**مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران**
**سال هفتم، شماره ۵، ویژه‌نامه زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۳۰۹-۳۰۱**

# تأثیر هیدروکلوییدهای زانتان و کتیرا بر ویژگی‌های خمیر منجمد و نان همبرگر حاصل

مرجان داوری کتیلته[۱]، محمدحسین عزیزی[۲]، فاطمه فاضلی[۳]

۱- نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات آیت الله آملی، آمل، ایران.

پست الکترونیکی: davariii_marjan@yahoo.com

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۳- عضو هیأت علمی گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات آیت الله آملی، آمل، ایران.

## چکیده

**سابقه و هدف:** استفاده از خمیر منجمد نان یکی از روش‌های موثر کاهش میزان بیاتی نان محسوب می‌شود. در این مطالعه، تأثیر هیدروکلوییدهای زانتان و کتیرا در دو سطح ۰/۵ و ۱/۵ درصد (وزنی ـ وزنی بر پایه آرد) بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و نان همبرگر حاصل از خمیر منجمد نگهداری شده (در دمای $-18^{o}C$ به مدت ۲ هفته) و کیفیت حسی آن مورد بررسی قرار گرفت.

**مواد و روش‌ها:** برای ارزیابی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر از دستگاه فارینوگراف، جهت ارزیابی سختی بافت نان از دستگاه اینسترون در روز اول، سوم و پنجم استفاده شد. حجم مخصوص نان با استفاده از جایگزینی حجم با دانه کلزا صورت گرفت. همچنین ارزیابی حسی شامل بیاتی نان (طی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) توسط ارزیابان آموزش‌دیده انجام شد.

**یافته‌ها:** هیدروکلوییدهای زانتان و کتیرا باعث افزایش جذب آب شدند و بهترین نتیجه مربوط به ۱/۵ درصد زانتان بود. صمغ‌های زانتان و کتیرا در سطح ۱/۵ درصد باعث بیشترین افزایش در زمان گسترش و مقاومت خمیر شدند. حضور هیدروکلوییدها موجب کاهش سختی نان حاصل از خمیر منجمد شد و بیشترین کاهش متعلق به نمونه کتیرا ۱/۵ درصد بود. حجم مخصوص نان‌های دارای هر دو نوع صمغ بیشتر از شاهد بود. هم‌چنین روند بیاتی با حضور هیدروکلوییدها کاهش یافت. در این میان نمونه دارای ۱/۵ درصد کتیرا دارای تغییرات چشمگیرتر بود.

**نتیجه‌گیری:** افزودن ۰/۵ و ۱/۵ درصد از هیدروکلوییدهای زانتان و کتیرا باعث بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و ثبات و استحکام آن شد. نمونه دارای ۱/۵ درصد کتیرا بهترین افزودنی در تولید نان همبرگر از خمیر منجمد نان است.

**واژگان کلیدی:** خمیر منجمد نان، هیدروکلویید، کتیرا، زانتان، ویژگی‌های رئولوژیکی

### مقدمه

صنعت غذا از فرایند انجماد جهت به تأخیر انداختن برخی از مراحل تهیه نان و در دسترس قرار دادن فراورده‌های پخت برای مصرف کننده استفاده می‌نماید. با این وجود، انجماد باعث صدمات فیزیکی و شیمیایی در این فراورده‌ها می‌شود (۱). استفاده از خمیر منجمد به دلایل متعددی مورد توجه قرار گرفته است. از آن‌جمله: نیاز کمتر به زمان و کارگر، عدم نیاز به کارگر متخصص، آسان‌تر بودن متمرکز سازی تولید فراورده، سهولت کنترل و استاندارد نمودن تهیه و تولید فراورده، امکان تولید نان در هر زمان، امکان اصلاح کیفیت آرد در مراکز تولید خمیر، کاهش هزینه‌های کارگری و استفاده از تجهیزات، امکان انتقال راحت‌تر خمیر منجمد به مکان‌های دورتر مانند رستوران‌های محلی و مراکز خرده‌فروشی (۴-۲).

عمر نگهداری خمیر منجمد درصورتی که نقل و انتقال و انبارش آن در این شرایط به طور مناسب انجام گیرد، حدود ۸ تا ۹ ماه برآورد می‌شود (۵). انجماد و نگهداری به حالت منجمد بر روی قابلیت زنده‌ماندن و توانایی تولید گاز توسط مخمر نان تأثیر به‌سزایی دارد. به طوری که کریستالیزه شدن یخ در ساختار خمیر منجمد، تمایل کریستال‌های کوچک یخ در تبدیل به کریستال‌های بزرگ‌تر

جهت کاهش سطح خود (کریستالیزه شدن مجدد)، به خصوص ضمن نوسانات دمایی، موجب مرگ و میر سلول‌های مخمر و کاهش تولید گاز دی‌اکسید کربن می‌شود (۷-۵ ). کریستالیزه شدن مجدد یخ، هم‌چنین آزاد شدن مواد احیاکننده مانند گلوتاتیون از مخمرها در فرایند انجماد و در طول انبارش انجمادی، باعث می‌شود تا اتصالات عرضی دی‌سولفیدی موجود در ساختمان گلوتن که عامل اصلی حفظ ساختار محکم آن می‌باشد، شکسته شده و ثبات این شبکه سه بعدی، کاهش پیدا کند (۱۱-۸).

