این مخلوط به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای و تخمیر نهایی پس از تقسیم کردن خمیر ترش‌ها به قطعات ۱۰۰ گرمی، در دمای ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد به‌مدت ۹۰ دقیقه صورت پذیرفت. نمونه‌های تولیدی بلافاصله در دمای ۵ ±۲۲۰ سانتی‌گراد و به‌مدت ۱۵ دقیقه در فر پخت (ZuccihelliForni – ساخت کشور ایتالیا) ، پخته شدند [۱۹].

**۲-۲-٤-۲- تهیه نان با استفاده از خمیرترش‌های تولیدی**

ابتدا خمیر نان‌های مسطح با فرمولاسیون (۲٦۵ گرم آرد، ٤۸ گرم خمیرترش، ٤/۸ 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 به‌مدت حدود ۱۵ دقیقه در فر پخته شدند [۱۹].

**۲-۲-۵- تعیین اسیدیته قابل تیتر 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*

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

**۲-۲-٦ ارزیابی حسی نان**

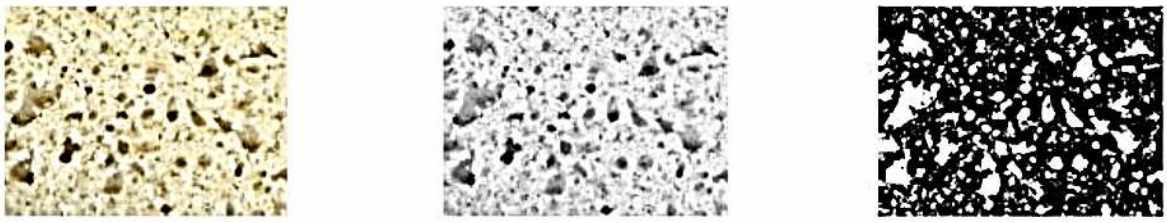
ویژگی‌های حسی نان توسط ده ارزیاب آموزش دیده و با روش امتیازدهی یک ویژگی، مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این منظور، فرمی تهیه شد که در آن ویژگی‌های رنگ پوسته نان، بافت، عطر و طعم و پذیرش کلی نان به‌صورت غیر قابل قبول تا خیلی خوب (نمره صفر تا پنج) توسط ارزیابان ارزیابی شدند و در نهایت مانند جدول شماره 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.

**جدول ۲** ارزیابی حسی

| ویژگی | | رنج امتیاز دهی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| رنگ پوسته | طلایی پررنگ | ۵ | ٤ | ۳ | ۲ | ۱ | رنگ پریده |
| بافت | نرم | ۵ | ٤ | ۳ | ۲ | ۱ | سفت |
| عطر وطعم | مطلوب | ۵ | ٤ | ۳ | ۲ | ۱ | ضعیف |
| پذیرش کلی | مطلوب | ۵ | ٤ | ۳ | ۲ | ۱ | ضعیف |
| نمره نهایی | | | | | | | |

**۲-۲-۷ ارزیابی میزان تخلخل مغز نان**

به‌منظور 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 ٤ در ٤ سانتی‌متر از مغز نان تهیه گردید و به‌وسیله اسکنر (مدلG3110- 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 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 به‌عنوان 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].



ج ب الف

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

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

بدین منظور ابتدا قطعات مکعب مستطیلی شکل با طول ٦٠، عرض ٤٠ و ضخامت۲±۱۰میلی‌متر از مرکز هندسی نان بریده شدند و سپس با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (مدل Farnell CNS – ساخت کشور ایتالیا) نیروی لازم جهت ایجاد ٥٠ درصد فشردگی در ضخامت اولیه به عنوان سفتی بافت مغز نان اندازه‌گیری گردید. سرعت پروب مورد استفاده در آزمون تراکمی ٦٠ میلی‌متر در دقیقه و نقطه شروع ٥٠ گرم بود. سفتی بافت مغز نان در تناوب‌های زمانی ۱، ٢٤، ٤٨ و ٧٢ ساعت پس از پخت به عنوان معیاری جهت تخمین بیاتی مغز نان مورد ارزیابی قرار گرفت [٢٢، ٢٣].

