

## تأثیر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده بر ماندگاری نان سنگک

سیما چراغی دهدزی<sup>۱\*</sup>، ناصر همدمی<sup>۲</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، گروه علوم و صنایع غذایی، شوشتر، ایران

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۸)

### چکیده

فساد میکروبی و بیاتی نان دو عامل مهم ضایعات فراوان این محصول می‌باشند. از جمله راه‌های جلوگیری از ضایعات و افزایش عمر ماندگاری نان، بکارگیری بهبود دهنده‌هایی مانند هیدروکلونیدها و روش‌های مناسب بسته‌بندی مانند بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده می‌باشد. در این تحقیق خمیر نان سنگک با بکارگیری هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به میزان ۰/۵ یا ۱ درصد (وزنی/وزنی بر اساس آرد) و نمونه شاهد بدون بکارگیری هیدروکلونید تهیه گردید. نان‌ها در کیسه‌هایی از جنس پلی‌امید-پلی‌اتیلن با اتمسفر هوای معمولی و ۱۰۰ درصد دی‌اکسیدکربن بسته‌بندی شده و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. طی ۱۵ روز نگهداری، خصوصیات مختلف محصول از جمله رطوبت، بافت، شمارش کپک و مخمر در فواصل سه روز نمونه‌برداری ارزیابی گردید. تجزیه و تحلیل آماری نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های کیفی نان سنگک طی نگهداری نشان داد، صرف نظر از فرمولاسیون خمیر و زمان نگهداری، میزان رطوبت نان در دو نوع بسته‌بندی تفاوت معنی‌داری ندارد. بار میکروبی در بسته‌های تحت گاز دی‌اکسیدکربن کمتر است و میزان حداکثر نیرو و تنش برشی در این بسته‌ها بیشتر می‌باشد. بار میکروبی، میزان سفتی و تنش برشی طی زمان نگهداری افزایش یافته است و روند تغییرات رطوبت نان کاهش یافته است. صرف نظر از نوع بسته‌بندی و زمان نگهداری، نان محتوی ۱ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز دارای مقاومت کم در برابر تنش برشی می‌باشد و در نمونه شاهد حداکثر رطوبت و حداکثر سفتی مشاهده شده است.

**کلید واژه‌گان:** نان سنگک، بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، تنش برشی.

\* مسئول مکاتبات: simach.de@gmail.com

## ۱- مقدمه

نان گندم با تأمین قسمت اعظم انرژی، پروتئین، املاح معدنی و ویتامین‌های گروه B، نقش ویژه‌ای در رژیم غذایی روزانه مردم ایران دارد. نان سنگک از انواع نان‌های مسطح است که به دلیل عطر و طعم مناسب، ارزش تغذیه‌ای بالا، قابلیت سیرکنندگی و هضم آسان به دلیل دارا بودن مقادیر زیادی فیبر، در صدر نان‌های سنتی ایرانی قرار دارد. با توجه به اهمیت نان، حفظ کیفیت و جلوگیری از ضایعات آن ضروری است [۱]. دو عامل فساد میکروبی و بیاتی منجر به ضایعات فراوان نان می‌گردد. بکارگیری بهبود دهنده‌های نان و روش‌های مناسب بسته‌بندی از جمله راه‌های جلوگیری از ضایعات و افزایش عمر ماندگاری نان می‌باشد [۲، ۳].

فساد میکروبی موجب محدودیت عمر ماندگاری نان می‌شود. اغلب فساد محصولات پخت در اثر رشد قارچ‌های کپکی ایجاد می‌شود [۲]. یکی از روش‌های افزایش عمر نگهداری نان، استفاده از بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده<sup>۱</sup> است که از طریق تغییر در ترکیب اتمسفر داخل بسته، عمر ماندگاری محصول را افزایش می‌دهد. بسته‌بندی نان پیتا در بسته‌های حاوی ۱۰۰، ۴۰ و ۱۵ درصد دی‌اکسیدکربن همراه با جاذب اکسیژن می‌تواند موجب تأخیر در فساد میکروبی تا ۲۸ روز گردد [۳]. عمر ماندگاری نان گندم دوروم در ۳۰ درجه سلسیوس با استفاده از ۸۰ درصد دی‌اکسیدکربن و ۲۰ درصد نیتروژن و جاذب اکسیژن از ۳ روز به ۱۸ روز افزایش می‌یابد [۴]. با بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده با غلظت بالای دی‌اکسیدکربن و بسته بندی چند لایه با ممانعت زیاد، عمر ماندگاری نان بربری از ۴ روز به حدود ۲۱ روز می‌رسد [۵].