بررسی‌های انجام شده بر روی ساختمان نوع دوم پروتئین‌های گلوتن به وسیله اسپکتروسکوپی مادون قرمز نشان داد که ساختار صفحات پیچ‌خورده β (β-Sheet) و مارپیچ α (α-Helix) در خمیر منجمد شیرین، تحت تأثیر فرایند انجماد و انبارش انجمادی قرار می‌گیرد. اما سایر انواع ساختارهای نوع دوم، مانند پیچ‌های β (β-Turn) و مارپیچ تصادفی (Random Coil) به علت تشکیل پیوندهای جدید پروتئین با سایر اجزا، تحت تاثیر فرایند انجماد قرار ندارند. این تغییرات به خصوص در ۴ هفته اول انبارش بیشتردیده می‌شود (۵). مجموعه تغییرات عنوان شده باعث می‌شود، شبکه گلوتن ضخامت و یکپارچگی کمتر یافته و خمیر منجمد تمایل به شکستن به قطعات کوچک‌تر پیدا می‌کند (۱۲).

امروزه استفاده از مواد افزودنی در صنعت پخت، یک فعالیت معمول محسوب می‌شود. این مواد به منظور بهبود حجم و بافت نان، حفظ رطوبت، حفظ تازگی محصولات ضمن نگهداری انجمادی و به تعویق انداختن بیاتی به کار می‌رود (۱۳). هیدروکلوییدها گروه بزرگی از افزودنی‌ها در صنایع غذایی می‌باشند. واژه هیدروکلویید شامل تمام پلی‌ساکاریدهایی می‌باشد که از گیاه، جلبک و منابع میکروبی و هم‌چنین صمغ‌ها و ترشحات گیاهی و بیوپلیمرهای تهیه شده از سلولز به دست می‌آیند. این مواد ساختار شاخه‌شاخه داشته و دارای وزن ملکولی بالا می‌باشند (۱۵، ۱۴). کتیرا از انواع هیدروکلوییدهاست. پلیمر صمغ کتیرا دارای ساختار هتروژن آب دوست بسیار شاخه‌ای (Highly branched) است که دارای گروه‌های متوکسیل بوده و دارای دو بخش تراگاکانتیک اسید یا باسورین و تراگاکانتین است. محلول کلوییدی ویسکوز تشکیل داده که به عنوان عامل پایدارکننده و محافظ سیستم‌های کلوییدی عمل می‌نماید (۱۶). زانتانپلی‌ساکارید برون‌سلولی است که به وسیله باکتری زانتاموناس کامپستریس (Xanthamonas compestris) ترشح می‌شود. این ماده دارای پیوندهای خطی (۴ ⟶ ۱)β–D گلوکز در زنجیره اصلی و دارای گروه‌های D گولوکورونیک اسید و D مانوز می‌باشد. این هیدروکلویید در مقدار کم موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب و پایداری محصول می‌شود (۱۳).

در این تحقیق اثر هیدروکلوییدهای زانتان و کتیرا را در سطوح ۱/۵٪ و ۰/۵٪ بر خصوصیات رئولوژیکی و حسی خمیر منجمد به دست آمده از آرد ستاره و نیز نان همبرگر حاصل، به عنوان راهی جهت بهبود کیفیت ساختاری خمیر منجمد در اثر صدمات حاصل از انجماد و کاهش ضایعات و دورریز نان، مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

**مواد:** در این تحقیق آرد گندم از آرد گندم ستاره تولیدی کارخانه آرد قائم‌شهر، مخمر نانوایی از شرکت فریمان، بهبود دهنده نان سحر از شرکت ثمین نان سحر، نمک، شکر و روغن مایع آفتابگردان از بازار تهران، هیدروکلوییدهای زانتان از شرکت Sundia (چین) و کتیرا از کتیرای تولیدی شرکت به‌آوران (ایران) استفاده شد.

**روش‌ها**: اندازه‌گیری رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی، گلوتن مرطوب و فالینگ نامبر آرد، فارینوگراف (Brabender-E ساخت آلمان)، حجم نان و اینستران (Zwick Z۲/۵ ساخت آلمان) با روش‌های مصوب AACC به شماره‌های ۱۶ – ۴۴، ۰۱ – ۰۸، ۱۲ – ۴۶، ۲۵ – ۳۰، ۱۱ – ۳۸، ۸۱ – ۵۶، ۲۱ – ۵۴، ۰۵ – ۱۰ و ۰۹ – ۷۴ (۱۷) و تعیین pH آرد گندم با استناد به استاندارد ملی به شماره ۳۷ انجام شد (۱۸).

**روش تولید نان همبرگر**: آرد ستاره ۳ کیلوگرم، شکر ۳۰ گرم، نمک ۴۰ گرم، مخمر نانوایی ۳۰ گرم، بهبود دهنده ۳ گرم، درون میکسر به طور ابتدایی مخلوط شد. سپس آب را به مقدار تعیین شده برای هر نمونه توسط فارینوگراف افزوده شد. بعد از کمی اختلاط، ۳۵ گرم روغن مایع اضافه شد. در میکسر همزدن ۲ دقیقه با دور کند و سپس ۶–۵ دقیقه با دور تند، انجام شد. سپس به خمیر ۱۰ دقیقه استراحت داده شد. مرحله بعدی چانه‌گیری بود که هر چانه وزنی در حدود ۵±۱۰۰ گرم داشت. چانه‌ها گرد شد و به مدت یک ساعت و سی دقیقه در زیر پوششی از جنس پلی‌اتیلن نگهداری شد. نمونه‌ها در فریزر خانگی با دمای $-18^{o}C$ و به مدت دو هفته

نگهداری شد. سپس نمونه‌ها از فریزر خارج شد و در دمای اتاق، رفع انجماد و به آن‌ها به مدت ۴۰ دقیقه استراحت داده شد. سپس به مدت ۴۵ دقیقه در گرمخانه با دمای $40^{o}C$ و رطوبت نسبی ۱۰۰ – ۹۰ ٪ قرار داده شد. نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دمای $220^{o}C$ فر پخت قرار داده شد و پس از خنک شدن در دمای اتاق در کیسه‌های از جنس پلی‌اتیلن نگهداری شد.

