

## بررسی ویژگی های کیفی و میکروبی نان سنگک نیم پخته بسته بندی شده تحت اتمسفر اصلاح شده طی دوره نگهداری

خدیدجه خوش اخلاق<sup>۱\*</sup>، ناصر همدمی<sup>۲</sup>، محمد شاهدی<sup>۳</sup>، صبیحه سلیمانیان زاد<sup>۴</sup>

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان  
 ۲- دکترای مهندسی صنایع غذایی، استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان  
 ۳- دکترای مهندسی صنایع غذایی، استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان  
 ۴- دکترای میکروبیولوژی غذایی، دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان  
 (تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۸)

### چکیده

شرایط نامناسب تولید و نگهداری نان های سستی در کشور، منجر به کاهش شدید کیفیت نان و در نتیجه ضایعات و خسارات اقتصادی بالا می گردد. در این تحقیق، اثر نیم پخت کردن و بسته بندی اتمسفر اصلاح شده بر تعویق بیاتی و افزایش عمر ماندگاری نان سنگک مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، نان سنگک نیم پخته تحت سه اتمسفر اصلاح شده، شامل ۱۰۰ درصد دی اکسید کربن، ۳۰ درصد دی اکسید کربن: ۷۰ درصد نیتروژن، ۲۰ درصد دی اکسید کربن: ۸۰ درصد نیتروژن و هوا به عنوان شاهد در کیسه هایی از جنس پلی آمید/پلی اتیلن به ضخامت ۱۰۰ میکرومتر بسته بندی و به مدت ۲۱ روز در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری شد. طی دوره نگهداری، ویژگی های کیفی و میکروبی محصول شامل رطوبت، بافت، شمارش کلی و شمارش کپک و مخمر در فواصل زمانی سه روز مورد ارزیابی قرار گرفته شد. نتایج نشان داد، رطوبت و بافت نان سنگک نیم پخته تحت تأثیر اتمسفر موجود در بسته قرار نمی گیرد، در حالی که تعداد کل ریز زنده ها و نیز کپک ها و مخمرها کاملاً وابسته به مقدار دی اکسید کربن استفاده شده در فضای خالی بسته می باشد. به صورتی که با افزایش نسبت دی اکسید کربن، سرعت رشد باکتری ها و قارچ ها کند می گردد. همچنین در این مطالعه، اثر معنی دار مدت زمان نگهداری، بر تمامی ویژگی های کیفی و میکروبی نان سنگک نیم پخته طی دوره انبارداری مشاهده شد.

**کلید واژگان:** بسته بندی اتمسفر اصلاح شده، نان سنگک نیم پخته، ویژگی های کیفی، رشد میکروبی

\* مسئول مکاتبات: k.khoshakhlagh@ag.iut.ac.ir

## ۱- مقدمه

غلات و فرآورده های نانوائی، پایه هرم تغذیه ای انسان را تشکیل می دهند. کیفیت نامناسب نان های تولید شده به روش سنتی از یک سو، و عمر نگهداری کوتاه محصولات نانوائی در نتیجه فساد میکروبی و بیاتی از سوی دیگر، اهمیت بررسی روش های تولید و نگهداری این محصولات ارزشمند را آشکار می سازد. نان سنگک به دلیل ویژگی های ممتاز آن در صدر نان های سنتی ایرانی قرار دارد. این نان از آرد کامل تهیه شده و از ویژگی های آن عطر و طعم مناسب، ارزش تغذیه ای بالا، قابلیت سیرکنندگی و هضم آسان به دلیل دارا بودن مقادیر زیادی فیبر است. مروری بر کارهای انجام شده در ایران نشان می دهد که تحقیقات کمی بر روی نان سنگک انجام گرفته است و عمده تحقیقات به بررسی تاثیر برخی بهبود دهنده ها در افزایش کیفیت و تاخیر در بیاتی نان سنگک متمرکز بوده است. برای مثال تقیان (۱۳۸۸) تاثیر دو بهبود دهنده ی آسکوربیک اسید و روغن فنادی بر نان سنگک را مورد بررسی قرار داد. نتایج تحقیق مذکور نشان داد که کاربرد ۹۰ پی پی ام آسکوربیک اسید و ۱/۵٪ روغن فنادی تاثیر مطلوبی در تعویق بیاتی دارد [۱]. علاوه بر کاربرد بهبود دهنده ها با هدف تاخیر در بیاتی و بهبود کیفیت نان، می توان از تکنولوژی های جدید برای بهبود کیفیت و کاهش ضایعات سود برد. تکنولوژی نیم پخت کردن نان، یکی از مؤثرترین راه ها برای کاهش ضایعات از طریق جلوگیری از بیات شدن سریع این محصول می باشد. نیم پخت کردن یک روش تولید نان به صورت دو مرحله ای است که در مرحله اول خمیر تخمیر شده، در شرایط معینی به منظور ایجاد بافت مغز، حداقل تغییر رنگ پوسته و حداکثر رطوبت نیم پخت می شود و پس از یک دوره نگهداری، پخت نهایی آن هنگام فروش یا مصرف انجام می شود. پخت نهایی علاوه بر اینکه رنگ مناسب پوسته را به وجود می آورد، با معکوس کردن پدیده واگشتگی نشاسته، مغز نان را نرم و محصولی مشابه نان تازه در اختیار مصرف کننده قرار می دهد [۲ و ۳]. رطوبت بالای نان های نیم پخته، رشد ریز زنده ها و در نتیجه فساد میکروبی محصول را به ویژه در صورت نگهداری در دمای محیط تسریع می کند. رایج ترین راه حل برای غلبه بر مشکل مذکور استفاده از فرایند انجماد می باشد. ولی این راه نیز دارای معایبی همچون کاهش کیفیت بافت نان نیم پخته در اثر رشد کریستال های یخ و نیز مصرف بالای انرژی در زنجیره