بیاتی، عمر ماندگاری نان را بدلیل رتروگراداسیون<sup>۲</sup> نشاسته، مهاجرت رطوبت از مغز نان به پوسته و از پوسته به اتمسفر، کاهش می‌دهد و باعث سفتی مغز نان و لاستیکی شدن پوسته و افت کیفیت نان می‌گردد [۶]. زیان‌های اقتصادی ناشی از بیاتی نان، محققین را علاقمند به یافتن راه‌های به تأخیر انداختن و کنترل بیاتی نان کرده است. افزودن آنزیم‌ها، پروتئین‌های آب پنیر و سویا، هیدروکلئیدها<sup>۳</sup> و امولسیفایرها از جمله راه‌های پیشنهادی برای به تأخیر انداختن بیاتی است [۷]. هیدروکلئیدها یا صمغ‌ها<sup>۴</sup> گروه

بزرگی از پلی‌ساکاریدها و مشتقات آنها هستند که در غلظت کم، به عنوان افزودنی در جهت بهبود کیفیت محصولات پخت بکار می‌روند. با بکارگیری هیدروکلئیدها در مقدار کمتر از یک درصد بر اساس وزن آرد، نگهدارندگی آب و حجم نان افزایش یافته، سفتی و رتروگراداسیون نشاسته کاهش می‌یابد [۸]. هیدروکلئیدها می‌توانند خواص گلوتن و نشاسته را از طریق تأثیرگذاری بر خواص آبگیری گلوتن و دخالت در فرایند ژلاتینه شدن و رتروگراداسیون نشاسته، تغییر دهند. میزان این تأثیرات به نوع و غلظت هیدروکلئید بستگی دارد [۹]. افزودن هیدروکلئیدهایی مانند هیدروکسی پروپیل متیل سلولز<sup>۵</sup> به دلیل حفظ بیشتر آب و گاز در مغز نان و جلوگیری از ایجاد پیوند گلوتن- نشاسته موجب کاهش سرعت سفت شدن مغز نان طی نگهداری می‌گردد. کاهش سفت شدن بافت نان به دلیل جلوگیری از توزیع مجدد آب و انتقال آب از گلوتن به نشاسته توسط هیدروکلئیدها و در نتیجه جلوگیری از در اختیار گرفتن آب توسط نشاسته رخ می‌دهد [۱۰، ۱۱]. هیدروکسی پروپیل متیل سلولز موجب تقویت خمیر در طول انبساط شده و خمیر را در مقابل کاهش حجم محافظت می‌کند. اثر این صمغ در نرمی نان می‌تواند به دلیل ظرفیت نگهدارندگی آب آن و جلوگیری از رتروگراداسیون آمیلوپکتین باشد، زیرا به نشاسته متصل شده و از تشکیل پیوند آن با گلوتن جلوگیری می‌کند [۱۲]. هیدروکسی پروپیل متیل سلولز موجب افزایش حجم مخصوص و حفظ رطوبت و کاهش میزان فعالیت آبی در نان می‌گردد و به عنوان عامل ضد بیاتی شناخته شده است و باعث تأخیر در سفت شدن مغز نان می‌شود [۱۰، ۱۲، ۱۳]. با بکارگیری کربوکسی متیل سلولز<sup>۶</sup>، صمغ گوار<sup>۷</sup> و سدیم آلزینات<sup>۸</sup> در خمیر، کیفیت مناسبی در نان حاصل می‌شود [۱۴]. بکارگیری صمغ لوکاست بین<sup>۹</sup> و زانتان<sup>۱</sup> بر کیفیت نان مؤثر بوده و بیاتی نان را به تعویق می‌اندازد [۱۵]. افزودن صمغ عربی و پکتین به نان گندم- ذرت، حجم و حجم مخصوص را بهبود می‌دهد، خواص حسی را بهبود داده و بیاتی نان را به تأخیر می‌اندازد. افزودن صمغ های عربی، گوار، زانتان و متیل ۲- هیدروکسیل سلولز موجب افزایش ظرفیت جذب آب و پایداری خمیر می‌شود [۱۶]. با افزودن

5. Hydroxypropylmethylcellulose  
6. Carboxymethylcellulose  
7. Guar gum  
8. Sodium alginate  
9. Locust bean  
10. Xanthan

1. Modified Atmosphere Packaging  
2. Retrogradation  
3. Hydrocolloids  
4. Gums

بسته‌بندی شده و در انکوباتور یخچالدار با دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. نمونه‌برداری در زمان‌های صفر (بلافاصله پس از پخت) و پس از ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ روز انجام شد.

## ۲-۴- اندازه‌گیری رطوبت و بررسی میکربی نان

مقدار مشخصی (۲ تا ۳ گرم) از نمونه‌ها، به مدت ۵ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند.

جهت شمارش کپک و مخمر از روش رقت سازی و کشت سطحی بر روی محیط کشت Potato Dextrose Agar (مرک آلمان) استفاده شد. پلیت‌ها پس از کشت به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور یخچالدار در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند.

## ۲-۵- بررسی بافت نان

اندازه‌گیری سفتی نان‌ها بعنوان معیار سنجش بیاتی، طبق روش پانکچر<sup>۲</sup> بوسیله دستگاه اینستران (۱۱۴۰ ساخت انگلستان) با پروب استوانه‌ای به قطر ۱/۲۷ سانتی‌متر و با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه صورت گرفت [۱۷]. نیروی حداکثر با استفاده از داده‌های بدست آمده استخراج شد و تنش برشی (S) از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$S = \frac{F}{\pi dt}$$

در این فرمول، F نیروی حداکثر، d قطر پروب و t ضخامت نمونه می‌باشد.