**اندازه‌گیری حجم مخصوص نان:** اندازه‌گیری حجم نان‌ها با روش جایگزینی حجم با دانه کلزا انجام شد. در ابتدا حجم ظرف و کلزا را اندازه گرفته، سپس قرص نان همبرگر را داخل آن گذاشته و دانه‌های کلزا روی آن ریخته شد. سپس نان را خارج کرده و حجم اشغال شده توسط دانه‌های کلزا را اندازه-گیری شد. اختلاف عدد حاصله نشان‌دهنده حجم نان است. وزن هر قرص نان را هم تعیین کردیم. برای تعیین حجم مخصوص نان نیز از فرمول زیر استفاده شد:

$$S.V = \frac{V}{M}$$

S.V= حجم مخصوص

V= حجم بر حسب $Cm^3$،

M= جرم برحسب گرم (gr)

**ارزیابی بیاتی نان:** در این تحقیق، ۵ ارزیاب آموزش دیده بیاتی نان‌های تولیدی را طی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت تعیین کرند.

**تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها:** این تحقیق بر اساس طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد و نتایج ارائه شده، میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشد. به منظور ارزیابی داده‌ها از نرم‌افزار SPSS.19 استفاده شد، به این ترتیب که برای تعیین وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANVOA) و برای مقایسه آماری میانگین تیمارها، از آزمون دانکن استفاده شد. تمامی داده‌ها در سطح اطمینان ۹۵٪ مقایسه‌ها شد.

## یافته‌ها

**ویژگی‌های آرد گندم:** نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های آرد در جدول ۱ آورده شده است.

**نتایج حاصل از فارینوگرام آردهای گندم:** نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف آردهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود حضور هیدروکلوییدها زانتان و کتیرا در سطوح ۰/۵٪ و ۱/۵٪ موجب افزایش جذب آب شد. درصد جذب آب نان، بسته به نوع هیدروکلوییدها به کار رفته، ساختار شیمیایی و میزان آن متفاوت می‌باشد. درصد جذب آب نمونه‌های نان دارای صمغ با کنترل تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P<0/05$) و در این میان بیشترین درصد جذب آب متعلق به نمونه دارای ۱/۵٪ زانتان و برابر با ۶۴/۰۳٪ بود. کمترین زمان گسترش مربوط به کنترل و نمونه دارای ۰/۵٪ صمغ کتیرا بود که تفاوت آماری با کنترل نداشت. نمونه‌های دارای زانتان و کتیرا در مقدار ۱/۵٪ دارای بیشترین زمان گسترش بودند. افزودن هیدروکلوییدهای مذکور سبب افزایش درصد جذب آب شده و به همان نسبت زمان گسترش خمیر نیز افزایش یافت.

زمان مقاومت خمیر نیز شاخصی از قوی بودن آرد و استحکام ساختار خمیر حاصل می‌باشد. صمغ‌های زانتان و کتیرا در سطح ۱/۵٪ باعث بیشترین افزایش در زمان مقاومت خمیر به ترتیب ۷/۴۰ و ۷/۲۰ دقیقه شد. هم‌چنین کمترین درجه سستی خمیر در زمان ۱۰ دقیقه به ترتیب مربوط به زانتان و کتیرا در سطح ۱/۵٪ (۳۲ و ۵۰ واحد برابندر) بود. افزودن هیدروکلوییدها در مقادیر عنوان شده باعث قوی شدن آرد و کاهش درجه سست شدن آن شد. نمونه‌های دارای ۱/۵٪ صمغ زانتان و کتیرا در عدد کیفی فارینوگراف به عنوان شاخصی از کیفیت کلی نمونه مورد ارزیابی، تفاوت آماری معنی‌داری با سایر نمونه‌ها داشتند ($P<0/05$)، به گونه‌ای که بالاترین عدد کیفی مربوط به ۱/۵٪ زانتان و سپس ۱/۵٪ کتیرا به ترتیب ۱۰۱/۳۳ و ۸۲/۳۳ بود که نشان می‌دهد این دو نوع صمغ در سطح ۱/۵٪ بهترین تأثیر را بر قدرت، استحکام و کیفیت کلی آرد داشته و در نهایت کیفیت نانوایی محصول را ارتقا داده است.

**جدول ۱.** ویژگی‌های کیفی آرد گندم ستاره

| آزمایش | رطوبت (٪) | پروتئین* (٪) | خاکستر* (٪) | چربی* (٪) | pH | گلوتن مرطوب (٪) | فالینگ نامبر (S) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میانگین (درصد) | ۱۲/۶۷ | ۱۱/۲۶۵ | ۰/۶۸۴ | ۱/۳۹۷ | ۶/۴۵ | ۲۷/۰۵ | ۴۵۰/۵ |

* مقادیر بر مبنای ماده خشک ارائه شده‌است.

