

بررسی تأثیر برخی هیدروکلوبیدها بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان لواش

مجید عرب عامری^۱، محمد حسین عزیزی^{۲*} و محسن بروگر^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استادیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

تأثیر هیدروکلوبیدهای کربوکسی متیل سلولز (CMC)، صمغ زانتان، صمغ گوار^۱، لوكاست بین^۲ در سه سطح ۰/۳، ۰/۶ و ۱ درصد در قالب بلوك کاملاً تصادفی روی خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نهایی نان لواش مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی خصوصیات رئولوژیکی خمیر از دستگاههای اکستنسوگراف برابندر^۳، فارینوگراف برابندر^۴ و فالینگ نامربر^۵ و برای بررسی کیفیت نهایی نان لواش از آزمایشها حسی به وسیله گروه داوران استفاده شد. جذب آب نان با استفاده از هیدروکلوبیدها افزایش یافته که این به خاصیت ویژه هیدروکلوبیدها مربوط می شود. خصوصیات رئولوژیکی خمیر تحت تاثیر استفاده از هیدروکلوبیدها تغییر کرد که این تغییر بستگی به ساختار شیمیایی هیدروکلوبید دارد. بیشترین تاثیر و نه بهترین مربوط به صمغ زانتان و سپس گوار بود. ولی بطور کلی هیدروکلوبیدها خمیر را تقویت می کنند. بررسی اطلاعات به دست آمده از آزمون حسی نانهای لواش با هیدروکلوبید یا بدون هیدروکلوبید به وسیله گروه داوران، نشان می دهد که هیدروکلوبیدها بیاتی نان را به تعویق انداخته و در این بین هیدروکلوبید گوار بیشترین تاثیر را دارد. به طور کلی هیدروکلوبیدها و به ویژه گوار و زانتان مقدار رطوبت نان لواش را افزایش دادند. در مجموع بر اساس آزمایشها رئولوژیکی و حسی، هیدروکلوبید گوار بیشترین تاثیر را روی خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان لواش داشت.

کلید واژگان: خصوصیات رئولوژیکی، نان لواش، هیدروکلوبید، خمیر، بیاتی

افزایش می دهد. CMC با دیگر افزودنیها و بهبود دهنده های نان

سازگار است [۲].

در سال ۱۹۹۶ کلار^۶ تاثیر ترکیبی از کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل سلولز با دیگر افزودنیها از جمله آنزیمهای امولسیون‌گیرها را بررسی و اعلام کرد که افزودن کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل سلولز سبب بهبود خواص رئولوژیکی خمیر و ماندگاری نان می شود [۳].

مطالعات دیویلو^۷ و همکاران در سال ۱۹۹۶ درباره تاثیر صمغ لوكاست بین و زانتان بر کیفیت نان نشان می دهد که این هیدروکلوبیدها، بیاتی نان را به تعویق می اندازند و سبب افزایش رطوبت در مغز نان شده و تاثیر مثبتی روی ثبات خمیر و حجم

۱- مقدمه

نوع و مقدار مصرف هیدروکلوبیدها در تهیه نان وابسته به نوع نان و همچنین خصوصیات آرد مورد استفاده است. معمولاً هیدروکلوبید در تهیه نانهای حجیم برای بهبود بافت، تقویت شبکه گلوتنی، ایجاد نرمی، یکنواختی و به تعویق انداختن بیاتی استفاده می شود [۱]. CMC با اندازه متوسط سازگاری بیشتری با آرد داراست. این صمغ در رقابت با دیگر اجزای افزوده شده به خمیر همانند شکر، آب بیشتری جذب می کند. برخی از انواع CMC دارای خاصیت جذب آب بسیار خوبی است ولی حالیت آن نسبتاً ضعیف است. خاصیت جذب آب در محصولات نانوایی بسیار مهم می باشد. CMC در نان، باعث افزایش بازدهی، به تاخیر انداختن بیاتی و همچنین سبب افزایش پذیرش محصول از سوی مصرف کننده شده و ماندگاری را

1. Carboxy Methyl Cellulose

2. Xanthan Gum

3. Guar

4. Loucast Bean

5. Extenograph Brabender

6. Farinograph Brabender

7. Falling Number

8. Collar

9. Davidou

* مسؤول مکاتبات مقاله azizi_m@modares.ac.ir

بیشترین مقاومت بعداز ۹۰ دقیقه زمان استراحت حاصل می شود. پارامتر R_{50} شکل دهی و مقاومت^۱ خمیر را می تواند پیش بینی کند. با بررسی R_{50} مشخص شده در نتیجه افزودن هیدروکلوبیدها قابلیت شکل دهی مناسب و مقاومت خوب در مرحله تخمیر ایجاد می شود. افزودن هیدروکلوبید سبب افزایش گسترش خمیر شده و بیشترین تغییرات در اثر افزودن هیدروکلوبید HPMC مشاهده شده است. انژوی یا کار ورودی ضروری برای تغییر شکل با افزودن هیدروکلوبیدها تغییر می یابد [۱].