تولید، توزیع و نگهداری محصول منجمد می باشد [۴]. از جمله کارهای انجام شده در این زمینه می توان به تحقیق انجام شده توسط سامانیان (۱۳۸۸) اشاره نمود که فرایند انجماد نان سنگک نیم پخته را مطالعه و مدل سازی نموده است [۵].

یکی دیگر از روش های افزایش عمرماندگاری نان استفاده از بسته بندی مناسب است. مقادریان (۱۳۸۱) اثر دما و جنس بسته ی مورد استفاده (پلی اتیلن/اکسی پروپیلن، پلی اتیلن/پلی پروپیلن/پلی اتیلن، پلی اتیلن/پلی اتیلن تری فتالات، پلی اتیلن سه لایه و پلی پروپیلن) برای بسته بندی نان مسطح را مطالعه نموده و مشاهده کرد که نان های بسته بندی شده در بسته های پلی اتیلن/اکسی پروپیلن و نگهداری شده در دمای محیط تا حدود ۵ روز قابل مصرف بودند [۶]. از روشهای موثرتر بسته بندی که امروزه به طور گسترده ای در انواع محصولات غذایی از جمله فراورده های نانوائی بکار گرفته می شود می توان به بسته بندی اتمسفر اصلاح شده<sup>۱</sup> اشاره نمود که از طریق تغییر در ترکیب اتمسفر داخل بسته، عمر ماندگاری محصول را افزایش می دهد [۷]. تحقیقات در زمینه افزایش عمر ماندگاری محصولات نیم پخته با استفاده از بسته بندی اتمسفر اصلاح شده بسیار محدود است. با این حال، اثر ضد باکتریایی و ضد فارچی دی اکسید کربن در مورد محصولات نانوائی نیم پخته و پخته کاملاً به اثبات رسیده است و می تواند به عنوان راهکاری مناسب در افزایش عمر نگهداری محصولات فسادپذیر به کار گرفته شود. با وجود تأثیر مثبت بسته بندی اتمسفر اصلاح شده در جلوگیری از فساد میکروبی نان، نتایج متناقضی در رابطه با اثر ترکیب گازهای موجود در بسته بر پدیده بیاتی گزارش شده است. به طوری که نتایج بعضی از تحقیقات حاکی از کاهش بیاتی نان طی نگهداری تحت دی اکسید کربن بوده، و در مقابل تعداد دیگری از مطالعات، تأثیر منفی و یا عدم وجود اثر معنی دار دی اکسید کربن بر بیاتی را گزارش نموده اند [۸، ۹، ۱۰ و ۱۱].

اهداف تحقیق جاری، ارزیابی اثر فرآیند نیم پخت کردن بر بیاتی نان سنگک به عنوان یکی از نان های سنتی ممتاز و نیز ارزیابی ویژگی های کیفی و میکروبی نان سنگک نیم پخته بسته بندی شده تحت اتمسفر اصلاح شده طی ۲۱ روز نگهداری در دمای محیط می باشد.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد مصرفی

آرد مورد استفاده در تولید نان سنگک از نوع کامل و با درجه استخراج ۹۱ درصد بوده و از کارخانه بهارستان اصفهان تهیه شد. مخمرخشک فعال مورد نیاز از شرکت کلار مایه چهارمحال بختیاری تهیه شد. سه کیسول گاز حاوی دی‌اکسید-کربن خالص، ۳۰ درصد دی‌اکسیدکربن: ۷۰ درصد نیتروژن و ۲۰ درصد دی‌اکسید کربن: ۸۰ درصد نیتروژن از شرکت سپاهان استیلن اصفهان خریداری شد. کیسه های بسته بندی از جنس پلی آمید- پلی اتیلن و با ضخامت ۱۰۰ میکرومتر از شرکت نادى پلاستیک آریای تهران تهیه گردید. کلیه مواد شیمیایی و محیط کشت های مصرفی ساخت شرکت مرک آلمان بودند.

### ۲-۲- تعیین ویژگی های شیمیایی آرد

ویژگی های شیمیایی آرد مصرفی شامل رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی به ترتیب مطابق روش AACC شماره‌های ۴۴-۱۶، ۰۸-۰۱، ۱۲-۴۶ و ۱۰-۳۰ تعیین شد [۱۲].

