

## تأثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده و صمغ زانتان بر ماندگاری نان سنگک

سیما چراغی دهدزی<sup>۱\*</sup> و ناصر همدی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۱/۱۷

<sup>۱</sup> مربی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

<sup>۲</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

\* مسئول مکاتبه: E-mail: simach.de@gmail.com

### چکیده

در این تحقیق، خمیر نان سنگک با افزودن ۰/۵ یا ۱ درصد (بر اساس وزن آرد) از صمغ زانتان یا بدون بکارگیری صمغ (نمونه شاهد) تهیه گردید. نان‌ها در کیسه‌هایی از جنس پلی‌آمید-پلی‌اتیلن با اتمسفر هوای معمولی و ۱۰۰ درصد دی‌اکسیدکربن بسته‌بندی شده و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. طی ۱۵ روز نگهداری، ویژگی‌های کیفی و میکربی محصول از جمله رطوبت، بافت، دانسیته و 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 و دانسیته نان در دو نوع بسته‌بندی تفاوت معنی‌داری ندارد. میزان حداکثر نیرو و تنش برشی در بسته‌های تحت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر است و بار میکربی در این بسته‌ها کمتر می‌باشد. بار میکربی، میزان سفتی و تنش برشی طی زمان نگهداری افزایش یافته است و روند تغییرات رطوبت و دانسیته نان کاهش یافته است. صرف نظر از نوع بسته‌بندی و زمان نگهداری، نان محتوی ۱ درصد زانتان دارای حداکثر رطوبت و حداقل نیرو، تنش برشی و تعداد میکروارگانیسم می‌باشد و حداکثر دانسیته در نان‌های دارای ۰/۵ درصد زانتان مشاهده شده است. در نمونه‌های بسته‌بندی شده تحت اتمسفر معمولی و گاز دی‌اکسیدکربن، نان محتوی ۱ درصد زانتان دارای کمترین شیب منحنی نیروی حداکثر و تنش برشی و در نتیجه کمترین سرعت تغییرات این دو ویژگی فیزیکی در طول دوره نگهداری می‌باشد.

واژگان کلیدی: بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده، سفتی، صمغ زانتان، نان سنگک

## مقدمه

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 (سامانیان ۱۳۸۸). دو عامل فساد میکربی 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 (کوتسیانیس و همکاران ۲۰۰۲ و بلک و همکاران ۱۹۹۳).

اغلب فساد محصولات پخت در اثر رشد کپک‌ها ایجاد می‌شود (کوتسیانیس و همکاران ۲۰۰۲). 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 دی‌اکسیدکربن همراه با جاذب اکسیژن می‌تواند موجب تأخیر در فساد میکربی گردد (بلک و همکاران ۱۹۹۳). با بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده با غلظت بالای دی‌اکسیدکربن و بسته‌بندی چند لایه با ممانعت زیاد، عمر ماندگاری نان بربری از ۴ روز به حدود ۲۱ روز می‌رسد (همتیان سورکی و همکاران ۲۰۱۰).

بیاتی، عمر ماندگاری نان را بدلیل رتروگراداسیون نشاسته، مهاجرت رطوبت از مغز نان به پوسته و از پوسته به اتمسفر، سریعاً کاهش می‌دهد و باعث افت کیفیت نان می‌شود (لائینز و همکاران ۲۰۰۸). افزودن آنزیم‌ها، پروتئین آب پنیر، پروتئین سویا، پنتوزانها، آرابینوزایلانها، هیدروکلئیدها و امولسیفایرها از راه‌های پیشنهادی برای به تأخیر انداختن بیاتی است (تیان و

همکاران ۲۰۰۹). هیدروکلئیدها<sup>۲</sup> یا صمغ‌ها<sup>۳</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<sup>۴</sup> نشاسته کاهش می‌یابد (کوهاجدوا و همکاران ۲۰۰۹). افزودن هیدروکلئیدها 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 (قریشی‌راد و همکاران ۱۳۹۰). صمغ زانتان<sup>۵</sup> جذب آب خمیر، حجم مخصوص نان حاصل و فعالیت آبی مغز نان را افزایش می‌دهد (کوهاجدوا و کاروویکوا ۲۰۰۹). هیدروکسی پروپیل متیل سلولز<sup>۶</sup> موجب افزایش حجم مخصوص و حفظ رطوبت و کاهش میزان فعالیت آبی و سفتی در نان می‌گردد (بارسناس و همکاران ۲۰۰۴). از بین هیدروکلئیدها، HPMC بهترین اثر را بر ویژگی‌های مختلف نان نشان داده است (گواردا و همکاران ۲۰۰۴). هیدروکلئیدها موجب افزایش حجم مخصوص در نان می‌شوند و رطوبت و فعالیت آبی نان را حفظ می‌کنند. بیشترین حجم مخصوص در نان با افزودن کاپاکاراگینان<sup>۷</sup> و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ایجاد می‌گردد که باعث توسعه خمیر و حفظ گاز می‌شود. این دو نوع صمغ سفتی مغز نان را نیز کاهش می‌دهند (راسل و همکاران ۲۰۰۱). بکارگیری صمغ لوکاست بین<sup>۸</sup>