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد

- ۱- مقداری آرد مخصوص نان لواش (آرد خبازی) از یکی از کارخانه های تهران خریداری شد.
- ۲- نمک مورد نیاز از بازار تهیه شد.
- ۳- برای بسته بندی نانهای پخته شده برای آزمونهای بعدی از کیسه های پلی اتیلنی دو لایه استفاده گردید.
- ۴- هیدروکلوبیدهای مورد استفاده شامل گوار، لوکاست بین، زانتان نوع خوراکی ساخت کمپانی فرانسوی Rado، به شماره ۷۱۴۷۸ XG2، کربوکسی متیل سلولز ساخت شرکت آمریکایی Doechemical به شماره K4m بودند.
- ۵- خمیر خشک مورد استفاده برای تهیه خمیر نان لواش از شرکت خمیر مایه فریمان تهیه شد.

۲-۲- روشها

- اندازه گیری رطوبت آرد: رطوبت آرد با استفاده از روش مصوب AACC به شماره ۱۶-۴۴ اندازه گیری شد.
- اندازه گیری خاکستر آرد: مقدار خاکستر آرد با روش مصوب AACC به شماره ۷-۸ تعیین گردید.
- اندازه گیری پروتئین آرد: مقدار پروتئین آرد با استفاده از روش ارایه شده به وسیله شرکت تکاتور سوئد و با استفاده از دستگاه Kjeltec مدل ۱۰۳۰ ساخت همان شرکت، اندازه گیری شد. این دستگاه قادر به اندازه گیری مقدار پروتئین ۴۰ نمونه به طور همزمان بوده و نتایج به دست آمده بسیار دقیق می باشند.
- اندازه گیری فیبر خام آرد: برای اندازه گیری مقدار فیبر خام آرد از روش مصوب AACC به شماره ۳۲-۱۷ استفاده شد.

6. Tolerance

محصولات نهایی دارند. کترل رطوبت در تمام مراحل تهیه نان از جمله ویژگیهای مهم این صمغها است [۴].

قدرت غلیظ کنندگی گوار بستگی به اندازه و طول اتصالات ماکرومولکولی و وزن ملکولی آن دارد که این عوامل در ایجاد ژل نیز مهم هستند. این صمغ بطور وسیعی در صنایع غذایی و بویژه برای حفظ رطوبت، کترل بافت و تاثیر بر روی بلوری شدن و برای بهبود خامه ای کردن، بهبود کیفیت محصول از انجام خارج شده و جلوگیری از سینریس و برگشت پذیری و متبلور شدن نشاسته و حفظ دورت در آب میوه ها و به عنوان فیبر رژیمی استفاده می شود. در محصولات آردی نیز برای افزایش دوره نگهداری محصول به کار می رود [۵].

در سال ۱۹۹۳ سیبل و متلر^۱ بهبود ویژگیهای رئولوژیکی خمیر، افزایش حجم مخصوص، کاهش خاصیت ارتجاعی مغز نان و افزایش در نرمی مغز نان در طی نگهداری با یک مخلوط افزودنی را که شامل امولسیفایرها و صمغها بود گزارش کردند [۶]. با افزودن هیدروکلوبید به فرمولاسیون آرد، جذب آب خمیر زیاد شده و این افزایش بستگی به نوع و ساختار هیدروکلوبید مصرفی دارد. آزمایش‌های انجام شده به وسیله راسل^۲ و همکاران نشان داد افزودن هیدروکلوبید آژینات به خمیر، بیشترین جذب آب را در بین هیدروکلوبیدهای آژینات، زانتان و HPMC^۳ دارد. احتمالاً افزایش جذب آب وابسته به تعداد گروههای هیدروکسیل موجود در ساختار هیدروکلوبید است که با افزایش تعداد گروههای هیدروکسیل مقدار جذب آب افزایش می یابد زیرا واکنش آب با این مواد با تشکیل پیوند هیدروژنی زیاد می شود. زمان مورد نیاز برای گسترش خمیر یا زمان لازم برای رسیدن خمیر به غلاظت DDT^۴ با BU ۵۰۰^۵ به هیدروکلوبید ملاحظه ای باعث افزایش DDT می شوند در حالی که HPMC^۶ تاثیر زیادی بر روی آن ندارد. عدد ثبات یا پایداری^۷ نشان دهنده مقدار قابلیت کشش خمیر و عدد ثبات بالا نشان دهنده قوی بودن خمیر است. با افزودن HPMC به فرمولاسیون خمیر، ثبات افزایش می یابد. با افزودن هیدروکلوبیدها زمان استراحت (R₅₀) افزایش می یابد. مقایسه زمان استراحت، برای نمونه شاهد و خمیر دارای هیدروکلوبید نشان می دهد که R₅₀ و ثبات خمیر دارای هیدروکلوبید در طی زمان بیشتر شده و

