

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

مجید عرب عامری^۱، محمد حسین عزیزی^{۲*} و محسن برزگر^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 هیدروکلوئیدهای کربوکسی متیل سلولز (CMC)^۱، صمغ زانتان^۲، صمغ گوار^۳، لوکاست بین^۴ در سه سطح ۰/۳، ۰/۶ و ۱ درصد در قالب بلوک کاملاً تصادفی روی خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نهایی نان لواش مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی خصوصیات رئولوژیکی خمیر از دستگاههای اکستنسوگراف برابندر^۵، فارینوگراف برابندر^۶ و فالینگ نامبر^۷ و برای بررسی کیفیت نهایی نان لواش از آزمایشها حسی به وسیله گروه داوران استفاده شد. جذب آب نان با استفاده از هیدروکلوئیدها افزایش یافته که این به خاصیت ویژه هیدروسکوپیک هیدروکلوئیدها مربوط می شود. خصوصیات رئولوژیکی خمیر تحت تأثیر استفاده از هیدروکلوئیدها تغییر کرد که این تغییر بستگی به ساختار شیمیایی هیدروکلوئید دارد. بیشترین تأثیر و نه بهترین مربوط به صمغ زانتان و سپس گوار بود. ولی بطور کلی هیدروکلوئیدها خمیر را تقویت می کنند. بررسی اطلاعات به دست آمده از آزمون حسی نانهای لواش با هیدروکلوئید یا بدون هیدروکلوئید به وسیله گروه داوران، نشان می دهد که هیدروکلوئیدها بیاتی نان را به تعویق انداخته و در این بین هیدروکلوئید گوار بیشترین تأثیر را دارد. به طور کلی هیدروکلوئیدها و به ویژه گوار و زانتان مقدار رطوبت نان لواش را افزایش دادند. در مجموع بر اساس آزمایشهای رئولوژیکی و حسی، هیدروکلوئید گوار بیشترین تأثیر را روی خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان لواش داشت.

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

۱- مقدمه

نوع و مقدار مصرف هیدروکلوئیدها در تهیه نان وابسته به نوع نان و همچنین خصوصیات آرد مورد استفاده است. معمولاً هیدروکلوئید 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 حلالیت آن نسبتاً ضعیف است. خاصیت جذب آب در محصولات نانوائی بسیار مهم می باشد. CMC در نان، باعث افزایش بازدهی، به تأخیر انداختن بیاتی و همچنین سبب افزایش پذیرش محصول از سوی مصرف کننده شده و ماندگاری را

افزایش می دهد. CMC با دیگر افزودنیها و بهبود دهنده های نان سازگار است [۲].

در سال ۱۹۹۶ کلار^۸ تأثیر ترکیبی از کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل سلولز با دیگر افزودنیها از جمله آنزیمها و امولسیفایرها 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 دیویدو^۹ و همکاران در سال ۱۹۹۶ درباره تأثیر صمغ لوکاست بین و زانتان بر کیفیت نان نشان می دهد که این هیدروکلوئیدها، بیاتی نان را به تعویق می اندازند و سبب افزایش رطوبت در مغز نان شده و تأثیر مثبتی روی ثبات خمیر و حجم

1. Carboxy Methyl Cellulose
2. Xanthan Gum
3. Guar
4. Loucast Bean
5. Extensograph Brabender
6. Farinograph Brabender
7. Falling Number
8. Collar
9. Davidou

* مسؤول مکاتبات مقاله azizi_m@modares.ac.ir

بیشترین مقاومت بعد از ۹۰ دقیقه زمان استراحت حاصل می شود. پارامتر R_{50} شکل دهی و مقاومت^۶ خمیر را می تواند پیش بینی کند. با بررسی R_{50} مشخص شده در نتیجه افزودن هیدروکلوئیدها قابلیت شکل دهی مناسب و مقاومت خوب در مرحله تخمیر ایجاد می شود. افزودن هیدروکلوئید سبب افزایش گسترش خمیر شده و بیشترین تغییرات در اثر افزودن هیدروکلوئید HPMC مشاهده شده است. انرژی یا کار ورودی ضروری برای تغییر شکل با افزودن هیدروکلوئیدها 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- هیدروکلوئیدهای مورد استفاده شامل گوار، لوکاست بین، زانتان نوع خوراکی ساخت کمپانی فرانسوی Rado، به شماره ۷۱۴۷۸ نوع XG2، کربوکسی متیل سلولز ساخت شرکت آمریکایی Doechemical به شماره K4m، بودند.
- ۵- مخمر 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 تاکاتور سوئد و با استفاده از دستگاه Kjeltac 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.