## ۲-۶- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایشات در سه تکرار و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و آزمون چند دامنه‌ای دانکن<sup>۳</sup> و T- student در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه میانگین‌ها بکار گرفته شد. تیمار فرمولاسیون در سه سطح (نمونه بدون هیدروکلئید، فرمول‌های محتوی ۰/۵ و ۱ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز)، نوع بسته‌بندی در دو سطح (بسته بندی تحت فشار اتمسفری و ۱۰۰ درصد گاز دی‌اکسیدکربن) و زمان نگهداری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در شش سطح (بلافاصله بعد از پخت، روز ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵) بوده است.

هیدروکلئیدهای گوار و کاراگینان، میزان جذب آب در نان بربری افزایش یافته و نیروی لازم برای گسیختن در پوسته نان بربری کاهش می‌یابد [۱۱]. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر بکارگیری صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز در بهبود کیفیت نان سنگک و اثر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بر افزایش عمر ماندگاری این نوع نان می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- آزمون‌های شیمیایی آرد

آزمون‌های شیمیایی آرد شامل اندازه‌گیری رطوبت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس، پروتئین در سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون، چربی با روش سوکسله و بکارگیری حلال دی اتیل اتر و خاکستر در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ تا ۶۰۰ درجه سلسیوس بوده است [۱۷].

### ۲-۲- تهیه خمیر و پخت نان

خمیر نان سنگک شامل آرد با درجه استخراج ۹۰ (شرکت آرد اهواز)، آب با دمای ۳۰ درجه سلسیوس به میزان ۱۰۰ درصد وزنی، نمک ۱ درصد، مخمر (شرکت کلار مایه اصفهان) ۱ درصد بر اساس وزن آرد، تهیه شد. در این فرمول از هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز (شرکت سیگما آلد ریچ آلمان) به میزان ۰/۵ یا ۱ درصد (وزنی / وزنی بر اساس آرد) بکار برده شد، خمیر نمونه شاهد نیز بدون بکارگیری هیدروکلئید تهیه گردید. عمل اختلاط به مدت ۱۵ دقیقه در خمیرگیر با سرعت ۴۵-۵۰ دور در دقیقه و مرحله تخمیر خمیر به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در داخل محفظه تخمیر انجام شد. سپس خمیر تخمیر شده، با استفاده از قالب آلومینیومی مربع شکلی به ضخامت ۵ میلی‌متر پهن شد و در فر (بوش<sup>۱</sup> ساخت آلمان) با دمای ۲۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه پخته شد.

### ۲-۳- بسته بندی نان و نگهداری آن

نان‌های تهیه شده در کیسه‌هایی از جنس پلی‌آمید-پلی‌اتیلن با ضخامت ۱۰۰ میکرومتر با اتمسفر ۱۰۰ درصد دی‌اکسیدکربن (شرکت سپاهان استیلن اصفهان) و هوای معمولی به عنوان شاهد

2. Puncture test  
3. Duncans multiple range test

1. Bosch

### ۳- نتایج و بحث

ویژگی‌های آرد مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱ آنالیز شیمیایی آرد مورد استفاده (درصد)

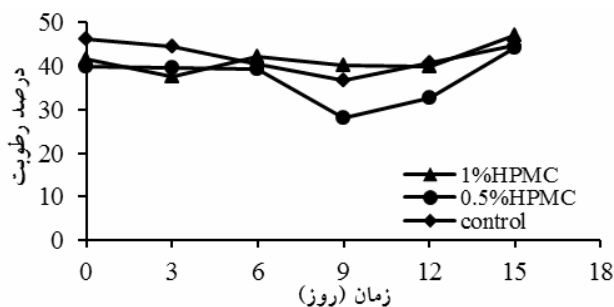
رطوبت	خاکستر	پروتئین	چربی
۱۴±۰/۰۴۵	۱/۳۲±۰/۰۶۸	۱۱/۰۳۵±۰/۰۱۲	۱/۵۵±۰/۰۲۲۶

#### ۳-۱- بررسی تغییرات میزان رطوبت نان در طول

##### دوره نگهداری

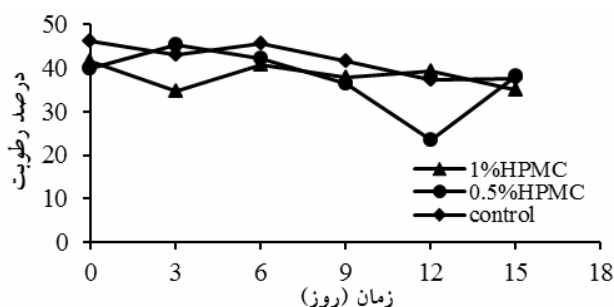
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر فرمولاسیون خمیر، نوع اتمسفر بسته و مدت زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد نشان دهنده کاهش رطوبت نان سنگک با همه فرمولاسیون‌ها طی زمان نگهداری تا روز دوازدهم است (جدول ۲). این پدیده مربوط به اختلاف رطوبت بین مغز و پوسته نان بوده که به صورت یک نیروی رانشی منجر به مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته و در نهایت به محیط اطراف می‌شود. در طول زمان کاهش این اختلاف منجر به کاهش سرعت از دست دادن رطوبت می‌گردد [۱۸]. بر اساس این جدول، میزان رطوبت نان از روز دوازدهم تا پانزدهم افزایش داشته است. دلیل این افزایش احتمالاً رشد کپک‌ها بر روی نان بوده است. صرف نظر از فرمولاسیون خمیر و زمان نگهداری، میزان رطوبت نان در دو نوع بسته‌بندی تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۳). نمونه نان شاهد در هر دو نوع بسته‌بندی در کل زمان نگهداری بیشترین مقدار رطوبت را دارد (جدول ۴)، اما در تحقیقات قبلی هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بعنوان عامل حفظ رطوبت و جلوگیری از خروج آب از نان در طول دوره نگهداری شناخته شده