1. Mettler and Seibel

2. Rosell

3. Hydroxy Propyl Methyl Cellulose

4. Dough Development Time

5. Stability Value

همچنین تاثیر تیمار نوع هیدروکلوبید و غلاظت آن روی شدت بیانی نانها بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت نگهداری نانها بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای تعیین معنادار بودن اختلافهای تیمارها در مورد کیفیت نان لواش بعداز یک، دو و سه روز از روش تحلیل واریانس ANOVA^۱ استفاده گردید ولی برای مشخص کردن میزان بیانی نان لواش در طول سه روز نگهداری پس از پخت از روش تحلیل مکرر^۲ استفاده شد. تجزیه و تحلیلهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آزمونهای فیزیکی و شیمیایی

نتایج اندازه گیری رطوبت، خاکستر، پروتئین، فیبر خام و گلوتن مرطوب نمونه آرد در جدول ۱ آمده است. بطور کلی میزان املأاح و مواد معدنی و در نتیجه خاکستر در گندمهای مختلف متفاوت بوده و بستگی به عوامل متعددی از جمله نوع رقم و شرایط آب و هوایی دارد.

اندازه گیری اندازه ذرات آرد: نتیجه اندازه گیری اندازه ذرات آرد در جدول ۲ آمده است.

عدد رسوبی: نتیجه اندازه گیری عدد رسوبی یا عدد زلنی در جدول ۳ آمده است. با استفاده از این آزمون، کیفیت پروتئین نمونه آرد گندم بطور تقریبی مشخص می شود. با مراجعت به جدول ۴ ملاحظه می شود که در سطح احتمال ۵ درصد بین مقدار عدد رسوبی یا عدد زلنی انواع هیدروکلوبیدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنا داری وجود دارد. بهترین هیدروکلوبید از نظر داشتن بالاترین عدد رسوبی هیدروکلوبید لوکاست بین و سپس گوار است که بر روی کیفیت پروتئینی نمونه آرد گندم بیشترین اثر را گذاشته است و کمترین مقدار مربوط به نمونه شاهد است.

۳-۲- آزمون فارینوگراف

جدول ۵ نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف آردهای آزمایش شده را نشان می دهد. چنانچه ملاحظه می شود با افرودن هیدروکلوبیدها مقدار جذب آب افزایش می باید که بر اساس نوع و ساختار هیدروکلوبید استفاده شده مقدار افزایش متفاوت

اندازه گیری با استفاده از دستگاه Fibertec به مدل ۱۰۱۰ ساخت کارخانه تکاتور سوئد انجام گرفت.

اندازه گیری مقدار گلوتن مرطوب: برای اندازه گیری مقدار گلوتن مرطوب، از روش مصوب AACC به شماره ۱۱-۳۸ استفاده گردید. اندازه گیری با استفاده از دستگاه Glutamic به مدل ۲۲۰۰ ساخت کارخانه فالینگ نامبر سوئد انجام شد.

تعیین عدد رسوبی: مقدار عدد رسوبی یا عدد زلنی با استفاده، از روش مصوب AACC به شماره ۱۱-۵۶^۳ تعیین گردید. برای انجام آزمون در دو لوله مدرج در پوش دار، مقدار ۳/۲ g ریخته و روی آن ۵۰ ml بروموفل اضافه می شود و آنگاه لوله ها، ابتدا ۱۲ مرتبه با دست و ۵ دقیقه با دستگاه تکان داده می شود. سپس به هر یک از لوله ها، ۲۵ ml محلول زلنی شامل ۲-پروپانول و اسید لاکتیک اضافه می شود و مجدداً به مدت ۵ دقیقه به وسیله دستگاه تکان داده می شود. سپس لوله ها به مدت ۵ دقیقه بر روی یک میز قرار داده شده و میزان رسوب تشکیل شده پس از این مدت قرائت می شود و به صورت عدد رسوبی یا عدد زلنی گزارش می گردد.

اندازه گیری اندازه ذرات آرد: برای اندازه گیری اندازه ذرات آرد از چندین الک با اندازه سوراخهای مختلف (۱۲۵، ۱۶۰، ۱۸۰ و ۴۷۵ میکرون) استفاده شد. مجموعه الکها با دستگاه لرزانده ساخت کارخانه هنری سایمون انگلستان به مدت ۵ دقیقه تکان داده شده و سپس مقادیر آرد باقیمانده روی هر یک از الکها وزن و به صورت درصد گزارش می گردد.

روش کار با دستگاه فارینوگراف: پارامترهای فارینوگراف با استفاده از روش استاندارد AACC به شماره ۱۱-۵۴ تعیین شد.