### ۲-۳- تهیه نان سنگک نیم پخته و بسته بندی آن

#### تحت اتمسفر اصلاح شده

خمیر نان سنگک از اختلاط آرد گندم با آب ۳۰ درجه ی سانتیگراد (۱۰۰ درصد وزنی)، نمک (۱ درصد وزنی) و مخمر (۱ درصد وزنی) بر اساس وزن آرد مورد استفاده بدست آمد. عمل اختلاط به مدت ۱۵ دقیقه در خمیرگیر (مدل C-100 هوبارت ساخت آمریکا) با دور ۴۵-۵۰ دور در دقیقه و مرحله تخمیر خمیر به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد در محفظه تخمیر انجام شد. سپس خمیر تخمیر شده، در آن (مدل HBA-73B550 بوش ساخت آلمان) با دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ دقیقه نیم پخت گردید. نان نیم پخته پس از سرد شدن تا دمای ۲۵ درجه سانتیگراد تحت سه ترکیب گازی مختلف شامل ۱۰۰٪ دی‌اکسید کربن، ۳۰٪ دی‌اکسید-کربن: ۷۰٪ نیتروژن، ۲۰٪ دی‌اکسیدکربن: ۸۰٪ و هوا به عنوان شاهد بسته بندی و به مدت ۲۱ روز در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری شد.

برای مطالعه تغییرات کیفی طی نگهداری، از بسته های نان سنگک نیم پخته حاوی اتمسفرهای متفاوت، هر سه روز یکبار

نمونه برداری انجام شد. قبل از ارزیابی کیفی، بر روی نیمی از نان نیم پخته موجود در هر بسته، پخت نهایی به مدت ۴ دقیقه در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد انجام و مابقی بصورت نیم پخته حفظ شد. میزان رطوبت، سفتی بافت و بار میکروبی برای نمونه‌های نیم پخته، و میزان رطوبت و سفتی بافت برای نمونه‌های پخته تعیین شد.

### ۲-۴- تعیین میزان رطوبت

رطوبت نمونه های نان سنگک نیم پخته (قبل و پس از پخت نهایی) با استفاده از خشک کردن در آن با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد [۱۲].

### ۲-۵- تعیین سفتی بافت

برای ارزیابی تغییرات بافت، سفتی نمونه‌ها به عنوان معیار بیاتی اندازه گیری شد. به این منظور آزمون سوراخ کردن (پانکچر) نمونه‌ها بوسیله دستگاه آزمون جامع کشتش- فشار (مدل ۱۱۴۰ ساخت شرکت اینستران انگلستان) با پروب استوانه ای به قطر ۱/۲۷ سانتیمتر، سرعت ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه و سلول حساس به نیرو (Load cell) ۵۰۰گرم تا ۵ کیلوگرم انجام شد. برای هر نمونه نان سنگک ۳ مرتبه در دمای اتاق تست پانکچر انجام شد. حداکثر نیروی لازم برای نفوذ پروب در نمونه، به عنوان سفتی پوسته نان در نظر گرفته شد. با رسم منحنی نیرو-فاصله، نیروی متناظر با نصف ضخامت نمونه به عنوان نیروی مرکز که بیانگر سفتی مغز نان است استخراج و گزارش شد [۱۳].

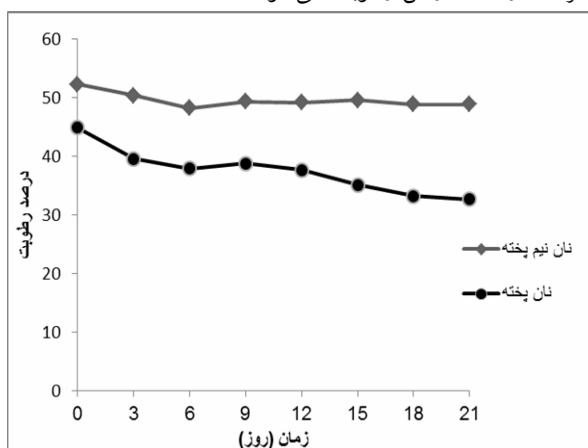
### ۲-۶- تعیین بار میکروبی

برای ارزیابی بار میکروبی، ابتدا از قسمتهای مختلف نان نیم پخته نمونه برداری شده و در هاون چینی استریل، همگن گردید. سپس یک گرم از نان نیم پخته همگن شده به لوله آزمایش حاوی ۹ میلی لیتر سرم فیزیولوژیک ۰/۸۵ درصد استریل اضافه گردیده و با دستگاه میکسر به مدت ۱ دقیقه مخلوط شد. در ادامه، یک میلی لیتر از این مخلوط هموژن به ۹ میلی لیتر سرم منتقل گردید تا رقت اولیه  $10^{-1}$  بدست آید. به همین ترتیب رقت های بعدی تا  $10^{-6}$  نیز تهیه شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از هر رقت، به پلیت‌های استریل حاوی ۱۵ سی‌سی محیط کشت استریل PCA<sup>۲</sup> برای شمارش کلی و PDA<sup>۳</sup> برای شمارش کپک و مخمر منتقل شد. پلیت های کشت شده،