است [۱۰، ۱۲، ۱۹]. در این تحقیقات افزودن این صمغ موجب حفظ بیشتر آب در مغز نان به دلیل ظرفیت نگهدارندگی آب بالا، جلوگیری از توزیع مجدد آب و انتقال آب از گلوتن به نشاسته شده است [۱۰-۱۲]. در شکل‌های ۱ و ۲ تغییرات میزان رطوبت نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف در بسته‌های با اتمسفر معمولی و گاز دی‌اکسیدکربن در طول دوره نگهداری نشان داده شده است.



شکل ۱ تغییرات میزان رطوبت نان سنگک با فرمولاسیون‌های

مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر معمولی در طول دوره نگهداری



شکل ۲ تغییرات میزان رطوبت نان سنگک با فرمولاسیون‌های

مختلف بسته بندی شده در اتمسفر گاز دی‌اکسیدکربن در طول

دوره نگهداری

جدول ۲ مقایسه میانگین میزان رطوبت، لگاریتم تعداد میکروارگانیسم‌ها، حداکثر نیرو و تنش برشی نان در زمان‌های مختلف نگهداری (آزمون

دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

زمان (روز)	* رطوبت	* میکروارگانیسم‌ها	* حداکثر نیرو	* تنش برشی
۰	۴۲/۵۵۷ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰ <sup>e</sup>	۸/۳۶۵ <sup>d</sup>	۲۲۴۲/۷۴۵ <sup>c</sup>
۳	۴۰/۸۰۷ <sup>b</sup>	۵/۴۳۵ <sup>d</sup>	۹/۷۹۹ <sup>d</sup>	۲۵۳۷/۳۷۹ <sup>c</sup>
۶	۴۱/۷۷۵ <sup>ab</sup>	۵/۷۵۹ <sup>c</sup>	۱۱/۵۹۹ <sup>d</sup>	۳۳۶۹/۵۴۰ <sup>c</sup>
۹	۳۶/۸۰۶ <sup>c</sup>	۶/۰۹۷ <sup>b</sup>	۱۴/۹۹۲ <sup>c</sup>	۵۸۵۴/۳۰۰ <sup>b</sup>
۱۲	۳۵/۵۱۶ <sup>d</sup>	۶/۱۹۷ <sup>a</sup>	۲۷/۹۴۲ <sup>b</sup>	۹۰۸۴/۶۰۸ <sup>a</sup>
۱۵	۴۱/۱۳۶ <sup>b</sup>	۶/۲۱۰ <sup>a</sup>	۳۱/۳۵۰ <sup>a</sup>	۱۰۴۱۴/۹۶۱ <sup>a</sup>

\* میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال آماری پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول ۳ مقایسه میانگین میزان رطوبت، لگاریتم تعداد میکروارگانیسم‌ها، حداکثر نیرو و تنش برشی نان در دو نوع بسته‌بندی

(آزمون T-student در سطح احتمال پنج درصد)

نوع بسته بندی	* رطوبت	* میکروارگانیسم‌ها	* حداکثر نیرو	* تنش برشی
تحت فشار اتمسفری	۴۰/۳۰۱ <sup>a</sup>	۵/۱۵۴ <sup>a</sup>	۱۴/۷۰۴ <sup>b</sup>	۴۹۰۹/۹۵۸ <sup>b</sup>
تحت گاز دی اکسید کربن	۳۹/۲۳۱ <sup>a</sup>	۴/۷۴۵ <sup>b</sup>	۱۹/۹۷۹ <sup>a</sup>	۶۲۵۷/۸۸۶ <sup>a</sup>

\* میانگین های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال آماری پنج درصد دارای اختلاف معنی دار هستند.

جدول ۴ مقایسه میانگین میزان رطوبت، لگاریتم تعداد میکروارگانیسم‌ها، حداکثر نیرو و تنش برشی نان با فرمولاسیون‌های مختلف

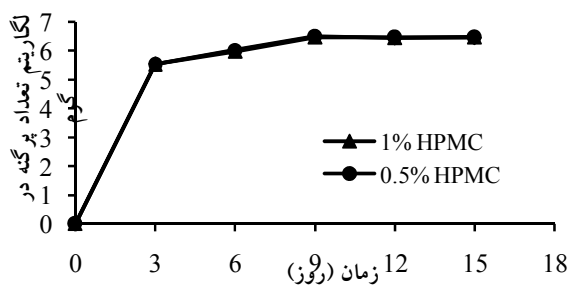
(آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