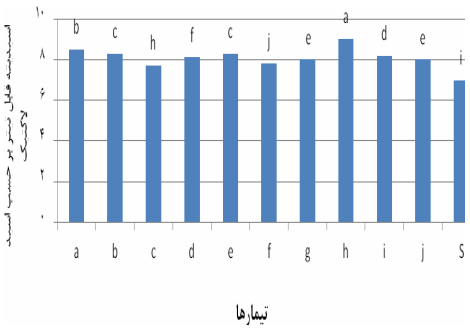
### ۲-۲-۸- طرح آماری

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد و سپس میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱و ٥ 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. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین اسیدیته معادل ۹ را نمونه h (*لاکتوباسیلوس کازئی* و *ساکارومایسس اگزیگوس*) ایجاد کرد و کمترین اسیدیته معادل ۷ نیز به نمونه شاهد تعلق داشت. در تمامی نمونه‌ها میزان اسیدیته به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه شاهد بود. اهمیت باکتری‌های خمیرترش در این است که می‌توانند کربوهیدرات‌های موجود در آرد و همچنین فرآورده تخمیرشده پروتئین را برای متابولیسم خود مصرف نمایند و سبب تولید اسید استیک و اسید لاکتیک شوند که موجب فرم‌پذیری بهتر خمیر در طی مراحل تهیه خمیر و پخت نان می‌شود [٢٤،٢٥]. تیمار *لاکتوباسیلوس کازئی* و *ساکارومایسس اگزیگوس* (h) بیشترین میزان اسیدیته را از خود نشان دادند که مقدار زیادی اسید استیک و اسید لاکتیک تولید کردند، *لاکتوباسیلوس کازیی* یک باکتری هتروفرمنتاتیو اجباری است بنابراین قدرت اسید سازی بالایی دارد و این باکتری گونه غالب در خمیرترش می‌باشد [٢٦]. همچنین *ساکارومیسس اگزیگوس* یک مخمر مالتوز منفی است هنگامی *لاکتوباسیلوس کازئی* با مخمر *ساکارومیسس اگزیگوس* همراه می‌شود مالتوز را کاملاً جذب نموده و بیشترین بازده را دارد [٢٧]. مارتینز [٢٨] نشان داد وقتی *لاکتوباسیلوس سانفرانسیس*[10]، *لاکتوباسیلوس برویس* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* با مخمرهای مالتوز منفی مانند *ساکارومایسس اگزیگوس* مخلوط شده باشند مالتوز را کاملاً جذب می‌کنند و بیشترین بازده را دارند و اسید تولیدی بعنوان یک مهار کننده نیست. هنگامی که اسید لاکتیک باکتری‌ها با *ساکارومایسس سرویزیه* همراه می‌شوند یک کاهش در متابولیسم باکتریایی ایجاد می‌شود که به‌علت مصرف سریع‌تر مالتوز است، در واقع مخمر مقداری از مالتوز را مصرف می‌کند [٢٩]. بنابراین، نمونه h که حاوی مخمر *ساکارومایسس اگزیگوس* که یک مخمر مالتوز منفی و باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* که یک باکتری هتروفرمنتاتیو است، بیشترین اسیدیته را به خود اختصاص داد.



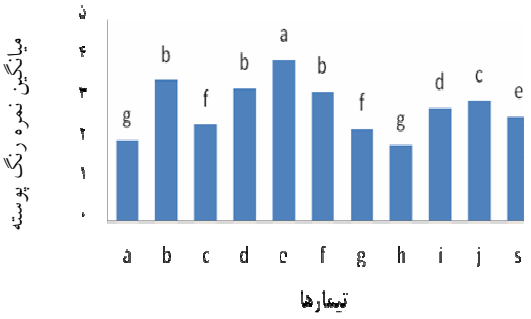

**شکل ۲** تغییرات در اسیدیته خمیر ترش‌های تخمیر شده توسط گونه‌های میکروبی تلقیحی بعد از٢٤ساعت

### ۳-۲ 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 ۹٥ درصد معنی‌دار است (P<۰/۰٥). همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود نمونه شاهد با تمام نمونه‌ها دارای اثر معنی‌داری است (P<۰/۰٥). رنگ نمونه شاهد از تیمارهای a، c، g، h مطلوب‌تر و از سایر تیمارها نامطلوب‌تر بود که علت آنرا می‌توان به میزان اسیدهای حاصل از باکتری‌های لاکتیکی در خمیرترش ربط داد [٢٩]. چنان‌چه اسید