2. Plate Count Agar  
3. Potato Dextrose Agar

### ۲-۳- رطوبت نان سنگک نیم پخته و پخته

نتایج تجزیه واریانس اثر مدت زمان نگهداری و اتمسفرهای متفاوت موجود در بسته بر رطوبت نان سنگک نیم پخته، قبل و پس از پخت نهایی، نشان داد ترکیب اتمسفر بسته اثر معنی داری بر رطوبت نان بسته بندی شده ندارد (جدول ۲). در حالی که مدت زمان نگهداری در سطح ۱ و ۰/۱ درصد به ترتیب بر رطوبت نمونه های نیم پخته قبل و پس از پخت نهایی دارای اثر معنی دار است. مقایسه میانگین های رطوبت، نشان دهنده کاهش رطوبت نان سنگک نیم پخته طی نگهداری است. همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می شود بیشترین سرعت کاهش رطوبت مربوط به روزهای اولیه نگهداری است و پس از آن رطوبت نمونه های نیم پخته تقریباً ثابت باقی می ماند. این پدیده می تواند مربوط به اختلاف رطوبت بین مغز و پوسته نان باشد که به صورت یک نیروی رانشی منجر به مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته و در نهایت به محیط اطراف می شود. در طول زمان، کاهش این اختلاف منجر به کاهش سرعت از دست رفتن رطوبت می شود [۱۵].



شکل ۱ تغییرات رطوبت نان سنگک نیم پخته و پخته طی زمان نگهداری

### ۳-۳- سفتی بافت نان سنگک پخته و نیم پخته

نتایج تجزیه واریانس اثر اتمسفر و مدت زمان نگهداری بر پارامترهای بافت نان سنگک نیم پخته و پخته نشان داد، اتمسفر موجود در بسته بر بافت هر دو نوع نان نیم پخته و پخته اثر معنی داری ندارد (جدول ۳). این نتیجه مطابق با یافته های بلک و همکاران (۱۹۹۳) و راسموسن و هسن (۲۰۰۱) می باشد.

به ترتیب در انکوباتورهای با دمای ۳۷ و ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ و ۷۲ ساعت نگهداری شدند. در نهایت، با شمارش مستقیم کلنی ها، نتایج به صورت  $\text{Log cfu/g}$  گزارش شد.

### ۲-۷- طرح آماری مورد استفاده و روش آنالیز

#### نتایج

به منظور بررسی اثر اتمسفر و مدت زمان نگهداری بر خصوصیات کیفی و میکروبی نان سنگک نیم پخته، آزمایش ها بصورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. با توجه به این که تعدادی از نمونه ها در اثر کپک زدگی و نشتی بسته مورد ارزیابی قرار نگرفتند، طرح آزمایش از حالت متعادل خارج شده و از مدل های خطی عمومی (GLM) با استفاده از نرم افزار SAS 8.0 برای تجزیه آماری استفاده شد. مقایسه میانگین های مربوط به هر صفت به وسیله آزمون LSD و برای اثر متقابل زمان و اتمسفر آزمون LSmeans در سطح معنی دار ۵ درصد انجام شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- نتایج آنالیز شیمیایی آرد

نتایج تجزیه شیمیایی نمونه آرد مورد استفاده در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱ ترکیبات شیمیایی آرد مورد استفاده (درصد)

رطوبت	چربی	کربوهیدرات*	پروتئین	خاکستر
۱۴±۰/۰۴	۱/۵۵±۰/۲۲	۷۲/۰۹±۰/۱۱	۱۱/۰۳±۰/۱۲	۱/۳۶±۰/۰۶

اعداد، میانگین ± انحراف معیار (سه تکرار) می باشند.

\* کربوهیدرات برابر با ۱۰۰-رطوبت-پروتئین-چربی-خاکستر

از آن جایی که میزان خاکستر آرد بیانگر درصد استخراج آن می باشد، با استفاده از جداول مربوط به رابطه بین درجه استخراج با خاکستر آرد گندم، میزان درجه استخراج آرد مصرفی برابر با ۹۱ درصد بود [۱۴].

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس تغییر رطوبت نان سنگک نیم پخته و پخته تحت تأثیر اتمسفر و مدت زمان نگهداری

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
رطوبت نان نیم پخته	رطوبت نان پخت کامل		
۱۲/۰۶۵ <sup>ns</sup>	۲۱/۴۱۲ <sup>ns</sup>	۳	اتمسفر
۹/۵۱۱ <sup>ns</sup>	۲/۰۳۳ <sup>ns</sup>	۴	تکرار
۲۱/۱۹۲ <sup>**</sup>	۱۴۷/۷۲۶ <sup>***</sup>	۷	زمان
۳/۱۶۵ <sup>ns</sup>	۱۴/۸۹۴ <sup>ns</sup>	۲۰	زمان × اتمسفر
۶/۰۸۲	۱۵/۶۷۳	۲۶	خطا

<sup>\*\*</sup> معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، <sup>\*\*\*</sup> معنی دار در سطح احتمال ۰/۱ درصد و <sup>ns</sup> نشانگر عدم وجود اثر معنی دار است.