فرمولاسیون	* رطوبت	* میکروارگانیسم‌ها	* حداکثر نیرو	* تنش برشی
۰/۵٪ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز	۳۷/۴۳۶ <sup>c</sup>	۴/۹۴۱ <sup>b</sup>	۱۵/۵۴۰ <sup>b</sup>	۶۶۰۶/۵۲۱ <sup>a</sup>
۱٪ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز	۳۹/۸۲۴ <sup>b</sup>	۴/۹۴۴ <sup>b</sup>	۱۴/۵۰۶ <sup>b</sup>	۴۷۷۹/۹۱۹ <sup>b</sup>
شاهد (بدون هیدروکلوتید)	۴۲/۰۳۸ <sup>a</sup>	۴/۹۶۴ <sup>a</sup>	۲۱/۹۷۸ <sup>a</sup>	۵۳۶۵/۳۲۶ <sup>b</sup>

\* میانگین های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال آماری پنج درصد دارای اختلاف معنی دار هستند.

صرف نظر از نوع بسته‌بندی، در کل زمان نگهداری، بار میکربی نان شاهد نسبت به سایر نمونه‌ها بیشتر است (جدول ۴).

بر اساس منحنی‌های شکل‌های ۳ و ۴، بیشترین سرعت افزایش تعداد میکروارگانیسم‌ها تا روز نهم نگهداری رخ داده است که این سرعت با افزایش دی‌اکسیدکربن حاصل از تنفس میکربی در فضای بسته طی زمان نگهداری، کاهش می‌یابد. علاوه بر این مشاهده شده که سرعت رشد میکروارگانیسم‌ها، وابسته به اتمسفر موجود در بسته است و در بسته‌های با اتمسفر معمولی نسبت به بسته‌های تحت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر می‌باشد.



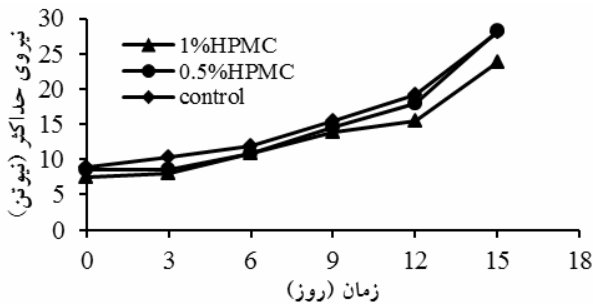
شکل ۳ تغییرات لگاریتم تعداد میکروارگانیسم‌ها در نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر معمولی در طول دوره نگهداری

### ۳-۲- بررسی تعداد میکروارگانیسم‌ها در نان در

#### طول دوره نگهداری

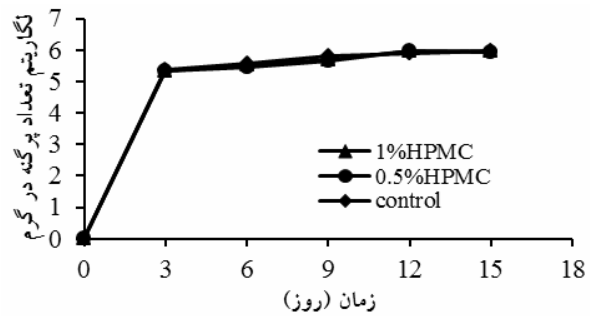
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، فرمولاسیون خمیر، مدت زمان نگهداری و نوع اتمسفر بسته در سطح احتمال ۱ درصد، اثر معنی‌داری بر بار میکربی نان داشته‌اند. بار میکربی نان سنگک طی زمان نگهداری افزایش یافته است (جدول ۲). صرف نظر از فرمولاسیون خمیر و زمان نگهداری، بار میکربی در نان‌های بسته‌بندی شده تحت اتمسفر معمولی نسبت به نان‌های بسته‌بندی شده تحت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر است (جدول ۳). با حضور دی‌اکسیدکربن در فضای بسته، سرعت رشد کپک‌ها و مخمرها در طی دوره نگهداری کندتر خواهد بود که این موضوع اثر ضد میکربی دی‌اکسیدکربن را به اثبات می‌رساند. این مشاهده، مطابق با نتایج حاصل از تحقیقات سایر محققین می‌باشد که نسبت اولیه دی‌اکسیدکربن در بسته را بعنوان مهم‌ترین عامل بازدارنده رشد میکروارگانیسم‌ها در اتمسفر اصلاح شده معرفی کردند [۲۰]. دلیل دیگر کاهش رشد میکربی در نمونه‌های اتمسفر اصلاح شده نسبت به نمونه‌های شاهد، علاوه بر خاصیت ضد باکتریایی و ضد قارچی دی‌اکسیدکربن، عدم وجود اکسیژن در این بسته‌ها می‌باشد [۲۱، ۲۲].

کل زمان نگهداری، نان شاهد (بدون هیدروکلونید) و نان دارای ۱ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به ترتیب دارای بیشترین و کمترین حداکثر نیروی لازم جهت نفوذ پروب در نان می‌باشند (جدول ۴). در نمونه‌های نان بسته‌بندی شده تحت اتمسفر معمولی، نمونه دارای ۱ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز دارای کمترین شیب منحنی نیروی حداکثر می‌باشد (شکل ۵).