**جدول ۲.** نتایج آزمون فارینوگراف روی نان‌های تولیدی

| نمونه | میزان جذب آب (درصد) | زمان گسترش خمیر (دقیقه) | زمان مقاومت خمیر (دقیقه) | درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه(FU) | شاخص کیفی فارینوگراف |
|---|---|---|---|---|---|
| کنترل | ۵۵/۳ [a] | ۱/۹۳ [a] | ۴/۷۳ [b] | ۷۹ [c] | ۴۰/۳۳ [a] |
| کتیرا ٪۰/۵ | ۵۶/۷۳ [b] | ۱/۷۰ [a] | ۴/۷۰ [b] | ۸۷/۳۳ [c] | ۴۳ [a] |
| کتیرا ٪۱/۵ | ۵۶/۸۰ [b] | ۳/۸۰ [b] | ۷/۲۰ [c] | ۵۰ [b] | ۸۲/۳۳ [b] |
| زانتان ٪۰/۵ | ۵۹/۶۳ [c] | ۲/۵۳ [a, b] | ۲/۷۰ [a] | ۷۳ [c] | ۳۶/۳۳ [a] |
| زانتان ٪۱/۵ | ۶۴/۰۳ [d] | ۳/۸۷ [b] | ۷/۴۰ [c] | ۳۲ [b] | ۱۰۱/۳۳ [c] |

میانگین‌هایی که با حروف مختلف نشان داده شده‌اند، در سطح $\alpha$=۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند.

## نتایج ارزیابی ویژگی‌های نان همبرگر

**نتایج آزمون اینستران:** ویژگی‌های تعیین شده توسط دستگاه اینستران شامل اندازه‌گیری ضریب الاستیسیته و نیروی حداکثر در روز اول، سوم و پنجم پس از پخت می‌باشد که در جدول ۳ ارائه شده است. ضریب الاستیسیته که شاخصی از سختی بافت نان می‌باشد، با افزایش بیاتی، بیشتر شد. کلیه نمونه‌ها در روزهای مختلف دارای تفاوت معنی‌دار از نظر ضریب الاستیسیته بودند ($P$<۰/۰۵). در ارزیابی نمونه‌های نان حاصل از خمیر منجمد دارای سطوح مختلف صمغ با نمونه کنترل (نان حاصل از خمیر منجمد بدون صمغ)، در همه‌ی روزهای آزمون، نمونه‌های حاصل از خمیر منجمد دارای صمغ، ضریب الاستیسیته کمتر از نمونه شاهد داشتند. در روز اول نمونه‌های دارای صمغ، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بودند. در روز سوم نمونه دارای ٪۱/۵ و ٪۰/۵ صمغ کتیرا و ٪۰/۵ زانتان کمترین مقدارضریب الاستیسیته را نشان دادند و نمونه دارای صمغ ٪۱/۵ زانتان دارای ضریب الاستیسیته بالاتر بود ($P$<۰/۰۵). در روز پنجم کمترین مقدار مربوط به نمونه دارای ٪۱/۵صمغ کتیرا (۲/۶۸، نیوتن بر میلی‌متر) و بیشترین مقدار ضریب الاستیسیته مربوط به نمونه کنترل (۶/۸۱ نیوتن بر میلی‌متر) بود ($P$<۰/۰۵) که نقش صمغ‌های افزوده شده را در بهبود ساختار خمیر منجمد و کاهش ضریب الاستیسیته و سختی نان نشان می‌دهد.

میزان سختی نان یکی از نشانه‌های صدمات حاصل از فرایند انجماد و نگهداری خمیر و نان حاصل می‌باشد. استفاده از نیروی بیشتر جهت فشردن نان، نشانه سختی بیشتر بافت نان می‌باشد. در ارزیابی نمونه‌های حاصل از خمیر منجمد دارای سطوح مختلف صمغ با نمونه کنترل (نان حاصل از خمیر منجمد بدون صمغ) در تمام روزها، نمونه‌های حاصل از خمیر منجمد دارای صمغ، نیاز به نیروی کمتری جهت فشردن نسبت به نمونه کنترل داشتند. کمترین مقدار نیرو در روز اول متعلق به نمونه دارای ٪۱/۵ صمغ کتیرا، در روز سوم مربوط به نمونه‌های دارای ٪۰/۵ و ٪۱/۵ صمغ کتیرا و در روز پنجم نیز متعلق به نمونه دارای ٪۱/۵ صمغ کتیرا بود ($P$<۰/۰۵). سختی نمونه‌های دارای صمغ زانتان نیز در تمام روزها در مقایسه با نمونه‌های دارای کتیرا، نسبتاً بالا بود ($P$<۰/۰۵).

**ارزیابی حجم مخصوص نان:** همان‌طور که درجدول ۴ نمایش ارائه شده است، مقایسه میزان حجم مخصوص نمونه‌های نان حاصل از خمیر منجمد دارای صمغ با نمونه کنترل نشان داد، کمترین حجم مخصوص در روزهای اول، سوم و پنجم متعلق به نان کنترل بود و بیشترین مقدار

متعلق به نمونه نان حاصل از خمیر منجمد دارای ۱/۵٪ صمغ کتیرا (به ترتیب ۵/۲۹، ۵/۰۹ و ۴/۹۷ میلی‌لیتر بر گرم) بود ($P<0/05$). این نتایج اثر صمغ‌ها را در بهبود حجم مخصوص نان به دست آمده از خمیر منجمد نشان می‌دهد. حجم مخصوص نمونه دارای ۱/۵٪ زانتان نیز کمتر از سایر نمونه‌های دارای صمغ بود ($P<0/05$) که نشان‌دهنده تأثیر نامطلوب مقادیر بالای صمغ زانتان بر روی حجم مخصوص نان است.