<sup>۲</sup> Hydrocolloids<sup>۳</sup> Gums<sup>۴</sup> Retrogradation<sup>۵</sup> Xanthan gum<sup>۶</sup> HydroxyPropylMethylCellulose (HPMC)<sup>۷</sup> Kapa Carrageenan<sup>۸</sup> Locust bean gum<sup>۱</sup> Modified Atmosphere Packaging (MAP)

در آون (بوش مدل HBA-73B550 ساخت آلمان) با دمای ۲۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه پخته شد.

#### بسته‌بندی نان و نگهداری آن

نان‌های تهیه شده در کیسه‌های پلی‌آمید-پلی‌اتیلن با ضخامت ۱۰۰ میکرومتر با اتمسفر ۱۰۰ درصد دی‌اکسیدکربن (شرکت سپاهان استیلن اصفهان) و هوای معمولی به عنوان شاهد بسته‌بندی شده و در انکوباتور یخچالدار WiseCube wir-150 با دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. نمونه‌برداری در زمان‌های صفر (بلافاصله پس از پخت بدون بسته‌بندی) و پس از ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ روز انجام شد.

#### اندازه‌گیری رطوبت و دانسیته نان

مقدار مشخصی از نمونه‌ها، به مدت ۵ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار داده شد. دانسیته نان با استفاده از دانه کلزا و یک استوانه مدرج پلاستیکی تعیین شد. استوانه خالی توزین شده ( $W_1$ )، پس از قرار دادن مقداری نمونه در آن مجدداً توزین شده ( $W_2$ ) و با کلزا پر شد ( $W_3$ ). برای تعیین دانسیته کلزا، وزن استوانه مدرج پر از آب ( $W_4$ ) و استوانه پر از کلزا ( $W_5$ ) نیز لازم است (خوش اخلاق ۱۳۹۰ و لازاریو و همکاران ۲۰۰۷).

$$\text{دانسیته کلزا} = (W_5 - W_1) / (W_4 - W_1)$$

$$\text{حجم نمونه} = (W_4 - W_1) - ((W_3 - W_2) / \text{دانسیته کلزا})$$

$$\text{حجم نمونه} = (W_2 - W_1) / \text{دانسیته نمونه}$$

#### بررسی بافت نان

اندازه‌گیری سفتی نان‌ها که معیار سنجش بیاتی است، طبق روش پانچر<sup>۲</sup> بوسیله دستگاه اینستران (۱۱۴۰) ساخت انگلستان) با پروب استوانه‌ای به قطر ۱/۲۷ سانتی‌متر با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه صورت گرفت (AACC, 2000). نیروی حداکثر با استفاده از داده‌های بدست آمده استخراج شد و تنش برشی<sup>۳</sup> (S) از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$S = F / \pi dt$$

و زانتان بیاتی نان را به تعویق می‌اندازد (دیویدو و همکاران ۱۹۹۶). افزودن صمغ‌های عربی، گوار، زانتان و متیل ۲- هیدروکسیل سلولز موجب افزایش ظرفیت جذب آب و پایداری خمیر می‌شود (کوهاجدوا و کاروویکوا ۲۰۰۹). با افزودن هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان، میزان جذب آب در نان بربری افزایش یافته است (قریشی راد و همکاران ۱۳۹۰). تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر بکارگیری صمغ زانتان در بهبود کیفیت نان سنگک و اثر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بر افزایش عمر ماندگاری این نوع نان انجام شده است.

#### مواد و روش‌ها

##### آزمایش‌های شیمیایی آرد

آزمایش‌های شیمیایی آرد شامل اندازه‌گیری رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر بوده است (AACC, 2000).