شکل ۵ تغییرات میزان حداکثر نیروی نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر معمولی در طول دوره نگهداری

در نمونه‌های نان بسته‌بندی شده تحت گاز دی‌اکسیدکربن، بیشترین شیب منحنی نیروی حداکثر در طول دوره نگهداری مربوط به نمونه شاهد و کمترین شیب مربوط به نمونه‌های دارای ۱ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز است (شکل ۶). این نتیجه با تحقیقات انجام شده توسط سایر محققین که صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را عامل کاهش میزان سفتی مغز نان و میزان بیاتی در طول نگهداری معرفی کرده‌اند، مطابقت دارد [۱۰، ۱۲، ۱۳]. افزایش سفتی نان ممکن است به دلیل تبلور مجدد نشاسته، ترکیب لیپید و آمیلوز و تغییر در سیستم گلوآسیل باشد [۲۷، ۲۸]. افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز از طریق جلوگیری از ایجاد پیوند گلوآسیل- نشاسته و جلوگیری از انتقال آب از گلوآسیل به نشاسته موجب کاهش سفت شدن بافت نان طی نگهداری می‌شود [۱۱، ۱۰]. اثر این صمغ در نرمی نان ممکن است به دلیل ظرفیت نگهدارندگی آب آن و جلوگیری از رترودگراسیون آمیلوپکتین باشد [۱۲].



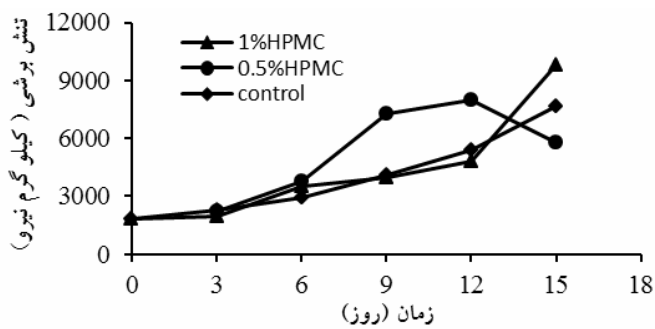
شکل ۴ تغییرات لگاریتم تعداد میکروارگانیسم‌ها در نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر گاز دی‌اکسیدکربن در طول دوره نگهداری

### ۳-۳- بررسی تغییرات سفتی نان در طول دوره

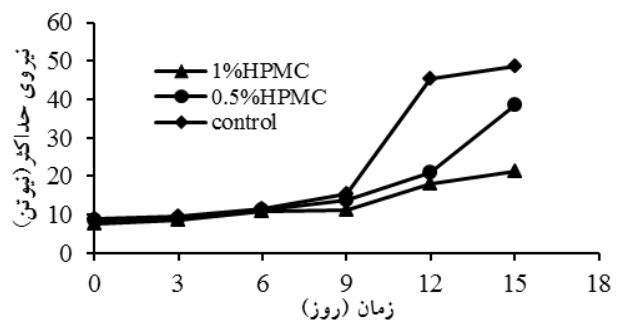
#### نگهداری

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، فرمولاسیون خمیر، نوع اتمسفر بسته و مدت زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد، اثر معنی‌داری بر نیروی حداکثر<sup>۱</sup> در نان داشته‌اند. مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده افزایش حداکثر نیرو در نان سنگک در طول دوره نگهداری است (جدول ۲). از آنجا که رطوبت در نان به عنوان یک عامل نرم کننده محسوب می‌گردد، کاهش آن موجب تشدید اتصالات عرضی بین پلیمرهای نشاسته و نشاسته- گلوآسیل شده و باعث افزایش سرعت سفت شدن نان می‌شود [۲۳]. صرف نظر از فرمولاسیون خمیر و زمان نگهداری، نیروی حداکثر در نان‌های بسته‌بندی شده تحت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر است (جدول ۳). در تحقیق دیگری نیز افزایش قابل توجه سفتی نان بربری با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در فضای خالی بسته گزارش شده است [۵]. این در حالی است که برخی محققین بسته‌بندی نان در حضور ۱۰۰ درصد دی‌اکسیدکربن و مقدار کمی بخار اتانول را عاملی در جهت تأخیر بیاتی می‌دانند [۲۴]، و بعضی دیگر تفاوتی بین مقدار سفتی نان نگهداری شده در دی‌اکسیدکربن و یا هوا مشاهده نکرده‌اند [۳، ۲۵، ۲۶]. صرف نظر از نوع بسته‌بندی، در

1. Maximum Force



شکل ۷ تغییرات میزان تنش برشی نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر معمولی در طول دوره نگهداری



شکل ۶ تغییرات میزان حداکثر نیروی نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر گاز دی‌اکسیدکربن در طول دوره نگهداری