**ارزیابی بیاتی:** در ارزیابی بیاتی، نمونه‌هایی که دارای امتیاز بالاتر بودند، از لحاظ بیاتی در وضعیت بهتری قرار داشته و روند بیاتی آن‌ها کندتر از سایر نمونه‌ها بود. طبق نمودار ۱ در مقایسه میزان بیاتی نمونه‌های نان حاصل از خمیر منجمد دارای صمغ با نمونه کنترل، در ۲۴ ساعت اول کلیه نمونه‌های منجمد دارای صمغ شدت بیاتی کمتری از کنترل داشتند. در ۴۸ و ۷۲ ساعت بعدی، کندترین روند بیاتی مربوط به نمونه‌های دارای صمغ کتیرا (۰/۵٪ و ۱/۵٪) بود.

**جدول ۳.** نتایج آزمون اینستران روی نان‌های تولیدی

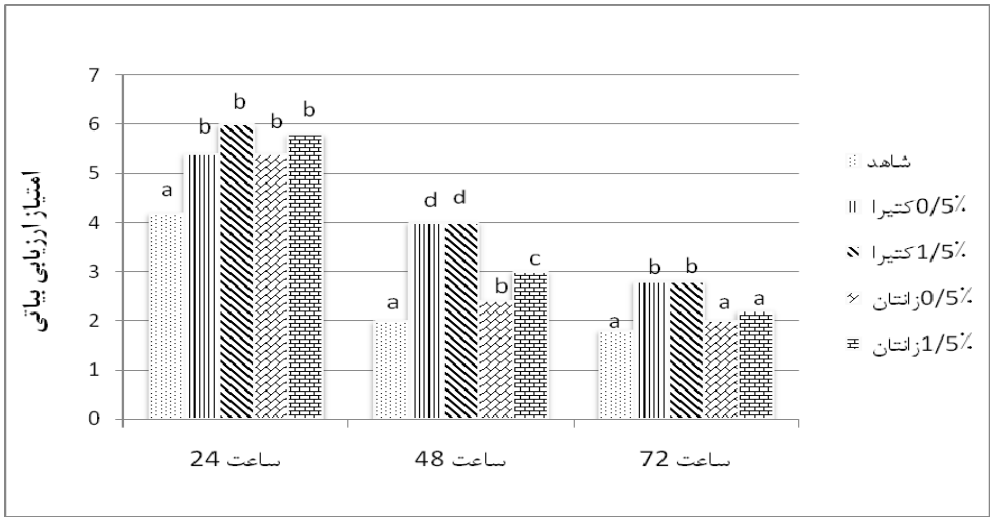
| آزمون | کنترل (منجمد) | کتیرا ۰/۵٪ | کتیرا ۱/۵٪ | زانتان ۰/۵٪ | زانتان ۱/۵٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| ضریب الاستیسیته (N/mm) - روز اول | ۲/۴۴ [b] | ۱/۵۲ [a] | ۱/۴۳ [a] | ۱/۵۴ [a] | ۱/۸۶ [a] |
| ضریب الاستیسیته (N/mm) - روز سوم | ۴/۶۷ [b] | ۲/۱۹ [a] | ۱/۲۹ [a] | ۱/۶۹ [a] | ۳/۸۰ [b] |
| ضریب الاستیسیته (N/mm) - روز پنجم | ۶/۸۱ [c] | ۵/۱۸ [b] | ۲/۶۸ [a] | ۵/۴۲ [b] | ۶/۰۸ [bc] |
| نیروی حداکثر (N) - روز اول | ۳۰/۳۷ [c] | ۲۸/۸۲ [c] | ۱۷/۴۸ [a] | ۲۳/۵۱ [b] | ۲۸/۴۵ [c] |
| نیروی حداکثر (N) - روز سوم | ۵۲/۴۶ [d] | ۳۹/۳۸ [b] | ۱۸/۱۱ [a] | ۲۴/۴۵ [a] | ۴۴/۵۸ [bd] |
| نیروی حداکثر (N) - روز پنجم | ۶۵/۷۹ [c] | ۵۲/۳۶ [b] | ۲۷/۷۹ [a] | ۵۶/۳۷ [bc] | ۵۹/۰۳ [bc] |

میانگین‌هایی که با حروف مختلف نشان داده شده‌اند، در سطح $\alpha$=۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند.

**جدول ۴.** نتایج ارزیابی حجم مخصوص نان‌های تولیدی (میلی‌لیتر بر گرم)

| نمونه | کنترل (منجمد) | کتیرا ۰/۵٪ | کتیرا ۱/۵٪ | زانتان ۰/۵٪ | زانتان ۱/۵٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| حجم مخصوص نان درروز اول | ۲/۵۶ [a] | ۵/۰۹ [cd] | ۵/۲۹ [d] | ۴/۶۵ [c] | ۳/۳۴ [b] |
| حجم مخصوص نان درروز سوم | ۲/۲۶ [a] | ۴/۹۸ [d] | ۵/۰۹ [d] | ۴/۵۳ [c] | ۳/۲۶ [b] |
| حجم مخصوص نان درروز پنجم | ۲/۱۲ [a] | ۴/۷۵ [cd] | ۴/۹۷ [d] | ۴/۳۹ [c] | ۳/۱۶ [b] |

میانگین‌هایی که با حروف مختلف نشان داده شده‌اند، در سطح $\alpha$=۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند.