روش کار با دستگاه اکستنسوگراف: پارامترهای اکستنسوگراف با روش استاندارد AACC به شماره ۱۰-۵۴ تعیین گردید.

ارزیابی حسی نان: روشهای ارزیابی حسی بر اساس آزمون و تجزیه و تحلیل خصوصیات مواد غذایی با استفاده از حواس پنجگانه انسان استوار بوده و بسته به نوع ارزیابی، این افراد ممکن است آموزش دیده و یا فاقد آموزش باشند. در این تحقیق از روش ارزیابی نانهای سنتی ایران استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: برای بررسی آماری نتایج حاصله از ارزیابیهای حسی در مورد صفات کیفی نانهای مورد آزمون و ارزیابی بیانی آنها در طول زمانهای مختلف نگهداری، از طرح کاملاً تصادفی^۱ استفاده شد. در این طرح ویژگیها یا صفات کیفی سیزده فرمولاسیون با افروندیهای مختلف (E1 تا E13) و

2. Analysis of Variance
3. Analysis of Repeated Measure

1. Completely Randomized

CMC بر پارامترهای اکستنسوگراف در جدول ۸ نشان داده شده است. با افزودن هیدروکلوبیدها زمان استراحت (R_{50}) افزایش می‌یابد. R_{50} و ثبات خمیر دارای هیدروکلوبید در طی زمان بیشتر است. پارامتر R_{50} ویژگیهای مربوط به شکل دهی و مقاومت (تولرنس) خمیر را می‌تواند پیش بینی کند. با بررسی R_{50} مشخص شد که در نتیجه افزودن هیدروکلوبیدها قابلیت شکل دهی مناسب و مقاومت خوب در مرحله تخمیر ایجاد می‌شود. افزودن هیدروکلوبیدها سبب افزایش گسترش خمیر شد. تجزیه و تحلیل کلی نشان می‌دهد خمیرهای دارای هیدروکلوبید دارای خواص رئولوژیک بهتری هستند.

۴-۳- نتایج ارزیابی حسی نان

آزمونهای حسی نانهای تهیه شده با تیمارهای مختلف بر اساس اصول ارزشیابی حسی نانهای سنتی ایران انجام گردید. خواص کیفی نمونه های نان به وسیله گروه داوران که شامل ۵ نفر داور آموزش دیده می باشند ارزیابی شده و به صورت یک عدد گزارش گردیده است. برای مشخص کردن میزان اختلافات در امتیازهای به دست آمده و این که اختلافها تا چه اندازه معنا دار هستند از نتایج تحلیل مکرر استفاده گردید. با مراجعه به جدول نتایج تحلیل مکرر (جدول ۹) ملاحظه می شود که در سطح احتمال ۵ درصد بین مقدار عدد کیفی انواع هیدروکلوبیدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنا داری وجود دارد.

با مراجعه به جدول ۱۰ آزمون چندگانه میانگین عدد کیفی^۱ آردهای دارای هیدروکلوبیدهای زانتان، لوکاست بین، کربوکسی متیل سلولز و گوار مشاهده می شود که در سطح احتمال ۵ درصد بین انواع هیدروکلوبیدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنادار در عدد کیفی فرمولاسیونهای مختلف آرد وجود دارد و بیشترین مقدار مربوط به گوار می باشد.

هیدروکلوبیدها سبب حفظ و تنظیم آب در خمیر و نان می شوند. هیدروکلوبیدها، سیستم نشاسته - پروتئین - چربی و آب خمیر را تحت تاثیر قرار می دهد. درمورد مکانیسم و اثر این مواد عقاید و نظرات گوناگونی وجود دارد. از یک سو تصور می شود آبی که به وسیله مواد تورم دهنده برداشت می شود، در فرایند پخت آزاد شده و در اختیار نشاسته برای ژلاتینه شدن قرار می گیرد. از سوی دیگر ثابت شده مواد هیدروکلوبیدی با نشاسته در برداشت آب رقابت کرده و باعث کاهش آب گیری آن

خواهد بود. خمیرهایی که جذب آب زیادتر دارند مناسب تر و از نظر اقتصادی مقرن به صرفه تر بوده زیرا بازدهی آنها بیشتر است.

افزایش جذب آب، باعث بروز تغییراتی در محصول نهایی می شود که عبارتند از:

- الف- افزایش زمان ماندگاری با مرطوب نگهداشت نان.
- ب- کاهش نسبی از دست رفتن رطوبت فرآورده حین پخت.
- از دیگر نتایج حاصله از منحنی فارینوگراف می توان به تغییرات پارامترهای رئولوژیکی نظیر زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر و درجه سست شدن خمیر با افزودن هیدروکلوبیدها اشاره کرد.
- با مراجعه به جدول ۶ ملاحظه می شود در سطح احتمال ۵ درصد بین مقدار جذب آب انواع هیدروکلوبیدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنا داری وجود دارد. و با توجه به جدول ۷ ملاحظه می شود تیمار زانتان در مقایسه با سایرین در سطح آماری ۵ درصد دارای اختلاف معنا دار است و بهترین رتبه را در مورد جذب آب آردهای دارای هیدروکلوبید به خود اختصاص داده است.