#### ۴- نتیجه‌گیری

نوع اتمسفر بسته، فرمولاسیون خمیر و مدت زمان نگهداری، اثر معنی‌داری بر میزان رطوبت، بار میکروبی، حداکثر نیرو و تنش برشی داشته‌اند. صرف نظر از فرمولاسیون خمیر و زمان نگهداری، میزان رطوبت در دو نوع بسته‌بندی تفاوت معنی‌داری ندارد. میزان حداکثر نیرو و تنش برشی در بسته‌های تحت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر است و بار میکروبی در این بسته کمتر می‌باشد. سرعت رشد میکروارگانیزم‌ها، وابسته به اتمسفر موجود در بسته است و در بسته‌های با اتمسفر معمولی نسبت به بسته‌های تحت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر می‌باشد. صرف نظر از نوع بسته‌بندی و زمان نگهداری، نان محتوی ۱ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز دارای حداکثر نیرو و تنش برشی می‌باشد و در نمونه شاهد حداکثر رطوبت و تعداد میکروارگانیزم مشاهده شده است. صرف نظر از نوع بسته‌بندی و فرمولاسیون خمیر در طول دوره نگهداری، بطور کلی رطوبت کاهش و میزان نیروی حداکثر، تنش برشی و تعداد میکروارگانیزم‌ها افزایش یافته است. در نمونه‌های بسته‌بندی شده تحت اتمسفر معمولی و گاز دی‌اکسیدکربن، نان محتوی ۱ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز دارای کمترین شیب منحنی نیروی حداکثر و در نتیجه کمترین سرعت تغییرات این ویژگی فیزیکی می‌باشد.

#### ۳-۴- بررسی تغییرات تنش برشی نان در طول

##### دوره نگهداری

تنش برشی، مقدار نیروی لازم برای برش و جویدن نان را نشان می‌دهد که رابطه عکس با ضخامت نمونه مورد آزمون دارد. از آنجا که حجم و در واقع ضخامت نمونه‌ها طی بیاتی کاهش می‌یابد، روند تغییرات تنش برشی طی ۱۵ روز نگهداری به صورت افزایشی است. منحنی تغییرات تنش برشی نان‌های بسته‌بندی شده تحت اتمسفر معمولی در طول دوره نگهداری در شکل ۷ نشان داده شده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، فرمولاسیون خمیر، نوع اتمسفر بسته و مدت زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد، اثر معنی‌داری بر تنش برشی نان داشته‌اند. مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده افزایش تنش برشی نان سنگک در طول دوره نگهداری است (جدول ۲). صرف نظر از فرمولاسیون خمیر و زمان نگهداری، تنش برشی در نان‌های بسته‌بندی شده تحت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر است (جدول ۳)، این در حالی است که در یافته‌های بعضی محققین هیچ گونه تفاوت معنی‌داری در پارامترهای بیاتی بین اتمسفرهای مختلف استفاده شده در بسته‌های نان، طی دوره انبارداری، مشاهده نشده است [۳، ۲۶]. بر اساس مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد، صرف نظر از نوع بسته‌بندی، در کل زمان نگهداری، نان دارای ۱ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز دارای کمترین تنش برشی است (جدول ۴).

- [9] Yaseen, A. A., A. A. Shouk and M.T. Ramadan. (2010). "Corn- Wheat Pan Bread Quality as Affected by Hydrocolloids". *Journal of American Science* 6(10): 684- 690.
- [10] Rosell, C. M., J.A. Rojas and C.B. de Barber. (2001). "Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality". *Food Hydrocolloid* 15: 75-81.
- [11] Ghoreishi Rad, S.M., B. Ghanbarzadeh and B. Ghiassi Tarzi. (2011). "The effect of hydrocolloids (Guar& carrageenan) on physical and sensory properties of barbary bread". *Food Technology & Nutrition* 8(2): 25-37.
- [12] Guarda, A., C.M. Rosell, C. Benedito and M.J. Galotto. (2004). "Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents". *Food Hydrocolloids* 18: 241- 247.
- [13] Barcenás, M., C. Benedito and C.M. Rosell. (2004). "Use of hydrocolloids as bread improvers in interrupted baking process with frozen storage". *Food Hydrocolloids* 18: 769-774.
- [14] Butt, M.S., F.M. Anjum, A. Samad, T. Kausar and M. Tauseef Mukhtar. (2001). "Effect of Different Gums on the Quality and Shelf Life of Bread". *International Journal of Agriculture & Biology* 3(4): 482-483.
- [15] Davidou, S., M. Le Meste, E. Debever and D. Bakaert. (1996). "A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid". *Food Hydrocolloids* 10: 375-383.
- [16] Kohajdová, Z. and J. Karovičová. (2009). "Application of hydrocolloids as baking improvers". *Chemical Papers* 63 (1): 26–38.
- [17] AACC, (2000). approved methods of American Association of Cereal Chemists (tenth ed.). St. Paul, MN, USA: The Association.
- [18] Piazaa, L. and P. Masi. (1995). "Moisture Redistribution Throughout the Bread Loaf During Staling and Its Effect on Mechanical Properties". *Cereal Chemistry* 72(3): 320-325.
- [19] Shittu, T.A., R.A. Aminu and E.O. Abulude. (2009). "Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread". *Food Hydrocolloids* 23: 2254-2260.
- [20] Devlieghere, F., J. Debever and J. Van Impe. (1998). "Concentration of carbon dioxide in the water-phase as a parameter to model the effect of a modified atmosphere on

## ۵- سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر برای تأمین اعتبار لازم و فراهم نمودن امکان اجرای این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