**نمودار ۱.** مقایسه بیاتی نان‌های تولیدی در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت

میانگین‌هایی که با حروف مختلف نشان داده شده‌اند، در سطح $\alpha$=۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند

**بحث**

**آزمون فارینوگراف:** حضور هیدروکلوییدهای زانتان و کتیرا باعث بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر شد. ۱/۵٪ زانتان و ۱/۵٪ کتیرا نتایج بهتری نشان دادند. Rosell و همکاران (۲۰۰۱) نیز گزارش کردند که وجود هیدروکلوییدها در خمیر، جذب آب را افزایش می‌دهد. هیدروکلوییدها به علت دارا بودن گروه‌های هیدروکسیل، پیوند هیدروژنی با آب تشکیل داده و جذب آب را افزایش می‌دهند. میزان جذب آب توسط هر هیدروکلویید بستگی به ساختار شیمیایی و مقدار مصرفی آن دارد. در خمیر منجمد نان، نیاز به مقدار بهینه آب داریم تا ضمن تأمین ویژگی‌های مورد نظر، از کریستالیزاسیون مجدد و جابه‌جایی آب که موجب صدمه زدن به بستر پروتئینی، گرانول‌های نشاسته و سلول‌های مخمر می‌شود نیز جلوگیری شود (۱۹). Phimolsipirol (۲۰۰۹) گزارش کرد که افزایش آب قابل انجماد که در اثر دوره انجماد طولانی‌تر، بیشتر می‌شود؛ موجب صدمه به ساختار شبکه گلوتن و جدایی فازی یخ از سیستم گلوتن- آب می‌شود. این موضوع باعث ایجاد صدمه به ساختار گلوتن- نشاسته شده که خود عامل ایجاد خمیر ضعیف می‌باشد (۲۰).

هم‌چنین طبق تحقیقات Yuru و Xianlun (۲۰۱۱) حضور آب فراوان در خمیر منجمد نان، باعث ایجاد کریستال‌های یخ بیشتری شده که به بافت گلوتن و سلول- های مخمر صدمات زیادی وارد می‌نماید (۲۱). Selomulyo و Zhou (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند مقدار آب قابل انجماد (آب آزادی که با گلوتن پیوند ندارد) در خمیر منجمد در طی انبارش افزایش می‌یابد که موجب توزیع مجدد آب در سیستم خمیر و صدمه بیشتر به ساختار گلوتن می‌شود (۱۵).

حضور صمغ‌ها در خمیر منجمد باعث تثبت آب جذب شده می‌شود. به همین دلیل نمونه دارای ۱/۵٪ صمغ کتیرا دارای بهترین و نه بیشترین مقدار جذب آب بود که ضمن حفظ ویژگی‌های مناسب در حضور آب، بعد از نگهداری انجمادی و تهیه نان نیز ویژگی‌های مناسب‌تری از لحاظ سختی نان، حجم مخصوص و بیاتی در نان‌های همبرگرحاصل نشان داد. افزودن صمغ‌ها در آرد باعث افزایش زمان گسترش خمیر (زمان رسیدن به خط ۵۰۰ برابندر) نسبت به نمونه کنترل شد. با افزایش درصد جذب آب، زمان رسیدن خمیر یا شکل‌گیری کامل آن افزایش یافت. حضور هیدروکلوییدها باعث استحکام ساختار خمیر شد و مقاومت به کشش را بهبود داد. هیدروکلوییدها با ملکول‌های پروتئین گلوتن واکنش انجام می‌دهد و کمپلکس تولیدی که شاید نامحلول در آب باشد، تشکیل بستر مناسب نشاسته- گلوتن را می‌دهد که به طور قوی توانایی نگهداری گاز را دارد. در نهایت این ساختار، روی استحکام دیواره حباب‌های هوا و تولید بافت متخلخل و مناسب در نان موثر است (۲۲).

**آزمون اینستران:** به دنبال انجام فرایند انجماد خمیر و نگهداری به حالت منجمد، هم‌چنین روند رو به افزایش بیاتی ضمن نگهداری نان حاصل، ضریب الاستیسیته و میزان نیروی لازم برای فشردن نان دست‌خوش تغییر شده و افزایش می‌یابد. این فاکتورها به طور غیرمستقیم میزان بیاتی نان را نشان می‌دهند. حضور هیدروکلوییدها به ویژه ۱/۵٪ کتیرا باعث نرمی بافت نان حاصل از خمیر منجمد نسبت به نان کنترل شد. با افزایش زمان نگهداری به حالت انجماد، کریستال‌های یخ صدمه بیشتری به گرانول‌های نشاسته وارد کرده و فرصت نشت آمیلوز درون گرانولی را ایجاد می‌کند و باعث افزایش واکنش بین آمیلوز درون و بین گرانولی شده و شبکه‌ای از آمیلوز تشکیل می‌شود که در نهایت باعث سختی مغز نان می‌شود (۱۱). حضور هیدروکلوییدها مانع ارتباط پلیمرهای آمیلوز و آمیلوپکتین در طول نگهداری نان شده و روند رتروگراداسیون نشاسته را کند کرده و از این طریق سرعت بیاتی و در نتیجه سختی بافت را کند می‌نماید (۲۳). افزودن زانتان و کتیرا موجب نرم شدن بافت نان نسبت به نان کنترل ضمن نگهداری شد. اما صمغ زانتان در مقدار بالا موجب سختی بافت نان شد که موافق با یافته‌های Shittu و همکاران (۲۰۰۹) است. مقدار کم صمغ زانتان نیز قوام خمیر را افزایش داد. این صمغ استحکام خمیر را از طریق افزایش ضخامت دیواره حباب‌های گاز، افزایش می‌دهد. از سوی دیگر به علت واکنش بین پروتئین‌های گلوتن و صمغ زانتان که دارای گروه‌های کربوکسیل می‌باشد، استحکام خمیر افزایش می‌یابد (۲۴).