##### تهیه خمیر و پخت نان

خمیر نان سنگک از اختلاط آرد گندم با درجه استخراج ۹۰ (شرکت آرد اهواز) با آب ۳۰ درجه سلسیوس (۱۰۰ درصد وزنی)، نمک (۱ درصد وزنی) و مخمر (۱ درصد وزنی) بر اساس وزن آرد مورد استفاده بدست آمد. در این فرمول‌ها، ۵/۰ یا ۱ درصد (وزنی/وزنی) بر اساس آرد) از صمغ زانتان (شرکت سیگما آلدریچ<sup>۱</sup> آلمان) بکار برده شد یا بدون بکارگیری صمغ‌ها (نمونه شاهد) خمیر نان تهیه گردید. عمل اختلاط به مدت ۱۵ دقیقه در خمیرگیر (مدل C-100 هوبارت ساخت امریکا) با دور ۴۵ تا ۵۰ دور در دقیقه و مرحله تخمیر خمیر به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در داخل محفظه تخمیر انجام شد (استاندارد ملی ایران، شماره ۶۹۴۳). سپس خمیر تخمیر شده، با استفاده از قالب آلومینیومی مربع شکلی به ضخامت ۵ میلی‌متر پهن شد و

<sup>۲</sup> Puncture

<sup>۳</sup> Shear stress

<sup>۱</sup> Sigma-Aldrich

بوده و نوع اتمسفر بسته اثر معنی‌داری بر رطوبت نان نداشته 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 (پیازا و ماسی ۱۹۹۵). 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). نان دارای ۱ درصد زانتان در هر دو نوع بسته‌بندی در کل زمان نگهداری بیشترین مقدار رطوبت را دارد (جدول ۴). در تحقیقات قبلی نیز صمغ زانتان بعنوان عامل افزایش ظرفیت جذب آب و پایداری خمیر شناخته شده است (کوهاجدوا و کاروویکوا ۲۰۰۹). جذب آب خمیر با افزودن هیدروکلئیدها بدلیل دارا بودن گروه‌های هیدروکسیل و در نتیجه امکان تشکیل پیوندهای هیدروژنی بیشتر با آب، افزایش می‌یابد. اهمیت هیدروکلئیدها در حفظ رطوبت و جلوگیری از خروج آب از نان در طول دوره نگهداری در تحقیقات پیشین نیز مشخص شده است (راسل و همکاران ۲۰۰۱، گواردا و همکاران ۲۰۰۴ و شیتو و همکاران ۲۰۰۹). 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.

که  $F$  نیروی حداکثر،  $d$  قطر پروب و  $t$  ضخامت نمونه می‌باشد.

### بررسی میکروبی نان

جهت شمارش کپک و مخمر از روش رقت سازی و کشت سطحی بر روی محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار<sup>۱</sup> (مرک آلمان) استفاده شد. از هر نمونه ۶ رقت تهیه شد و پلیت‌ها پس از پایان کشت به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند.

### طرح آماری مورد استفاده و روش آنالیز نتایج

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایشات به صورت فاکتوریل و طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن<sup>۲</sup> و تی-استیودنت<sup>۳</sup> در سطح احتمال ۵ درصد نیز برای مقایسه میانگین‌ها استفاده گردید. تیمار فرمولاسیون در سه سطح (۰/۵ و ۱ درصد زانتان، نمونه شاهد)، زمان نگهداری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در شش سطح (بلافاصله بعد از پخت، روز سوم، ششم، نهم، دوازدهم و پانزدهم) و نوع بسته‌بندی در دو سطح (بسته‌بندی تحت فشار اتمسفری و ۱۰۰ درصد گاز دی‌اکسیدکربن) بوده است.

### 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	۱۱/۰۳±۰/۰۱۲	۱/۵۵±۰/۰۲۲۶

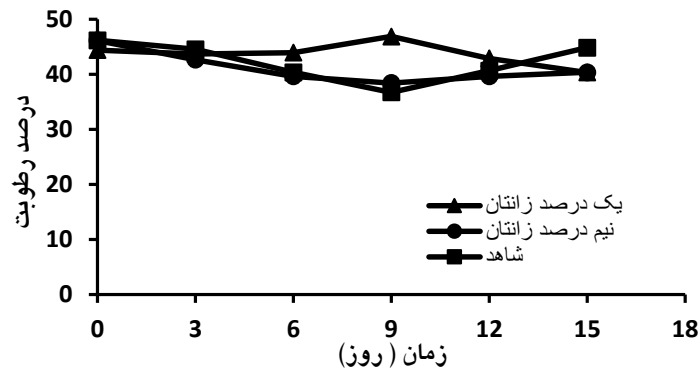
### تغییرات میزان رطوبت نان در طول دوره نگهداری

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر فرمولاسیون خمیر و مدت زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار

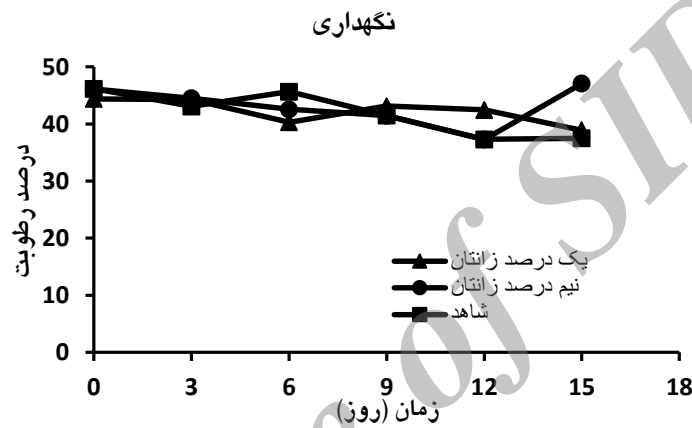
<sup>۱</sup> Potato Dextrose Agar

<sup>۲</sup> Duncans multiple range test

<sup>۳</sup> T-student



شکل ۱- تغییرات میزان رطوبت نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر معمولی در طول دوره