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس مربوط به تغییرات بافت نان سنگک نیم پخته و پخته تحت تأثیر اتمسفر و مدت زمان نگهداری

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
نیروی مرکز (نان پخته)	حداکثر نیرو (نان پخته)	نیروی مرکز (نان نیم پخته)	حداکثر نیرو (نان نیم پخته)		
۰/۶۱۹ <sup>ns</sup>	۹/۶۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۵۱۹ <sup>ns</sup>	۱/۳۰۲ <sup>ns</sup>	۳	اتمسفر
۰/۸۹۵ <sup>ns</sup>	۱۱/۶۲۴ <sup>ns</sup>	۰/۶۱۱ <sup>ns</sup>	۱/۰۷۱ <sup>ns</sup>	۱۲	تکرار
۳/۶۵۷ <sup>**</sup>	۱۱/۷۹۲ <sup>*</sup>	۴/۰۰۴ <sup>***</sup>	۱۱/۲۷۴ <sup>***</sup>	۷	زمان
۰/۵۶۰ <sup>ns</sup>	۱/۴۵۸ <sup>ns</sup>	۰/۵۹۰ <sup>ns</sup>	۱/۹۲۳	۲۰	زمان × اتمسفر
۰/۹۸۰	۶/۵۹۵	۰/۳۹۹	۰/۸۳۹	۷۸	خطا

<sup>\*</sup> معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، <sup>\*\*</sup> معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، <sup>\*\*\*</sup> معنی دار در سطح احتمال ۰/۱ درصد و <sup>ns</sup> نشانگر عدم وجود اثر معنی دار است.

رطوبت در سطح و مغز نان و به تبع آن مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته مرتبط باشد. از این پدیده به عنوان چرمی شدن پوسته یاد می‌شود به طوری که پوسته نان طی بیاتی تردی اولیه خود را از دست می‌دهد. پس از آن در طی دوره نگهداری به دلیل نفوذپذیری کم فیلم بسته بندی نسبت به بخار آب، تفاوت معنی داری در سفتی پوسته مشاهده نگردید. همانگونه که در شکل ۲-ب نشان داده شده است، سفتی مغز نان نیم پخته طی زمان نگهداری به دلیل کاهش رطوبت در این بخش از نمونه و نیز واگشتگی نشاسته، در حال افزایش می‌باشد.

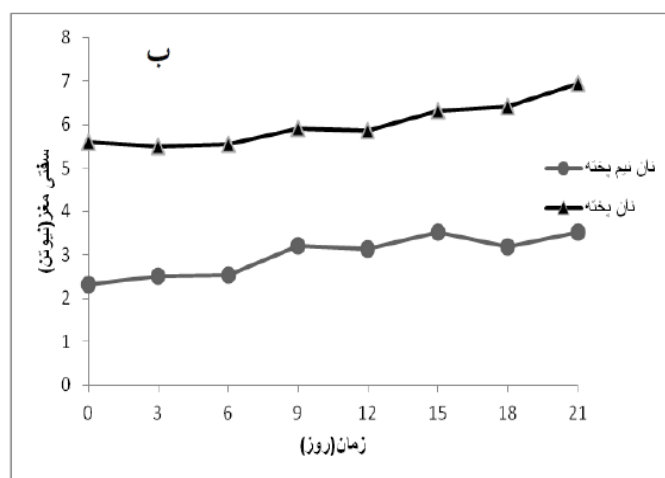
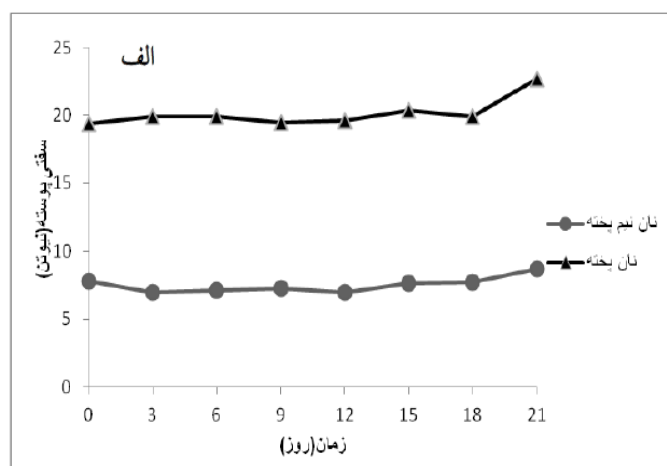
به طوری که آن‌ها نیز هیچ گونه تفاوت معنی داری در هیچ یک از پارامترهای بیاتی بین اتمسفرهای مختلف استفاده شده در بسته های نان طی دوره انبارداری مشاهده نکردند. بر خلاف اتمسفر، اثر مدت زمان نگهداری بر سفتی بافت نان نیم پخته در سطح ۰/۱ درصد معنی دار می‌باشد [۸ و ۱۱].