**آزمون حجم مخصوص:** حجم قرص نان تولید شده از خمیر منجمد، کوچک‌تر از نان معمولی است که نتیجه عملکرد مکانیکی کریستال‌های یخ در ایجاد صدمات ساختاری در شبکه گلوتن است. هم‌چنین با کاهش فعالیت مخمر و کاهش تعداد آن‌ها در اثر چرخه انجماد- رفع انجماد

نیز مرتبط می‌باشد (۲۵، ۳). نگهداری به حالت منجمد موجب صدمه به گرانول‌های نشاسته می‌شود که این کار باعث حفظ رطوبت، افزایش وزن قرص نان و در نتیجه کاهش حجم نان می‌شود. نشاسته صدمه دیده در آرد نیز آب بیشتری جذب نموده و نانی با حجم کمتر تولید می‌کند (۱۱). با افزودن سطوح مختلف هیدروکلوییدکه ترکیبات آب‌دوست می‌باشند، می‌توان از کریستالیزه شدن یخ و کریستالیزه شدن مجدد آن جلوگیری کرد و در نتیجه شدت صدمات مکانیکی وارد بر شبکه گلوتن کم شده، قابلیت زنده ماندن مخمرها بیشتر شده و گاز بیشتری درون بستر گلوتن حفظ شده و حجم نان حاصل بیشتر از نمونه منجمد فاقد هیدروکلویید می‌شود (۲۷، ۲۶).

**ارزیابی بیاتی:** هیدروکلوییدهای زانتان و کتیرا به طور کلی روند بیاتی نان را نسبت به کنترل کاهش دادند و بهترین عامل کنترل کننده بیاتی، نمونه دارای ۱/۵٪ کتیرا بود. این مواد بیات شدن نان منجمد را به تعویق می‌اندازند که ناشی از کاهش فعل و انفعالات متقابل بین نشاسته و گلوتن در سیستم خمیر می‌باشد (۲۸).

**نتیجه‌گیری:** استفاده از هیدروکلوییدها در بهبود صدمات انجمادی ایجاد شده در ساختار خمیر منجمد بسیار متداول بوده و در تولید انبوه این انواع از فراورده‌ها در کشورهای مختلف به کار گرفته می‌شود. هیدروکلوییدها زانتان و کتیرا به علت ساختار آب‌دوست خود، آب بیشتری جذب نموده و آب قابل انجماد را تثبت نموده و آن را کاهش دادند و تأثیرات منفی کریستال‌های یخ را کنترل کردند. هم‌چنین این مواد با ماکروپلیمرهای (گلوتن و نشاسته) درون خمیر وارد واکنش شده و در نتیجه باعث بهبود حجم مخصوص، نرمی بافت نان و کاهش روند بیاتی نان همبرگر حاصل شدند. در این میان اثر ۱/۵٪ کتیرا بسیار مشهودتر بود و سبب تولید نانی با کیفیت مطلوب از خمیر منجمد شد. صمغ زانتان در مقدار بالا به علت ساختار شیمیایی خود و ایجاد قوام زیاد در خمیر، تأثیر مناسبی بر سختی نان و حجم مخصوص و بیاتی نداشت. با توجه به کلیه ویژگی‌های مورد بررسی در این تحقیق، صمغ زانتان در سطح ۱/۵٪ افزودنی مناسب‌تری جهت تولید نان همبرگر از خمیر منجمد نان می‌باشد.

## References


1. Mezaize S, Chevallier S, Le-Bail A, de Lamballerie M. Gluten-free frozen dough: Influence of freezing on dough rheological properties and bread quality. Food Res Int 2010; 43(8): 2186–2192.
2. Giannou V, Tzia C. Frozen dough bread: Qualitt and textural behavior during prolonged storage – Prediction of final product characteristics. J Food Eng 2007(3); 79: 929–934.
3. Matuda T, Guinoza G, Chevallier S, Pessoa Filho PA. Impact of guar and xanthan gums on proofing and calorimetric parameters of frozen bread dough. J Cereal Sci 2008; 48(3): 741–746.
4. Koushki MR, Khoshgozaran Abras S, Azizi MH. Effect of flour type, freezing method and storage time on the quality of Barbari bread made from frozen dough. Iranian J Nutr Sci Food Tech 2011; 5(4); 65–74 [ in Persian].
5. Meziani S, Jasniewski J, Ribbota P, Arab-Tehrany E, Muller JM, Ghoul, M, et al. Influence of yeast and frozen storage on rheological, structural and microbial quality of frozen sweet dough. J Food Eng 2012; 109(3): 538–544.
6. Zouis S, Quail KJ, Wootton M, Dickson MR. Studying frozen dough structure using low-temperature scanning electron microscopy. J Cer Sci 2002; 35(2): 135–147.
7. Nakamura T, Takagi H, Shima J. Effects of ice-seeding temperature and intracellular trehalose contents on survival of frozen Saccharomyces Cerevisiae cells. Cryob-iology 2009; 58(2): 170–174.
8. Berglund PT, Shelton DR, Freeman TP. Frozen bread dough ultrastructure as affected by duration of frozen storage and freeze-thaw cycle. Cereal Chem 1991; 68(1), 105–107.
9. Codon AC, Rincon AM, Morenno-Mateso MA, Delgado Jarana J, Ray M, Limon C, et al. New Saccharomyces Cervisiae baker s yeast displaying enhanced resistance to freezing. J Agricaltureal and Food Chemistry 2003; 51(2): 483–491.
10. Barcenase ME, Rosell CM. Effect of frozen storage time on the bread crumb and aging of par-baked bread. Food Chem 2006; 95(3): 438–445.
11. Yi J, Kerr WL. Combined effects of dough freezing and storage condition on bread quality factors. J Food Eng 2009; 93(4): 495–501.
12. Ribotta PD, Perez GT, Leon AE., Anon MC. Effect of emulsifier and guar gum on micro

structural , rheological and baking performance of frozen bread dough. Food Hydrocolloids 2004; 18(2): 305–313.