با افزایش مقدار جذب آب، زمان لازم برای شکل گیری خمیر که در فارینوگرامها زمان گسترش نامیده می شود و با D نمایش داده شده افزایش می یابد. بدیهی ترین اثر افزودن هیدروکلوبیدها، تاثیر آن روی مقاومت خمیر است. زمان مورد نیاز برای رسیدن به گسترش یا توسعه کامل خمیر به وسیله هر هیدروکلوبید تغییر می کند. با افزودن گوار به فرمولاسیون خمیر، زمان رسیدن A نسبت به نمونه شاهد کاهش می یابد در حالی که خمیری که دارای زانتان یا کربوکسی متیل سلولز است ثبات بیشتری داشته و نشان دهنده قوی تر بودن آن خمیر است. الاستیسیته خمیر با افزودن هیچ یک از هیدروکلوبیدها کاهش نمی یابد. بیشترین اثر روی الاستیسیته خمیر با افزودن زانتان به دست می آید. احتمالا با افزایش تعداد گروههای هیدروکسیل مقدار جذب آب افزایش یافته، واکنش آب با این مواد با تشکیل پیوند هیدروژنی زیاد می شود. زمان مورد نیاز برای گسترش خمیر یا زمان لازم برای رسیدن خمیر به ۵۰۰ BU (DDT) با افزودن هیدروکلوبیدها به خمیر تغییر می کند. زانتان بطور قابل ملاحظه ای باعث افزایش DDT می شود .

۳-۳- تأثیر هیدروکلوبیدها بر روی پارامترهای اکستنسوگراف

تأثیر افزودن هیدروکلوبیدهای زانتان، گوار، لوکاست بین و

جدول ۱ نتایج آزمونهای فیزیکی و شیمیایی بر روی آرد

کیفی گلو:	آزمون زلنج میلی لیتر	مقدار گلوتن مرطوب*	درجه رنگ آرد واحد	خاکستر غیر محلى در	خاکستر*	رطوبت*		
ضع چسبند:	۱۷	۲۸/۵۰	۹/۹	۰/۶۸	۱۱/۵۷	۰/۱۲	۱/۱۰	۱۳/۴۲

*کلیه داده ها بر حسب درصد در ماده خشک ارایه شده است.

جدول ۲ نتایج اندازه گیری اندازه ذرات آرد

اندازه منافذ الک (میکرومتر)	درصد ذرات آرد روی الک
۰/۸۷	۴۷۵
۳/۴۰	۱۸۰
۱۵/۹۴	۱۲۵
۱۰/۳۲	۱۰۶
۶/۶۴	کمتر از ۱۰۶
۹۹/۸۷	مجموع

جدول ۳ عدد رسویی آردهای دارای هیدروکلوبیدهای مختلف با درصدهای متفاوت در مقایسه با نمونه شاهد

نوع هیدروکلوبید	لوكاست بين	كربيوكسي متيل سلولز	گوار	زانثان	شاهد
درصد	۰/۶	۰/۳	۰/۶	۰/۶	-
عدد رسویی	۲۴	۲۳	۲۲	۲۹	۱۷

جدول ۴ جدول تجزیه واریانس (ANOVA) عدد زلنج آردهای دارای هیدروکلوبیدهای زانثان، لوكاست بين، كربيوكسي

متيل سلولز و گوار (در سطح احتمال ۵ درصد).

احتمال خطأ	ميانگين مربعات	درجه آزادی	جمع مربعات	منبع تغيير
۰/۲۲۰*	۴۰/۵۹۰	۴	۱۶۲/	بين گروهها
۷/۶۶۷	۶۱/۳۳۳	۸	۶۱/۳۳۳	درون گروهها

* در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار می باشد.

جدول ۵ نتایج اندازه گیری فارینوگراف، WA درصد جذب آب، A زمان توسعه خمیر بر حسب دقیقه، P زمان رسیدن به پیک منحنی، B زمان رسیدن منحنی به افت، M ضریب مقاومت در مقابل مخلوط کردن، S عدد ثبات و D زمان گسترش یا توسعه خمیر