شکل ۲- تغییرات رطوبت نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر گاز دی‌اکسیدکربن در طول دوره نگهداری

جدول ۲- مقایسه میانگین میزان رطوبت، لگاریتم تعداد میکروارگانیسم‌ها، حداکثر نیرو، تنش برشی و دانسیته نان در زمان‌های مختلف نگهداری (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

زمان (روز)	* رطوبت	* میکروارگانیسم‌ها	* حداکثر نیرو	* تنش برشی	* دانسیته
۰	۴۵/۵۶۸ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰ <sup>f</sup>	۷/۶۱۹ <sup>d</sup>	۱۸۴۹/۴۹۲ <sup>d</sup>	۰/۴۵۳ <sup>b</sup>
۳	۴۳/۷۸۳ <sup>b</sup>	۵/۴۳۷ <sup>e</sup>	۹/۳۶۱ <sup>d</sup>	۲۲۰۵/۱۵۱ <sup>d</sup>	۰/۴۴۱ <sup>c</sup>
۶	۴۲/۰۸۲ <sup>c</sup>	۵/۷۷۱ <sup>d</sup>	۱۱/۴۰۱ <sup>d</sup>	۳۴۲۸/۷۱۵ <sup>c</sup>	۰/۴۹۵ <sup>a</sup>
۹	۴۱/۳۵۱ <sup>c</sup>	۶/۱۵۳ <sup>c</sup>	۱۶/۰۳۳ <sup>c</sup>	۵۳۴۸/۴۸۷ <sup>b</sup>	۰/۴۳۴ <sup>d</sup>
۱۲	۴۰/۰۳۴ <sup>d</sup>	۶/۱۸۵ <sup>b</sup>	۲۸/۸۱۲ <sup>a</sup>	۸۰۰۳/۳۰۵ <sup>a</sup>	۰/۳۸۹ <sup>f</sup>
۱۵	۴۱/۴۹۹ <sup>c</sup>	۶/۲۰۵ <sup>a</sup>	۲۴/۹۷۷ <sup>b</sup>	۵۲۰۷/۴۳۲ <sup>b</sup>	۰/۴۲۴ <sup>e</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، تنش برشی و دانسیته نان در دو نوع بسته‌بندی (آزمون T-student در سطح احتمال پنج درصد)

نوع بسته‌بندی	* رطوبت	* میکروارگانیسم‌ها	* حداکثر نیرو	* تنش برشی	* دانسیته
تحت فشار اتمسفری	۴۲/۳۴۲ <sup>a</sup>	۵/۱۶۲ <sup>a</sup>	۱۲/۸۱۸ <sup>b</sup>	۳/۳۱۰ × ۱۰ <sup>-۲b</sup>	۰/۴۳۸ <sup>a</sup>
تحت گاز دی‌اکسید کربن	۴۲/۴۳۰ <sup>a</sup>	۴/۷۵۴ <sup>b</sup>	۱۹/۹۱۶ <sup>a</sup>	۵/۳۶۹ × ۱۰ <sup>-۲a</sup>	۰/۴۴۱ <sup>a</sup>

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

جدول ۴- مقایسه میانگین میزان رطوبت، حداکثر نیرو، تنش برشی و دانسیته نان با فرمولاسیون‌های مختلف (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

* دانسیته	* تنش برشی	* حداکثر نیرو	* رطوبت	فرمولاسیون
۰/۴۵۴ <sup>a</sup>	۴۵۲۸/۷۱۴ <sup>b</sup>	۱۴/۹۶۶ <sup>b</sup>	۴۲/۱۵۸ <sup>b</sup>	۰/۵٪ زانتان
۰/۴۲۲ <sup>c</sup>	۳۱۲۷/۲۵۰ <sup>c</sup>	۱۲/۱۵۷ <sup>c</sup>	۴۲/۹۶۲ <sup>a</sup>	۱٪ زانتان
۰/۴۴۳ <sup>b</sup>	۵۳۶۵/۳۲۶ <sup>a</sup>	۲۱/۹۷۸ <sup>a</sup>	۴۲/۰۳۸ <sup>b</sup>	شاهد (بدون هیدروکلئید)

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

میکروارگانسیم‌ها، وابسته به اتمسفر موجود در بسته است و در بسته‌های با اتمسفر معمولی نسبت به بسته‌های تحت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر می‌باشد.