10. *L. sanfranciscensis*

استیک به‌میزان 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 به‌خوبی 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 میلارد می‌گذارد که در هر دو حالت رنگ نان نامطلوب می‌شود [۳۱]. نان حاصل از تیمار e (*ساکارومایسس سرویزیه* و *لاکتوباسیلوس رئوتری*) دارای رنگ مطلوب بود که می‌توان علت آن را مربوط به آنزیم اینورتاز *لاکتوباسیلوس رئوتری* 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 رئوتری* دارای آنزیم اینورتاز بوده که همراه با آنزیم اینورتاز مخمر باعث هیدرولیز ساکارز و افزایش قابلیت دسترسی قندها در طول فرآیند تخمیر خمیرترش می‌شود، به‌همین 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 اگزیگوس* 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

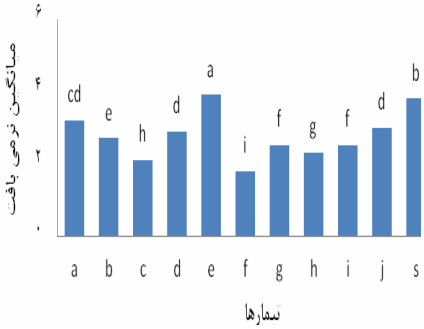
**جدول ۳** تجزیه واریانس رنگ پوسته

| منابع تغییرات | درجه آزادی | مجموعه مربعات | میانگین مربعات | F |
|---|---|---|---|---|
| تکرار(بلوک) | ۹ | ۱۳/۸۵ | ۱/۵۳ | ۲/۱۸** |
| تیمار | ۱۰ | ٤٤/۸۱ | ٤/٤۸ | ٦/۳٥** |
| خطا | ۹۰ | ٦۳/٥٤ | ۰/۷ | |
| کل | ۱۰۹ | ۱۲۲/۲۱ | | |

## 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<۰/۰۱). شکل ۵ بیانگر این می‌باشد که تیمار e دارای بیشترین تاثیر و تیمار c، f و h 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<۰/۰۱).

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 صورتی‌که در خمیر به میزان کافی اسید تولید نشود و ساختار گلوتن دست نخورده‌تر باقی‌بماند، 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.




**شکل ۵** میانگین امتیاز بافت

باکتری‌های موجود در خمیرترش می‌توانند کربوهیدرات‌های 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 [۲٤].

زمانی‌که 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 [۳٤]. بنابراین تیمار h که بیشترین میزان اسیدیته را تولید کرده است، به‌علت 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.

**جدول ۵** تجزیه واریانس نمره نرمی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | مجموعه مربعات | میانگین مربعات | F |
|---|---|---|---|---|
| تکرار(بلوک) | ۹ | ۱۸/۱٤٥ | ۲/۰۱ | ۲/۸۸** |
| تیمار | ۱۰ | ٤۳/٥۸ | ٤/۳۸۷ | ٦/۲٦** |
| خطا | ۹۰ | ٥٦/۸۰ | ۰/٦۹ | |
| کل | ۱۰۹ | **۱۲۹/۰٥** | | |

## ۳-٤- 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 ($P<۰/۰۱$). شکل ٦ 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 معنی داری بود ($P<۰/۰۱$).

حضور آنزیم‌های پروتئولیتیکی در سیستم خمیرترش پروتئین‌های مختلف را تجزیه می‌کند. بر اثر پروتئولیز، اسیدهای آمینه آزاد به‌وجود می‌آید که از عوامل به وجود آورنده عطر و طعم می‌باشند [۳٥]. البته بالا بودن اسید آمینه به تنهایی نمی‌تواند آروما خوب بوجود آورد. آلدئیدها و کتون‌ها نقش تعیین کننده‌ای در مواد معطر دارند و به‌عنوان پایه اصلی تولید مواد معطر شناخته می‌شوند. باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند مواد معطر متفاوتی از جمله دی‌استیل، استالدئید، هگزانال و اتیل استات تولید کنند. ویژگی‌های اصلی (عطر و طعم خمیرترش و تولید متابولیت‌های مناسب) تابع گونه میکروبی مورد استفاده، مواد خام و فراهم بودن کربوهیدات 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 هستندو به‌نظر می‌رسد اسید استیک اثر مواد معطر دیگر را تشدید می‌کند [۳٦]. ترکیبات معطر نان بسته به سوش مصرفی متغییر می‌باشد. اتانل و اتیل‌استات 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 صورتی‌که 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 رئوتری* می‌باشد که یک باکتری هتروفرمنتاتیو است و طیف وسیعی از مواد معطر را تولید می‌کند. همچنین این