در شکل ۲ تغییرات سفتی پوسته و مغز نمونه‌ها طی نگهداری نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود سفتی پوسته طی سه روز اول زمان نگهداری در حال کاهش می‌باشد (شکل ۲-الف). این موضوع می‌تواند به تبخیر رطوبت از سطح نان در مرحله سرد کردن و در نتیجه ایجاد اختلاف

تغییرات سفتی مغز نان سنگگ پس از پخت کامل طی مدت زمان نگهداری در شکل ۲-ب ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می شود مغز نان سنگگ پخته طی زمان در حال سفت تر شدن است. این مطلب نشان دهنده آن است که در بیاتی و سفت شدن نان تنها واگشتگی نشاسته درگیر نمی باشد زیرا این پدیده تا حدود زیادی با پخت نهایی برطرف می شود. بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که کاهش رطوبت منجر به افزایش سفتی مغز گشته است. این مسأله توسط محققینی همچون راجرز و همکاران (۱۹۸۸) نیز گزارش شده است. آنان مشاهده کردند که نان با رطوبت کم تر سرعت سفت شدن بیشتری دارد در حالیکه میزان تبلور مجدد نشاسته در این نمونه ها کم تر از نمونه های مرطوب تر بود. بنابراین به این نتیجه رسیدند سفت شدن به تنهایی تابعی از واگشتگی نشاسته نیست و عوامل دیگری همچون ترکیب لیپید و آمیلوز، انتقال رطوبت و تغییر در سیستم گلوتهی در سفتی نان مؤثرند [۱۷].

### ۳-۴- بار میکروبی نان سنگگ نیم پخته

نتایج تجزیه واریانس اثر اتمسفر بسته و مدت زمان نگهداری بر بار میکروبی نان سنگگ نیم پخته نشان داد اثر اتمسفر استفاده شده و زمان نگهداری هر دو، بر شمارش کلی و شمارش کپک و مخمر در سطح ۰/۱ درصد معنی دار است (جدول ۴). تغییرات شمارش کلی ریز زنده ها<sup>۴</sup> و شمارش کپک ها و مخمرها طی دوره نگهداری در شکل ۳ مشاهده می شود. از مقایسه میانگین های بار میکروبی نمونه ها، مشاهده می شود که با افزایش نسبت دی اکسیدکربن در بسته، سرعت رشد باکتری ها و نیز کپک ها و مخمرها در طی دوره نگهداری به دلیل اثر ضد میکروبی دی اکسیدکربن کاهش می یابد. این مشاهده، در توافق با نتایج حاصل از تحقیقات دولیبر و همکاران (۱۹۹۸) می باشد. آنان نشان دادند که مهم ترین عامل بازدارندگی اتمسفر اصلاح شده بر رشد ریز زنده ها، نسبت اولیه دی اکسیدکربن استفاده شده در بسته نسبت به سایر گازها است [۱۸]. همچنین گزارش شده است که نیتروژن علیرغم نداشتن خاصیت ضد میکروبی، با فراهم کردن یک محیط



شکل ۲ تغییرات سفتی بافت نان سنگگ نیم پخته و پخته طی نگهداری: الف) سفتی پوسته ب) سفتی مغز

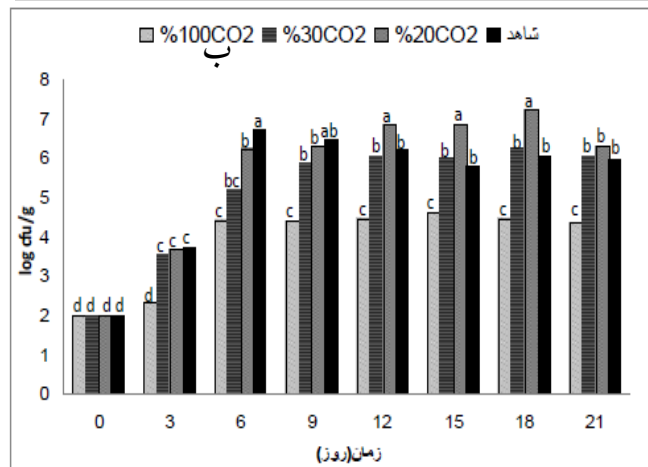
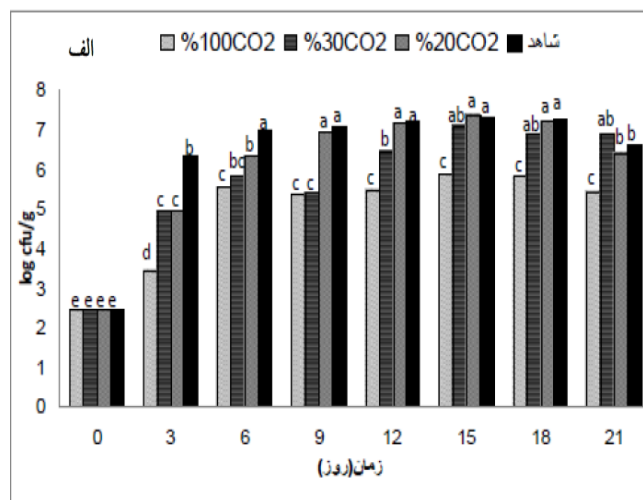
نتایج تجزیه واریانس مربوط به تغییرات بافت نان سنگگ پس از پخت نهایی نشان داد که مدت زمان نگهداری بر روی سفتی پوسته در سطح احتمال ۵ درصد و بر روی سفتی مغز در سطح ۱ درصد معنی دار است. شکل ۲-الف نشان می دهد سفتی پوسته نان نیم پخته پس از پخت نهایی طی ۲۱ روز نگهداری، تغییر قابل ملاحظه ای نمی کند که این موضوع بیانگر برطرف شدن بیاتی پوسته طی پخت نهایی به دلیل ذوب شدن بلورهای آمیلوز و آمیلوپکتین در اثر حرارت است. مجدوبی و همکاران (۲۰۱۱) نیز رفع بیاتی نان بربری نیم پخته پس از پخت مجدد را مشاهده و اثر مدت زمان انبارداری را بر بیاتی و سفت شدن نان حاصل از پخت مجدد نان نیم پخته را غیر معنی دار گزارش نمودند [۱۶].