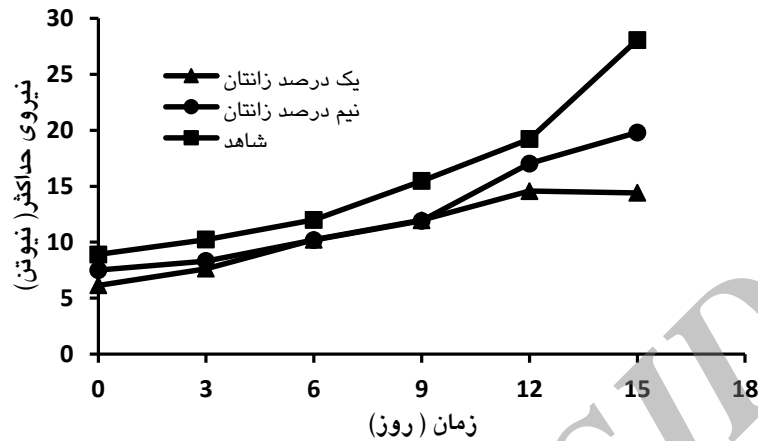
#### تغییرات سفتی نان در طول دوره نگهداری

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، فرمولاسیون خمیر، نوع اتمسفر بسته و مدت زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد، اثر معنی‌داری بر نیروی حداکثر در نان داشته‌اند. مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده افزایش حداکثر نیرو در نان سنگک تا روز دوازدهم نگهداری است (جدول ۲). صرف نظر از فرمولاسیون خمیر و زمان نگهداری، نیروی حداکثر در نان‌های بسته‌بندی شده تحت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر است (جدول ۳). در مورد اثر MAP بر بیاتی نان نتایج متناقضی گزارش شده است. بر اساس نظر بعضی محققین، بسته‌بندی نان در حضور ۱۰۰ درصد دی‌اکسیدکربن و مقدار کمی بخار اتانول، بیاتی را تا ۱۵ روز به تأخیر می‌اندازد (سنسیک و همکاران ۱۹۹۶)، در حالیکه در برخی تحقیقات، تفاوتی بین مقدار سفتی نان نگهداری شده در دی‌اکسیدکربن و یا هوا مشاهده نشده است (بلک و همکاران ۱۹۹۳، راسموسن و هنسن ۲۰۰۱ و نور و تاملینس ۲۰۰۶). صرف نظر از نوع بسته‌بندی، در کل زمان نگهداری، نان شاهد (بدون هیدروکلئید) و نان دارای ۱ درصد زانتان 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، بیشترین شیب منحنی نیروی حداکثر در طول دوره

#### تعداد میکروارگانسیم‌ها 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 میکروبی نان داشته‌اند. بار میکروبی نان سنگک طی زمان نگهداری افزایش یافته است (جدول ۲). صرف نظر از فرمولاسیون خمیر و زمان نگهداری، بار میکروبی 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 میکروبی دی‌اکسیدکربن را به اثبات می‌رساند. این مشاهده، مطابق با نتایج حاصل از تحقیقات قبلی می‌باشد که نسبت اولیه دی‌اکسیدکربن در بسته را بعنوان مهم‌ترین عامل بازدارنده رشد میکروارگانسیم‌ها در اتمسفر اصلاح شده معرفی کردند (دولیبیر و همکاران ۱۹۹۸). دلیل دیگر کاهش رشد میکروبی 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 (سیورتسویک و همکاران ۲۰۰۲ و ائورایکول ۲۰۰۳). بیشترین سرعت افزایش تعداد میکروارگانسیم‌ها تا روز نهم نگهداری رخ داده است که این سرعت با افزایش دی‌اکسیدکربن حاصل از تنفس میکروبی در فضای بسته طی زمان نگهداری، کاهش می‌یابد. علاوه بر این مشاهده شده که سرعت رشد

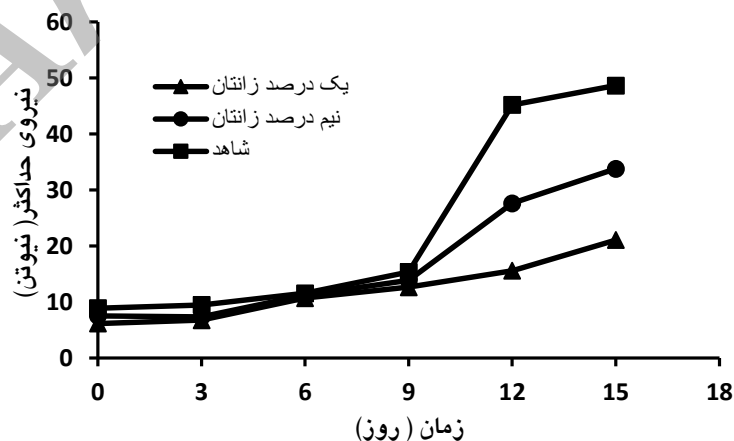
نگهداری مربوط به نمونه شاهد بوده است و نمونه دارای ۱ درصد زانتان دارای کمترین شیب منحنی نیروی