## ۶- منابع

- [1] Samanian, N. (2009). Heat Transfer Modeling During Freezing of Sangak Part-baked Bread, Isfahan University of Technology. MS thesis, Department of Food Science and Technology, Isfahan.
- [2] Kotsianis, I. S., V. Giannou and C. Tzia. (2002). "Production and packaging of bakery products using MAP technology". *Trends in Food Science & Technology* 13: 319-324.
- [3] Black, R.G., K.J. Quail, V. Reyes, M. Kuzyk and L. Ruddick. (1993). "Shelf-Life Extension of Pita Bread by Modified Atmosphere Packaging". *Food Australia* 45(8): 387-391.
- [4] Del Nobile, M.A., T. Martoriello, S. Cavella, P. Giudici and P. Masi. (2003). "Shelf life extension of durum wheat bread". *Italian Journal of Food Science* 15: 383–393.
- [5] Hematian Sourki, A., M. Ghiafeh Davoodi, F. Tabatabaei Yazdi, S.A. Mortazavi, M. Karimi, S.H. Razavizadegan Jahromi and A. Pourfarzad. (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.
- [6] Lainez, E., F. Vergara and M. Bárcenas. (2008). "Quality and microbial stability of partially baked bread during refrigerated storage". *Journal of Food Engineering* 89: 414–418.
- [7] Tian, Y.Q., Y. Li, Z.Y. Jin, X.M. Xu, J.P. Wang, A.Q. Jiao, B. Yu and T. Talba. (2009). "β-Cyclodextrin (β -CD): A new approach in bread staling". *Thermochimica Acta* 489: 22-26.
- [8] Kohajdová, Z., J. Karovičová and S.Schmidt. (2009). "Significance of Emulsifiers and Hydrocolloids in Bakery Industry". *Acta Chimica Slovaca* 2(1): 46 – 61.



- [25] Knorr, D. and R.I. Tomlins. (2006). "Effect of carbon dioxide modified atmosphere on the compressibility of stored baked goods". *Journal of Food science* 50(4): 1172-1173.
- [26] Rasmussen, P. H. and A. Hansen. (2001). "Staling of wheat bread stored in modified atmosphere". *LWT-Food Science and Technology* 34(7): 487-491.
- [27] Ribotta, P. D., S. Cuffini, A.E. Leon and M.C. Anon. (2004). "The staling of bread: an X-ray diffraction study". *European Food Research and Technology* 218: 219-223.
- [28] Rogers, D. E., K.J. Zeleznak, C.S. Lai and R.C. Hosney. (1988). "Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming". *Cereal Chemistry* 65(5): 398-401.
- microorganisms". *International Journal of Food Microbiology* 43(1-2): 105-113.
- [21] Sivertsvik, M., J.T. Rosnes and H. Bergslien. (2002). Modified atmosphere packaging. PP. 61-80. In: T. ohlsson and N. bengtsson (Eds.), *Minimal processing technologies in the food industry*, New York: CRC.
- [22] Ooraikul, B. (2003). *Modified atmosphere packaging (MAP)*, New York: CRC.
- [23] He, H and R.C. Hosney. (1990). "Changes in Bread Firmness and Moisture During Long-Term Storage". *Cereal Chemistry* 67: 603-605.
- [24] Cencic, L., F. Bressa and M. DallaRosa. (1996). "Influence of modified atmosphere on bread staling during storage". *Ind. Aliment-Italy* 20-24.

## Impact of hydroxypropylmethylcellulose and modified atmosphere packaging on Sangak bread shelf life

Cheraghi Dehdezi, S. <sup>1\*</sup>, Hamdami, N. <sup>2</sup>

1. Department of Food Science and Technology, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology

(Received: 91/6/23 Accepted: 91/11/8)

Microbial spoilage and staling are the most important reasons for the amount of bread waste. In order to extend the bread shelf life, either different bread improvers such as hydrocolloids or appropriate specific packaging like modified atmosphere packaging (MAP) can apply. In this study, the effects of hydrocolloid on quality properties of Sangak bread were investigated. The gum Hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) was added to the formulation at 0.5 and 1% (w/w of flour) concentration. As a control, no gum added formulations were used. Wheat bread samples were packaged in polyamid/ polyethylene bags with different gas combinations. Two gas concentrations tested included: air, and 100% CO<sub>2</sub>. All packaged bread samples were stored at 25°C for 15 days. Quality and microbial features of bread such as moisture, texture, and mold and yeast count were assessed at intervals of three days during storage.

Statistical analysis of the results of bread quality characteristics during storage revealed that, the gas in headspace of package did not significantly affect the product moisture content, while shear stress, maximum force and the microbial load of the samples were thoroughly impressed by it. So that with carbon dioxide, the growth of mold and yeasts was more limited. Also was observed all product quality characteristics change significantly during storage time. So that the reduced moisture were observed up to 12th day. Conversely hardness, shear stress and microbial load increased during the storage period. The breads containing 1% HPMC showed the lowest maximum force and shear stress. Control showed the highest moisture and mold and yeast count all over the storage period.

**Keywords:** Sangak bread, Modified atmosphere packaging, Hydroxypropylmethylcellulose, Shear stress

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: [simach.de@gmail.com](mailto:simach.de@gmail.com)