باکتری دارای آنزیم‌های پروتئولیتیکی است که بـر اثـر پروتئـولیز اسیدهای آمینه‌های مختلف ایجاد می‌کنند که در عطر و طعم موثر هستند از طرف دیگر تیمار e با توجه به شکل ۲ میزان متوسـطی از اسید را تولید مـی‌کنـد. بنـابراین تیمـار e دارای عطـر و بـوی مطلوبی بود و بیشترین امتیاز مربوط به عطر و طعم را در آزمـون حسی کسب کرده است.

تیمارهای a و h برطبق شـکل ۲ دارای بیـشترین میـزان اسـیدیته بودند. بنابراین، نان تولیدی دارای مزه تـرش و اسـیدی بـوده کـه مورد توجه ارزیاب‌هـا قـرار نگرفتـه‌انـد و امتیـاز پـایینی کـسب کرده‌اند.

تیمارهای c و f برطبـق شـکل ۲ دارای کمتـرین میـزان اسـیدیته 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.

**شکل٦** میانگین امتیاز عطر و طعم

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

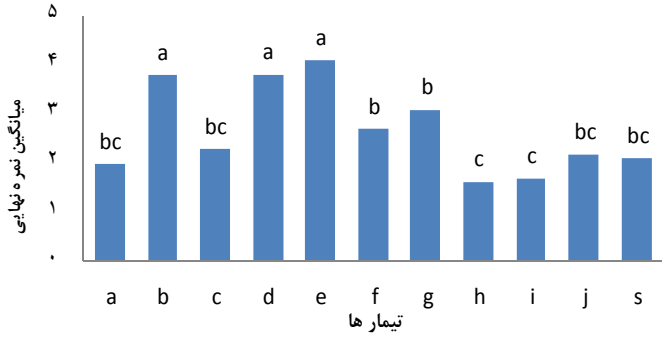
**جدول ٦** تجزیه واریانس عطر و طعم

| منابع تغییرات | درجه آزادی | مجموعه مربعات | میانگین مربعات | F |
|---|---|---|---|---|
| تکرار(بلوک) | ۹ | ۱۳ | ۱/۰٤ | ۲ |
| تیمار | ۱۰ | ۲۳ | ۲/۲۹ | ۳/۵** |
| خطا | ۹۰ | ٦۲ | ۰/۸۸ | |
| کل | ۱۰۹ | ۹۷ | | |

## ۳-۵- پذیرش کلی

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<۰/۰۱). 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 و e دارای اختلاف معنی‌داری بود.

نان حاصل از تیمار e (*ساکارومایسس سرویزیه و لاکتوباسیلوس رئوتری*) که دارای بیشترین نمره ارزیابی بود دارای رنـگ پوسـته بسیار خوب و یکنواخت بوده است که نشان دهنده آن اسـت کـه واکنش میلارد در این نان به خوبی صورت گرفته است [۲۹]. این نان تخلخل خوبی داشته و میکروارگانسیم‌های این تیمار به خوبی گاز را در شبکه گلوتنی توزیع کرده‌انـد. همچنـین ایـن تیمـار در



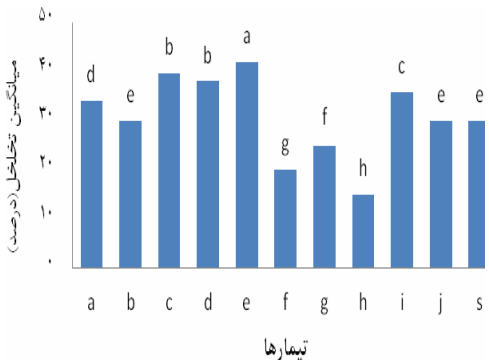

**شکل ۷** میانگین نمره نهایی هر نان

**جدول۷** تجزیه واریانس نمره نهایی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | مجموعه مربعات | میانگین‌مربعات | F |
|---|---|---|---|---|
| تکرار(بلوک) | ۹ | ۳/٦۹ | ۰/٤۱ | ۰/۵۵ |
| تیمار | ۸ | ۷۹/۲۹ | ۹/۵۳ | ۱۲/۷۳** |
| خطا | ۸۲ | ٦۱/٤۱ | ۰/۷٤ | |
| کل | ۹۹ | ۱٤۱/۳۹ | | |

## ۳-٦- 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 ($P<۰/۰۱$). 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 به‌جز نمونه j و b با سایر نمونه‌ها دارای اختلاف معنی داری می‌باشد ($P<۰/۰۱$).