شکل ۳- تغییرات میزان حداکثر نیروی نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر معمولی در طول دوره نگهداری

۱۹۹۶، گری و بمیلر ۲۰۰۳ و شیتو و همکاران ۲۰۰۹). افزایش سفتی نان به دلیل کاهش رطوبت در اثر تبخیر از سطح و خروج آن از فیلم بسته‌بندی و تبلور مجدد نشاسته، می‌باشد. عوامل دیگری مانند ترکیب لیپید و آمیلوز و تغییر در سیستم گلوتنی نیز در سفتی نان مؤثرند (راجرز و همکاران ۱۹۸۸ و ریپوتا و همکاران ۲۰۰۴).

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 زانتان است (شکل ۴). این نتیجه با تحقیقات انجام شده توسط سایر محققین که صمغ زانتان را عامل کاهش میزان سفتی مغز نان و میزان بیاتی در طول نگهداری معرفی کرده‌اند، مطابقت دارد (برزگر و حجتی ۱۳۸۷، دیویدو و همکاران

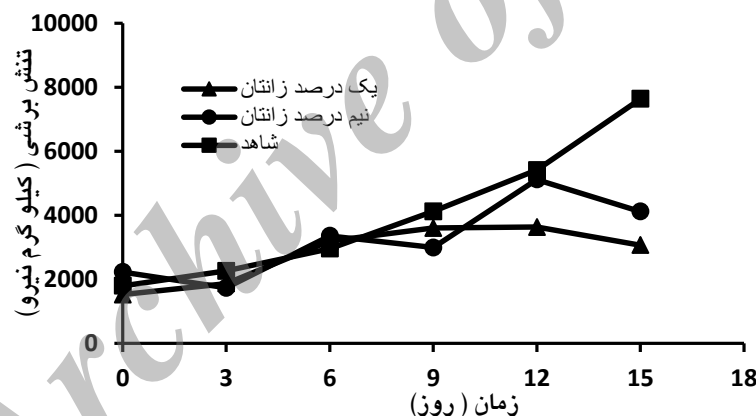


شکل ۴- تغییرات میزان حداکثر نیروی نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر گاز دی‌اکسیدکربن در طول دوره نگهداری

## 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. شیب منحنی تنش برشی نان محتوی ۱ درصد زانتان بسته‌بندی شده تحت اتمسفر معمولی (شکل ۵) و تحت گاز دی‌اکسیدکربن در طول دوره نگهداری نسبت به سایر نمونه‌ها کمتر است و افزایش تنش برشی در این نوع نان در طول زمان نگهداری با سرعت کمتری صورت گرفته 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 تا روز دوازدهم 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 (بلک و همکاران ۱۹۹۳ و راسموسن و هسن ۲۰۰۱). 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 زانتان و نان شاهد به ترتیب دارای کمترین و بیشترین تنش برشی می‌باشند (جدول ۴).



شکل ۵- تغییرات میزان تنش برشی نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر معمولی در طول دوره نگهداری

## تغییرات دانسیته نان در طول دوره نگهداری

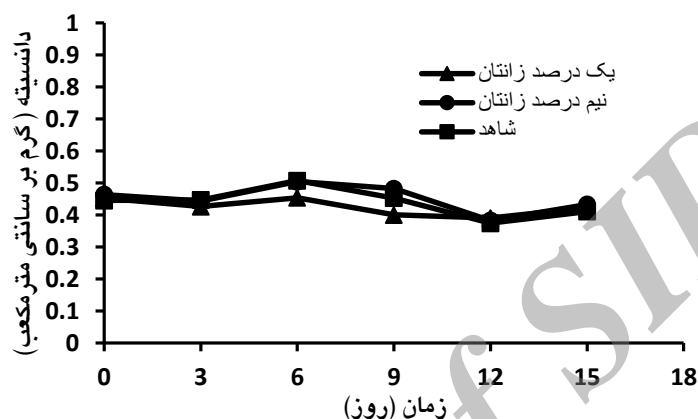
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، فرمولاسیون خمیر، نوع اتمسفر بسته و مدت زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد، اثر معنی‌داری بر دانسیته نان داشته‌اند. مقایسه میانگین دانسیته طی ۱۵ روز نگهداری نشان دهنده کاهش دانسیته نان طی زمان انبارداری است (جدول ۲). بر اساس این جدول روند کلی تغییرات دانسیته کاهشی است اما میزان دانسیته نان بین روزهای سوم و ششم و دوازدهم و پانزدهم افزایش یافته است. تغییر در دانسیته