M (min)	S (min)	D (min)	B (min)	P (min)	A (min)	WA %	عدد والریمتر	نوع هیدروکلوبید %
۶۰	۳	۷	۵	۴/۰	۲/۰	۶۲/۰	۵۲	کربوکسی متیل سلولز
۵۰	۳/۵	۸	۶	۴/۰	۲/۵	۶۱/۸	۵۴	
۴۰	۳/۵	۹	۶/۵	۴/۵	۳/۰	۶۳/۴	۵۶	
۴۰	۳	۷	۴/۵	۳/۰	۱/۵	۵۹/۸	۵۰	۰/۳
۴۰	۳	۷	۵	۲/۰	۲/۰	۶۲/۲	۵۰	۰/۶
۲۰	۴	۹	۵/۵	۲/۵	۲/۲۵	۶۱/۸	۵۲	۱
۵۰	۲	۷	۳/۵	۳/۰	۱/۰	۶۰/۰	۴۹	۰/۳
۴۰	۲/۵	۷	۳/۵	۲/۰	۱/۰	۵۹/۶	۴۶	۰/۶
۳۰	۴	۸/۵	۵/۵	۲/۰	۱/۵	۶۰/۶	۵۰	۱
۵۰	۳	۷	۵	۲/۵	۱/۵	۶۲/۶	۵۰	۰/۳
۴۰	۵	۱۰/۵	۷	۴/۰	۳/۰	۶۳/۶	۵۶	۰/۶
۱۰	۸/۵	۱۹	۱۲	۵/۵	۳/۵	۶۴/۸	۶۸	۱
۷۰	۲	۵/۵	۳/۵	۲/۵	۱/۵	۵۰/۴	۴۶	شاهد

جدول ۶ جدول تجزیه واریانس جذب آب آردهای دارای هیدروکلوبیدهای زانتان، لوکاست بین، کربوکسی متیل سلولز و گوار

جدب آب و تیمارها	آنتام خطا	میانگین مربعات درجه آزادی	جمع مربعات	منابع تغییر
/۰۰۰*	۳۵/۵۹۷	۴	۱۴۲/۳	

*در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار می باشد.

جدول ۷ جدول مقایسه میانگین جذب آب آردهای دارای هیدروکلوبیدهای زانتان، لوکاست بین، کربوکسی متیل سلولز و گوار بر اساس آزمون دانکن (F شاهد، X زانتان، LU لوکاست بین، CM کربوکسی متیل سلولز و GU گوار).

میانگین (Subset)	آزمون دانکن ۵ %	منبع تغییر	جدب آب
۴	۱	F	
۳	۵۰	A	
۲	۶۰	B	GU
۱	۶۱	BC	LU
۶۲	۶۲	CD	CM
۶۳		D	X

بود که با افزودن هیدروکلوبیدهای مختلف بهبود یافت. بهترین عدد رسوبی مربوط به گوار و لوکاست بین با غلظت ۱ درصد است.

با مراجعه به جدول ۱۰ نتایج تحلیل مکرر ملاحظه می‌شود در سطح احتمال ۵ درصد بین مقدار عدد کیفی انواع هیدروکلوبیدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنا داری وجود دارد و با مراجعه به آزمون مقایسه چند گانه مشاهده می‌شود در سطح احتمال ۵ درصد بین انواع هیدروکلوبیدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنا داری در عدد کیفی فرمولاسیونهای مختلف آرد وجود دارد و بیشترین مقدار مربوط به گوار می‌شود.

در طول سه روز پس از پخت ملاحظه شد در سطح اطمینان ۹۵ درصد، طی نگهداری نان لواش در این سه روز در کیفیت آن تفاوت معنا داری حاصل می‌شود که طبعاً به ازای هر روز نگهداری، کیفیت نان لواش نزول خواهد کرد. در بررسی اثرات متقابل بین زمان بیاتی و نوع هیدروکلوبید بعد از ۲۴ ساعت پخت، اختلاف معنا داری بین تیمارها وجود نداشت و بعداز ۴۸ ساعت پخت و بهترین کیفیت نان مربوط به گوار با غلظت یک درصد است. با اندازه گیری میزان رطوبت نان می‌توان به حدود درجه بیاتی پی برد. به طوری که می‌دانیم در فرایند بیاتی، تغییراتی در خواص رئولوژیکی پدید می‌آید که از روی آن می‌توان در مورد بیاتی اطلاعاتی به دست آورد. بهترین عدد رسوبی مربوط به گوار و لوکاست بین با غلظت ۱ درصد بود. درین انواع هیدروکلوبیدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنا داری در عدد سقوط (عدد فالینگ) فرمولاسیونهای مختلف آرد وجود دارد که بیشترین مقدار مربوط به گوار در غلظت ۱ درصد می‌باشد که این نشان دهنده تاثیر بیشتر این هیدروکلوبید روی فعالیت آنزیمی آلفا آمیلаз در خمیر است. که این خاصیت در آردهایی که فعالیت آنزیمی بالا دارند می‌تواند مفید باشد.