در نتیجه ایجاد شرایط بی هوازی و نیز تولید سایر متابولیت های میکروبی از جمله الکل و اسید، از رشد ریز زنده های هوازی بویژه کپک ها جلوگیری نموده است. این پدیده به صورت بادکردگی و بوی اسیدی نامطبوع در بسته های شاهد از روز نهم و در بسته های ۲۰ درصد دی اکسید کربن از روز هجدهم کاملاً قابل مشاهده بود. نتایج بدست آمده، مطابق با نتایج اسمیت و همکاران (۱۹۸۸) می باشد. این محققین، طی بررسی ماندگاری چندین محصول نانویی با استفاده از اتمسفر اصلاح شده، کاهش تعداد ریز زنده های هوازی به ویژه در بسته های حاوی هوا را مشاهده کردند. آن ها تولید دی اکسید کربن حاصل از فعالیت ریز زنده هایی همچون باکتری های اسید لاکتیکی، باسیلوس ها و مخمرها و در نتیجه غالب شدن ریز زنده های بی هوازی بر هوازی را دلیل این پدیده معرفی نموده اند [۱۹ و ۲۰].

#### ۴- نتیجه گیری کلی

بر مبنای نتایج بدست آمده در این تحقیق، استفاده از فرآیند نیم پخت کردن تا حدود زیادی می تواند بیاتی نان سنگک را به دلیل معکوس شدن فرآیند واگشتگی نشاسته طی پخت نهایی به تعویق بیندازد. علاوه بر این، مانع بالای فیلم بسته بندی مورد استفاده نسبت به بخار آب، در حفظ رطوبت و در نتیجه جلوگیری از سفت شدن بافت ناشی از کاهش رطوبت مؤثر می باشد. نتایج ارزیابی میکروبی نان سنگک نیمه پخته نشان داد که استفاده از غلظت های بالای دی اکسید کربن در اتمسفر بسته، عمر ماندگاری این محصول را به طور قابل توجهی افزایش می دهد. همچنین دی اکسید کربن تأثیر معنی داری بر رطوبت و بافت نان سنگک نیمه پخته نشان نداد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که استفاده ترکیبی از دو تکنولوژی نیم پخت کردن و بسته بندی اتمسفر اصلاح شده، راهکاری مناسب در افزایش عمر ماندگاری و کاهش ضایعات نان سنگک می باشد.

بی هوازی از رشد م ریز زنده های هوازی ممانعت می کند. بنابراین دلیل رشد میکروبی کم تر در نمونه های اتمسفر اصلاح شده نسبت به نمونه های شاهد، علاوه بر خاصیت ضد میکروبی دی اکسید کربن، عدم وجود اکسیژن در این بسته ها نیز می باشد [۷].



شکل ۳ اثر متقابل اتمسفر و مدت زمان نگهداری بر شمارش میکروبی نان سنگک نیمه پخته (الف: شمارش کلی ب) کپک و مخمر

کاهش مشاهده شده در تعداد کل میکروبها و نیز کپکها و مخمرها در نمونه های بسته های شاهد و تا حدودی بسته های حاوی ۲۰ درصد دی اکسید کربن در مراحل پایانی نگهداری (شکل ۳)، به دلیل فعالیت شدید میکروبی آنها است. به طوریکه افزایش دی اکسید کربن حاصل از تنفس ریز زنده ها و

جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس مربوط به تغییر بار میکروبی نان سنگک نیم پخته تحت تأثیر اتمسفر و مدت زمان نگهداری

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
کیک و مخمر	شمارش کلی		
۰/۴۶۰۷***	۱/۳۱۳***	۳	اتمسفر
۰/۰۰۵۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۴	تکرار
۱۹/۰۱۶۹***	۱۷/۴۹۲***	۷	زمان
۰/۰۹۳۱***	۱۹/۳۹***	۲۰	زمان × اتمسفر
۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۲۸	خطا

\*\*\* معنی دار در سطح احتمال ۰/۱ درصد و <sup>ns</sup> نشانگر عدم وجود اثر معنی دار است.

## ۵- تشکر و قدردانی

بدینوسیله نگارندگان مقاله، مراتب تشکر و سپاس خود را از جناب آقای مهندس بهمن بهرامی و سرکار خانم مهندس رویا ستاری در بخش آزمایشگاه های گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان، به جهت حمایت ها و همکاری های ارزشمندشان اعلام می دارند.