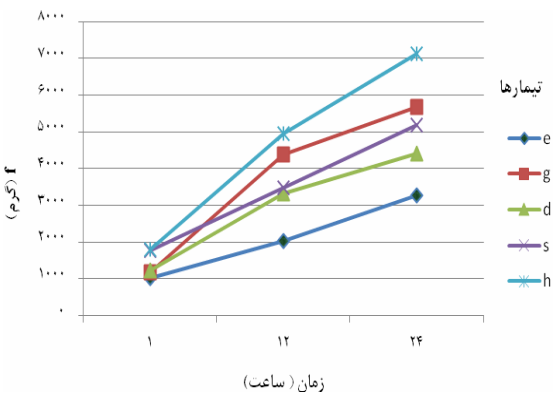

**شکل ۸** میانگین درصد تخلخل

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 میفتد. پوکی بیش از حد معمول بافت داخلی نان می‌تواند در اثر مصرف بیش از خمیرترش باشد. در صورتی‌که اسیدیته خمیرترش بیش از حد افزایش یابد دیواره خلل و فرج نازک و سبب از بین رفتن آن‌ها می‌شود [٤۰].

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 [٤۱] که به بررسی حجم نان‌های تولید شده با خمیر ترش پرداختند 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 رئوتری* و *ساکارومایسس سرویزیه* و بیشترین آن در نمونه‌های فرآوری شده توسط *لاکتوباسیلوس کازئی* و *ساکارومایسس اگزیگوس* مشاهده گردید (شکل۹).




**شکل ۹** تاثیر تیمارها روی بافت

درتیمار *لاکتوباسیلوس کازیی* و *ساکارومایسس سرویزیه* و همین‌طور *لاکتوباسیلوس رامنسوس* و *ساکارومایسس اگزیگوس* بیشترین روند بیاتی را شاهد بودیم. جیانوتی و همکاران [٤۰] 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

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 اگزیگوس* و *لاکتوباسیلوس کازئی* بیشترین اسیدیته را تولید کردند و تیمار *ساکارومایسس اگزیگوس* و *لاکتوباسیلوس رامنسوس* کمترین میزان اسیدیته را تولید کردند بنابراین دارای اثر منفی روی روند بیاتی بودند.

## ٤- نتیجه‌گیری

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 تیتر در خمیرترش است.

براساس نتایج این پژوهش، نمونه فراوری شده توسط *لاکتوباسیلوس رئوتری* و *ساکارومایسس سرویزیه* دارای بالاترین نمره نهایی از ارزیابی حسی و تخلخل و همچنین در فاصله زمانی ٢٤ 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.

## ٥- 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.

## ٦- منابع

[1] Hansena, A., Schieberle, P. 2005. Generation of Aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundemental aspects. Food Science and Technology. 16: 85-94.

[2] Rehman, S. U., Paterson, A., and Piggott, J. R. 2006. Flavourin sourdough breads: a 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] Gobbetti, M., De Angelis, M., Corsetti, A., and Di Cango, R. 2005. Biochemistry and physiology of sourdough lactice 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. 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.

[10] Leroy, F., and De Vuyst, L. 2004. Functional lactic acid bacteria astarter cultures for the food fermentation industry. Trends in food Science and Technology. 15: 67-78.

[11] Crowely, 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 sourdoughand 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.

[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 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., Autioa, 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 multiplicationof 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., Cuezzo, 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.

[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] Tieking, M., Korakli, M., Ehrmann, M.A., Gänzle, M. and Vogel, R.F. 2003. In situ production of exopolysaccharides during sourdough fermentation by cereal and intestinal isolated of lactic acid bacteria. Applied Environmental Microbology., 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.

# Effect of sourdough on the quality of barbari bread

**Akbarian Meymand, M. j. [1*], Khomeiri, M. [2], Sadeghi Mahoonak, A. [2], Aalami, M. [2], Faraji Kafshgari, S. [3], Vatankhah, M. [4], Mahmoudi, E.[3]**

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