آزمایشهایی که به وسیله دستگاه اکستنسوگراف انجام گرفت نشان داد، به علت ضعیف بودن آرد، مقاومت آن در برابر کشش بسیار کم است. با توجه به بررسیهای انجام شده مشخص شد بهترین رتبه در مورد جذب آب را آردهای دارای هیدروکلوبیدهای زانتان به خود اختصاص داده است. بدیهی ترین اثر افزودن هیدروکلوبیدها، تاثیر آن بر مقاومت خمیر است، زمان مورد نیاز برای رسیدن به گسترش یا توسعه خمیر به وسیله هر هیدروکلوبید تغییر می‌کند. با افزودن گوار به

می‌گرددن به هر حال میزان آب بافت داخلی محصول افزایش می‌یابد، به همین دلیل نقش این مواد در تازه ماندن نان مهم است. به طور کلی تقریباً در تمام روزهای نگهداری نمونه‌ها بیشترین تغییرات مربوط به نمونه شاهد است و بنابراین می‌توان گفت نمونه شاهد در طی نگهداری بیشترین بیاتی را داشته و کمترین بیاتی مربوط به هیدروکلوبید گوار و سپس هیدروکلوبیدهای زانتان و کربوکسی متیل سلولز و در نهایت لوکاست بین است.

۵- نتیجه گیری کلی

تازه نگه داشتن نان و محصولات صنایع پخت از هدفهای مهم و تخصصی بوده که از جنبه‌های اقتصادی و تغذیه‌ای از اهمیت فوق العاده زیادی برخوردارند. تازه ماندن نان بستگی به شرایط نگهداری داشته و از زمانی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که نان ماکول شده و قابلیت خوردن مطلوب را حاصل کند. برای به تأخیر انداختن بیاتی از مواد کمکی افزودنی و اقدامات تکنولوژیکی کمک می‌گیریم. از دیگر امکانات عملی در به تأخیر انداختن بیاتی، حفظ و رعایت شرایط نگهداری و بسته بندی صحیح می‌باشد. بدین طریق می‌توان نان را به مدت طولانی تری تازه نگه داشت.

از عوامل مهمی که در کیفیت نان لواش موثرند می‌توان به، نوع و کیفیت مواد اولیه مصرفی، عملیات تهیه و پخت، مواد افزودنی مورد استفاده، بسته بندی و شرایط نگهداری اشاره کرد که نامناسب بودن هر یک از این موارد می‌تواند بر روی کیفیت نان تاثیر نامطلوبی داشته باشد، بنابراین لازم است تمام این موارد برای رسیدن به کیفیت مطلوب به دقت مورد بررسی قرار گیرد.

یکی از راههای مناسب برای رسیدن به این هدف استفاده از هیدروکلوبیدها در محصولات نانوایی است. این مواد در نرمی، پیوستگی و نگهداری هوا در خمیر و نان تاثیر می‌گذارند و سبب بهبود این ویژگیها می‌شوند. وجود این مواد در فرمولاسیون نان سبب افزایش حجم، رطوبت، استحکام نان و افزایش مقاومت در مقابل آسیبهای ناشی از حمل و نقل می‌شود. هیدروکلوبیدها بیاتی نان را به تعویق انداخته، سبب افزایش رطوبت در مغز نان می‌شوند و تاثیر مثبتی بر ثبات خمیر و حجم فرآورده نهایی دارند. کنترل رطوبت در تمام مراحل تهیه نان از جمله ویژگیهای مهم هیدروکلوبیدها است.

در طی آزمایشها انجام شده بر روی آرد مخصوص نان لواش (با درصد استخراج ۸۶ درصد) مشخص شد میزان گلوتن آرد مورد آزمایش در حد مناسبی است ولی کیفیت این پروتئین پایین است. مقدار گلوتن مربوط ۲۸/۵ درصد و عدد رسوبی نمونه شاهد ۱۷

گوار ملاحظه می شود که در سطح احتمال ۵ درصد بین مقدار عدد والریمتر انواع هیدروکلوبیدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنا داری وجود ندارد؛ بنابراین با توجه به مطالب بالا می توان گفت نمونه شاهد در طی نگهداری بیشترین بیاتی را داشته و کمترین بیاتی مربوط به هیدروکلوبید گوار و سپس هیدروکلوبیدهای زانتان و کربوکسی متیل سلولز و در نهایت لوکاست بین است.

فرمولاسیون خمیر، زمان گسترش نسبت به نمونه شاهد کاهش می یابد در حالی که خمیری که زانتان یا کربوکسی متیل سلولز دارد ثبات بیشتری داشته که نشان دهنده قوی تر بودن آن خمیر است. قابلیت کشش خمیر با افزودن هیچ یک از هیدروکلوبیدها کاهش نمی یابد. بیشترین اثر بر روی قابلیت کشش خمیر با افزودن زانتان به دست آمد. با بررسی عدد والریمتر آردهای دارای هیدروکلوبیدهای زانتان، لوکاست بین، کربوکسی متیل سلولز و

جدول ۸ تأثیر هیدروکلوبیدها بر روی پارامترهای اکستنسوگراف، مقاومت به تغییر پایداری بعد از ۵۰ mm کشش R_{50} ، قابلیت کشش E و انرژی مصرفی A یا سطح زیر منحنی.