## ۶- منابع

- [6] Meghdadian, N. 2002. Optimum methods of packaging and shelf life of flat bread. M. Sc. Thesis. Isfahan University of Technology. Isfahan. (In farsi)
- [7] Oraikul, B. 2003. Modified atmosphere packaging (MAP), CRC., New York.
- [8] Black, R. G., Quail, K. J., Reyes, V., Kuzyk M. and Ruddick, L. 1993. Shelf-Life Extension of Pita Bread by Modified Atmosphere Packaging. Food Aust. 45(8): 387-391.
- [9] Cencic, L., Bressa, F. and DallaRosa, M. 1996. Influence of modified atmosphere on bread staling during storage. Ind. Aliment-Italy. 20-24.
- [10] Hematian Sourki, A., Ghiafeh Davoodi, M., Tabatabaei Yazdi, F., Mortazavi, S. A., Karimi, M., Razavizadegan Jahromi, S. H. and Pourfarzad, A. 2010. Staling and quality of Iranian flat bread stored at modified atmosphere in different packaging. World Academy of Science, Engineering and Technology. 69: 390-395.
- [11] Rasmussen, P. H. and Hansen, A. 2001. Staling of wheat bread stored in modified atmosphere. LWT-Food Sci and Technol. 34(7): 487-491.
- [12] AACC. 2000. Approved methods of American Association of Cereal Chemists (10th Ed.). USA: The Association. St. Paul, MN.
- [13] Pedreschi, F., Aguilera, J. M. and Pyle, L. 2001. Textural Characterization and kinetics of potato strips during frying. J. Food Sci. 66 (2): 314-318.
- [1] Taghian dinani, S. 2010. Improve quality and delay staling of Sangak bread with some improvers. M. Sc. Thesis. Isfahan University of Technology. Isfahan. (In farsi)
- [2] Karaoglu, M. M., Kotancilar, H. G. and Gurses M. 2005. Microbiological Characteristics of Part-Baked White Pan Bread During Storage. Int. J. Food Prop. 8(2): 355 - 365.
- [3] Mandala, I., Polaki, A. and Yanniotis, S. 2009. Influence of frozen storage on bread enriched with different ingredients. J. Food Eng. 92: 137-145.
- [4] Barcenas, M. and Rosell, C. M. 2006. Effect of frozen storage time on the bread crumb and aging of par-baked bread. Food Chem. 94: 438-445.
- [5] Samanian, N. 2010. Freezing modeling of Sangak part baked bread. M. Sc. Thesis. Isfahan University of Technology. Isfahan. (In farsi)



- and Frozen Storage. *J. Agr. Sci. Tech.* 13: 1077-1090.
- [17] Rogers, D. E., Zeleznak, K. j., lai C. S., and Hosney, R. C. 1988. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal chem.* 65(5): 398-401.
- [18] Devlieghere, F., Debevere J. and Van [14] Payan, R. 2006. An introduction to the technology of cereal products. Ayeezh press, Tehran. (In farsi)
- [15] Piazaa, L. and Masi, P. 1995. Moisture Redistribution Throughout the Bread Loaf During Staling and Its Effect on Mechanical Properties. *Cereal chem.* 72(3): 320-325.
- [16] Majzoobi, M., Farahnaky A. and Agah, S. 2011. Properties and Shelf-life of Part-and Full-baked Flat Bread (Barbari) at Ambient

## Study of quality and microbial characteristics of part-baked Sangak bread packaged in modified atmosphere during storage

Khoshakhlagh, Kh. <sup>1\*</sup>, Hamdami, N. <sup>2</sup>, Shahedi, M. <sup>3</sup>, Soleimani-Zad, S. <sup>4</sup>

1. M. Sc. Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.
2. Ph.D. Food Engineering, PhD Food Engineering Assistant Professor of Food Science and Technology Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.
3. Ph.D. Food Engineering, Professor of Food Science and Technology Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.
4. Ph.D. Food Microbiology, Associate Professor of Food Science and Technology Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.

(Received: 92/8/23 Accepted: 92/10/8)

Unfavorable conditions in the production and storage of traditional breads, lead to a high decline in bread quality and thus severe damage and high economic losses. Hence, in this study Baked-Off Technology (BOT) and Modified Atmosphere Packaging (MAP) were used for increasing the shelf life of part-baked product. For this, part-baked Sangak bread was packaged in polyamide/polyethylene bags of 100  $\mu\text{m}$  thickness with three compositions gas included %100 CO<sub>2</sub>, %50 CO<sub>2</sub>: %50 N<sub>2</sub>, %25 CO<sub>2</sub>: %75 N<sub>2</sub> and air as a control and storage at 25° C for 21 days. During storage, quality and microbial features of product such as moisture, texture, total count and mold and yeast count was assessed at intervals of three days. The results showed moisture and texture of part-baked Sangak are not influenced by the atmosphere in the package. While the number of total microorganisms and also mold and yeasts are totally dependent on the amount of carbon dioxide used in the headspace. To increase the proportion of carbon dioxide, the growth rate of bacteria and fungi can be slow. In addition, in this study, significant effect of storage time on all of the qualitative and microbiological characteristics of part-baked Sangak was observed during storage.

**Keywords:** Modified atmosphere packaging, Part-baked Sangak bread, Quality characteristics, Microbial growth.

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: k.khoshakhlagh@ag.iut.ac.ir