یک نمونه تابعی از تغییرات وزن و حجم آن ماده می‌باشد. کاهش وزن نمونه‌ها در اثر کاهش رطوبت اتفاق می‌افتد. کاهش حجم نان طی دوره نگهداری نیز یکی از تبعات بیاتی نان می‌باشد که به ویژه پس از ۷۲ ساعت از زمان پخت محسوس خواهد شد. این پدیده در نان‌های نیم پخته توسط کاراواگلو مشاهده گردیده و نشانگر بیاتی نان نیم پخته طی زمان نگهداری است (کاراواگلو ۲۰۰۶). صرف نظر از فرمولاسیون خمیر و زمان نگهداری، دانسیته نان در دو نوع بسته‌بندی تفاوت



۲۰۰۱ و شیتو و همکاران (۲۰۰۹). در شکل ۶ تغییرات میزان دانسیته نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر معمولی در طول دوره نگهداری آورده شده است.

معنی‌داری ندارد (جدول ۳). نان محتوی ۰/۵ درصد زانتان در دو نوع بسته‌بندی در کل زمان نگهداری دارای بیشترین مقدار دانسیته می‌باشد (جدول ۴). صمغ زانتان در تحقیقات قبلی نیز به عنوان عامل افزایش حجم مخصوص نان، معرفی شده است (راسل و همکاران



شکل ۶- تغییرات میزان دانسیته نان سنگک با فرمولاسیون‌های مختلف بسته‌بندی شده در اتمسفر معمولی در طول دوره نگهداری

می‌باشد و حداکثر دانسیته در نان‌های دارای ۰/۵ درصد زانتان مشاهده شده است. صرف نظر از نوع بسته‌بندی و فرمولاسیون خمیر در طول دوره نگهداری، بطور کلی رطوبت و دانسیته نان 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 زانتان دارای کمترین شیب منحنی نیروی حداکثر و تنش برشی و در نتیجه کمترین سرعت تغییرات این دو ویژگی فیزیکی می‌باشد.

#### 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.

#### نتیجه‌گیری

فرمولاسیون خمیر و مدت زمان نگهداری، اثر معنی‌داری بر میزان رطوبت، بار میکربی، حداکثر نیرو، تنش برشی و دانسیته نان داشته‌اند، اثر نوع اتمسفر بسته نیز به جز رطوبت، بر سایر ویژگی‌های نان معنی‌دار بوده است. صرف نظر از فرمولاسیون خمیر و زمان نگهداری، میزان رطوبت و دانسیته نان در دو نوع بسته‌بندی تفاوت معنی‌داری ندارد. میزان حداکثر نیرو و تنش برشی در بسته‌های تحت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر است و بار میکربی 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 زانتان دارای حداکثر رطوبت و حداقل نیرو، تنش برشی و تعداد میکروارگانیزم

## منابع مورد استفاده

- استاندارد ملی ایران. شماره ۶۹۴۳، آیین کار و تولید نان سنگک، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- برزگر ح و حجتی م، ۱۳۸۷. اثر برخی هیدروکلوئیدها بر خواص رئولوژیک خمیر و بیاتی نان باگت، مجموعه مقالات هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، مشهد.
- خوش اخلاق خ، ۱۳۹۰. مدلسازی انتقال جرم حرارت نان سنگک نیم پخته بسته‌بندی شده تحت اتمسفر اصلاح شده. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- سامانیان ن، ۱۳۸۸. مدلسازی انتقال حرارت طی انجماد نان سنگک نیم پخته. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- قریشی راد س م، قنبرزاده ب و غیاثی طرزی ب، ۱۳۹۰. تأثیر به کارگیری هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان بر ویژگیهای فیزیکی و حسی نان بربری. علوم غذایی و تغذیه، سال هشتم، شماره ۲: ۲۷-۲۵.
- AACC, 2000. Approved methods (tenth ed). St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists.
- Barcenas M, Benedito C and Rosell C M, 2004. Use of hydrocolloids as bread improvers in interrupted baking process with frozen storage. *Food Hydrocolloids* 18: 769- 774.
- 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 Australia* 45(8): 387-391.
- Cencic L, Bressa F and DallaRosa M, 1996. Influence of modified atmosphere on bread staling during storage. *Ind. Aliment-Italy*: 20-24.
- Davidou S, Le Meste M, Debever E and Bakaert D, 1996. A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid. *Food Hydrocolloids* 10: 375-383.
- Devlieghere F, Debever J and Van Impe J, 1998. Concentration of carbon dioxide in the water-phase as a parameter to model the effect of a modified atmosphere on microorganisms. *International Journal of Food Microbiology* 43(1-2): 105-113.
- Gray J A and Bemiller J N, 2003. Bread Staling: Molecular Basis and Control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2: 1-21.
- Guarda A, Rosell C M, Benedito C and Galotto M J, 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food Hydrocolloids* 18: 241- 247.
- 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.
- Karaoglu M M, 2006. Effect of Baking Procedure and Storage on the Pasting Properties and Staling of Part-Baked and Re-Baked Wheat Bran Bread. *International Journal of Food science and Technology* 41: 77-82.
- Knorr D and Tomlins R I, 2006. Effect of carbon dioxide modified atmosphere on the compressibility of stored baked goods. *Journal of Food Science* 50(4): 1172-1173.
- Kohajdová Z and Karovičová J, 2009. Application of hydrocolloids as baking improvers. *Chemical Papers* 63 (1): 26-38.
- Kohajdová Z, Karovičová J and Schmidt S, 2009. Significance of Emulsifiers and Hydrocolloids in Bakery Industry. *Acta Chimica Slovaca* 2(1): 46 – 61.
- Kotsianis I S, Giannou V and Tzia C, 2002. Production and packaging of bakery products using MAP technology. *Trends in Food Science & Technology* 13: 319-324.
- Lainez E, Vergara F and Bárcenas M, 2008. Quality and microbial stability of partially baked bread during refrigerated storage. *Journal of Food Engineering* 89: 414-418.

- Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Belc N and Biliaderis C G, 2007. Effect of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten- free formulations. *Journal of Food Engineering* 79: 1033–1047.
- Ooraikul B, 2003. *Modified atmosphere packaging (MAP)*, New York: CRC.
- Piazaa L and Masi P, 1995. Moisture redistribution throughout the bread loaf during staling and its effect on mechanical properties. *Cereal Chemistry* 72(3): 320-325.
- Rasmussen P H and Hansen A, 2001. Staling of wheat bread stored in modified atmosphere. *LWT-Food Science and Technology* 34(7): 487-491.
- Ribotta P D, Cuffini S, Leon A E and Anon M C, 2004. The staling of bread: an X-ray diffraction study. *European Food Research and Technology* 218: 219-223.
- Rogers D E, Zeleznak K J, lai C S and Hosoney R C, 1988. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chemistry* 65(5): 398-401.
- Rosell C M, Rojas J A and de Barber C B, 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloid* 15: 75-81.
- Shittu T A, Aminu R A and Abulude E O, 2009. Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. *Food Hydrocolloids* 23: 2254-2260.
- Sivertsvik M, Rosnes J T and Bergslien H, 2002. Modified atmosphere packaging. Pp. 61-80. *In: Ohlsson T and Bengtsson N (eds.). Minimal processing technologies in the food industry*. New York: CRC.
- Tian Y Q, Li Y, Jin Z Y, Xu X M, Wang J P, Jiao A Q, Yu B and Talba T, 2009.  $\beta$ -Cyclodextrin ( $\beta$ -CD): A new approach in bread staling. *Thermochimica Acta* 489: 22-26.

Archive of SID

## Influence of modified atmosphere packaging and xanthan gum on shelf life of sangak bread

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

Received: September 12, 2013 Accepted: April 06, 2014

<sup>1</sup>Lecturerer, Department of Food Science and Technology, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

\*Corresponding author: Email: simach.de@gmail.com

### Abstract

In this study, the effects of xanthan gum on shelf life of Sangak bread were investigated. The gum was added to the formulation at 0.5 and 1% (w/w) 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 (control), and 100% CO<sub>2</sub>. All packaged bread samples were stored at 25°C for 15 days. During storage, quality and microbial features of bread such as moisture, texture, density, mold and yeast count were assessed at intervals of three days. Statistical analysis of the results of Sangak bread quality characteristics during storage revealed that, the gas in headspace of package did not significantly affect the product density and moisture content, while shear stress, maximum force and the microbial load of the samples were thoroughly impressed by the atmosphere of the package. So that with carbon dioxide, the growth of mold and yeast was more limited. Also was observed all product quality characteristics changes significantly during storage time. So that the reduced moisture and density were observed up to 12th day. Conversely hardness, shear stress and microbial load increased during the storage period. The breads containing 1% xanthan showed the lowest maximum force, shear stress and the microbial load and the highest moisture all over the storage period. Bread samples containing xanthan gum at 0.5% level showed the highest density during their storage time. In bread packaged with 100% CO<sub>2</sub>, the lowest slope of the maximum force curve and shear stress versus storage time were recorded by treatment having 1% xanthan.

**Keywords:** Firmness, Modified atmosphere packaging, Sangak bread, Xanthan gum