زمان استراحت (دقیقه)			تیمار	نوع آزمون
۱۳۵	۹۰	۴۵		
۲۰۰	۲۱۵	۱۹۰	زانتان	
۱۱۲	۱۱۵	۱۲۰	گوار	
۹۲	۸۷	۹۵	لوکاست بین	R_{50} BU
۹۵	۹۸	۱۰۳	CMC	
۷۵	۸۰	۸۵	شاهد	
۹۶	۱۱۴	۱۰۹	زانتان	
۱۲۴	۱۰۲	۹۸	گوار	
۹۱	۹۶	۸۷	لوکاست بین	قابلیت کشش (E) میلی متر
۱۰۴	۱۰۲	۹۳	CMC	
۷۹	۸۳	۸۷	شاهد	
۲/۲۱	۱/۸۸	۱/۷۴	زانتان	
%۹۰	۱/۱۲	۱/۲۲	گوار	
۱/۰۱	%۹۱	۱/۰۹	لوکاست بین	R_{50}/E BU
%۹۱	%۹۶	۱/۱۱	CMC	
%۸۱	%۸۵	%۹۱	شاهد	
۱۸	۲۲	۳۱	زانتان	
۱۶	۱۷	۲۰	گوار	
۱۰	۱۲	۱۳	لوکاست بین	$A(cm)^2$
۱۳	۱۴	۱۶	CMC	
۸	۱۰	۱۲	شاهد	

*کلیه داده ها در سطح یک درصد ارایه شده است.

جدول ۹- نتایج تحلیل مکرر اثر نوع افزودنیها بر زمان نگهداری (میزان بیاتی) نانهای لواش دارای هیدروکلوبیدهای زانتان، لوکاست بین، کربوکسی متیل

سلولز و گوار

منابع تغییر	جمع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	احتمال خطأ
روز اول و نوع افزودنی	۰/۱۱۳	۴	۰/۰۲۸	۰/۹۷۲ ns
				۰/۲۲۲
روز دوم و نوع افزودنی	۰/۸۲۹	۴	۰/۲۰۷	۰/۱۹۴ ns
				۰/۱۳۲
روز سوم و نوع افزودنی	۱/۰۳۲	۴	۰/۲۵۸	۰/۰۷۶*
				۰/۱۱۶

* در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنا دار می باشد.

ns در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنا دار نمی باشد.

جدول ۱۰ مقایسه چند گانه میانگین عدد کیفی آردهای دارای هیدروکلوبیدهای زانتان، لوکاست بین، کربوکسی متیل سلولز و گوار با آزمون

(F شاهد، X، LU، Zانتان، CM کربوکسی متیل سلولز و GU گوار است).

منبع تغییر	انحراف استاندارد	معنی داری
CM	۰/۲۱۸۷	۰/۰۲۲ ns
GU	۰/۲۱۸۷	۰/۰۰۴*
LU	۰/۲۱۸۷	۰/۰۷۸**
X	۰/۲۱۸۷	۰/۰۰۹ ns

* در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنا دار می باشد.

ns در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنا دار نمی باشد.

۶- منابع

- [5] Murray, J. C. F.; Cellulosics , In: Handbook of hydrocolloids, Phillips, G. O. and Awilliams, P. A., (2000); pp: 41– 65. CRC Press LLC Woodhead Publishing Ltd, Abington Hall, Abington, Cambridge CB1 6AH,England.
- [6] Rosell, C. M., Rojas, J. A., Benedito de Barber, C.; Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality.Food Hydrocolloids, (2001); 15: 75–81
- [7] Wielinga, W. C.; Galactomannans, In: Handbook of hydrocolloids, Phillips, G. O. and Awilliams, P. A., (2000); pp: 41– 65. CRC Press LLC Woodhead Publishing Ltd, Abington Hall, Abington, Cambridge CB1 6AH, England.
- [1] رجب زاده، ن؛ ارزشیابی نانهای سنتی ایران، پژوهشکده غله و نان، تهران، (۱۳۷۰)؛ نشریه شماره ۷.
- [2] Collar, C. E. 1996. Retrogradation of the starch fraction in wheat bread. Food Science. and Technol. Int..2: 323–333.
- [3] Davidou, S., Le Meste, M., Debever, E. and Bekaert, D. 1996. Effect of native lipids, shortenings, and bread moisture on bread firmness. Food Hydrocolloids. 10:375–383.
- [4] Mettler, E. and Seibel, W. 1993. Effect of emulsifiers and hydrocolloid on whole wheat bread quality. Cereal Chemistry. 70: 373–377