13. Kohajdove Z, Karovicova J. Significant of emulsifier and hydrocolloids in bakery industry. Acta Chemica Slovaca 2009; 2(1): 46–61.

14. Baracenas ME, Benedito C, Rosell CM. Use of hydrocolloids as bread improvers in interrupted baking process with frozen storage. J Food Hydrocolloids 2004; 18(5): 769–774.

15. Selomulyo VO, Zhou W. Frozen bread dough: effect of freezing storage and dough improvers. J Cer Sci 2007; 45(1): 1–17.

16. Farahnaki A, Majzoobi M, Mesbahi G. Properties of hydrocolloids; food and pharmaceutical applications. Tehran: Iran Agriculture Science Press; 2007. P. 71–84 [in Persian].

17. Approved methods of analysis of the American Association of Cereal Chemists (A.A.C.C) 10th ed. MN Minesota: The American Association of Cereal Chemists. St: Paul. MN. 2000.

18. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Biscuit, Specifications and Test Methods. ISIRI no 37. Karaj: ISIRI, 2000 [in Persian].

19. Rosell CM, Rojas JA, Benedito de Barber C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and quality. Food Hydrocolloids 2001; 15(1): 75–81.

20. Phimolsiripol Y. Shelf life determination of frozen bread dough stored under fluctuating temperature condition. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 2009; 43(1): 187–197.

21. Yuru B, Xianlun W. Research on water's influence on the quality of frozen dough. Procedia Environment Science 2011; 8: 313–318.

22. Ozge Ozkoc S, Sumnu G, Sahin S. The effect of gums on macro and micro-structure of breads baked in different oven. Food Hydrocolloids 2009; 23(8): 2182–2189.

23. Mandala IG, Sotirakoglou K. Effect of frozen storage and microwave reheating on some physical attributes of fresh bread containing hydrocolloids. Food Hydrocolloids 2005; 19(4): 709–719.

24. Shittu AT, Aminu RA, Abulud EO. Functional effects of xanthan gum on composite Cassava-Wheat dough and bread. Food hydrocolloids 2009; 23(8): 2254–2260.

25. Barcenas ME, Haros M, Benedito C, Rosell CM. Effect of freezing and frozen storage on the staling of part-baked bread. J Food Res Int 2003; 36(8): 863–869.

26. Sharadanat R, Khan K. Effect of hydrophilic gums on the quality of frozen dough: II. Bread charactristics. Cereals Chem 2003; 80(6): 773–780.

27. Asghar A, Faqir MA, Waseem Tariq M, Hussain S. Effect of carboxy methyl cellulose and gum Arabic on the stability of frozen dough for bakery products. Turk J. Biol. 2005; 29: 237–241.

28. Mandala I, Karabela D, Kostaropoulos A. Physical properties of bread containing hydrocolloides stored at low temperature: I. Effect of chilling. J Food Hydrocolloids 2007; 21(8): 1397–1406.

# Effect of hydrocolloids (Tragacanth & Xanthan) on frozen dough characteristics and volumetric (hamburger) bread

*Davari Ketilateh M*[*1], *Azizi MH*[2], *Fazeli F*[3]

1- **Corresponding author: M.Sc Student in Food Sciences, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Science and Research Ayatollah Amoli, Amol, Iran. E-mail: davariii_marjan@yahoo.com*

2- *Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.*

3- *Faculty Member, Dept. of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Science and Research Ayatollah Amoli, Amol, Iran.*

## Abstract

**Backgrounds and Objective:** One of the most efficient methods of slowing down staling is consumption of frozen bread dough. In this study, the effect of tragacanth and xanthan gums in two levels (0.5% and 1.5% w/w base on wheat flour) on dough rheological properties and volumetric (hamburger) bread that produced from frozen stored dough (-18$^{o}$C & 2 weeks) and its sensory quality was investigated.

**Materials and Methods:** The dough rheological properties were evaluated by farinograph and bread firmness was analyzed by Instron at first, third and fifth day. Bread specific volume was determined by rapeseed displacement methods. Sensory evaluation including staling (24, 48 and 72 hours) was investigated by panelists.

**Results:** Hydrocolloids (tragacanth and xanthan) increased water absorption, the highest one was observed in xanthan at 1.5%. The highest dough development time (DDT) and stability time belonged to tragacanth and xanthan at 1/5%. Hydrocolloids decreased bread firmness and the most reduction was observed in tragacanth at 1.5%. Hydrocolloids addition increased bread specific volume compared to control and their staling rate slowing down; the best value belonged to tragacanth at 1.5%.

**Conclusion:** Hydrocolloids addition (tragacanth and xanthan 0.5% & 1.5% w/w) improved dough rheological characteristics and stability, consumption of tragacanth gum at 1.5% is recommended as best additive to production hamburger bread by frozen dough.

**Keywords:** Frozen bread dough, Hydrocolloid, Tragacanth, Xanthan, Rheological properties