محصولات نهایی دارند. کنترل 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، کنترل بافت و تأثیر بر روی بلوری شدن و برای بهبود خامه ای کردن، بهبود کیفیت محصول از انجماد خارج شده و جلوگیری از سینریس و برگشت پذیری و متبلور شدن نشاسته و حفظ کدورت 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 هیدروکلوئید به فرمولاسیون آرد، جذب آب خمیر زیاد شده و این افزایش بستگی به نوع و ساختار هیدروکلوئید مصرفی دارد. آزمایشهای انجام شده به وسیله راسل^۲ و همکاران نشان داد افزودن هیدروکلوئید آلژینات به خمیر، بیشترین جذب آب را در بین هیدروکلوئیدهای آلژینات، زانتان و HPMC^۳ دارد. احتمالاً افزایش جذب آب وابسته به تعداد گروههای هیدروکسیل موجود در ساختار هیدروکلوئید 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 غلظت ۵۰۰ BU DDT^۴ با افزودن هیدروکلوئید به خمیر تغییر می کند. زانتان و آلژینات بطور قابل ملاحظه ای باعث افزایش DDT می شوند در حالی که HPMC تأثیر زیادی بر روی آن ندارد. عدد ثبات یا پایداری^۵ 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 هیدروکلوئیدها زمان استراحت (R_{50}) افزایش می یابد. مقایسه زمان استراحت، برای نمونه شاهد و خمیر دارای هیدروکلوئید نشان می دهد که R_{50} و ثبات خمیر دارای هیدروکلوئید در طی زمان بیشتر شده و

1. Mettler and Seibel
2. Rosell
3. Hydroxy Propyl Methyl Cellulose
4. Dough Development Time
5. Stability Value

6. Tolerance

همچنین تاثیر تیمار نوع هیدروکلوئید و غلظت آن روی شدت بیاتی نانها بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت نگهداری نانها بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده ها در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای تعیین معنادار بودن اختلافهای تیمارها در مورد کیفیت نان لواش بعد از یک، دو و سه روز از روش تحلیل واریانس ^۲ANOVA استفاده گردید ولی برای مشخص کردن میزان بیاتی نان لواش در طول سه روز نگهداری پس از پخت از روش تحلیل مکرر^۳ 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 املاح 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 مراجعه به جدول ۴ ملاحظه می شود که در سطح احتمال ۵ درصد بین مقدار عدد رسوبی یا عدد زلنی انواع هیدروکلوئیدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معناداری وجود دارد. بهترین هیدروکلوئید از نظر داشتن بالاترین عدد رسوبی هیدروکلوئید 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 افزودن هیدروکلوئیدها مقدار جذب آب افزایش می یابد که بر اساس نوع و ساختار هیدروکلوئید 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 ۳۸-۱۱ 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 تعیین گردید. برای انجام آزمون در دو لوله مدرج در پوش دار، مقدار ۳/۲ g آرد ریخته و روی آن ۵۰ ml بروموفنل 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 لرزاننده 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 ۲۱-۵۴ 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 بیاتی آنها در طول زمانهای مختلف نگهداری، از طرح کاملاً تصادفی^۱ استفاده شد. در این طرح ویژگیها یا صفات کیفی سیزده فرمولاسیون با افزودنیهای 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 هیدروکلویدها زمان استراحت (R_{50}) افزایش می یابد. R_{50} و ثبات خمیر دارای هیدروکلویدها در طی زمان بیشتر است. پارامتر R_{50} ویژگیهای مربوط به شکل دهی و مقاومت (تولرانس) خمیر را می تواند پیش بینی کند. با بررسی R_{50} مشخص شد که در نتیجه افزودن هیدروکلویدها قابلیت شکل دهی مناسب و مقاومت خوب در مرحله تخمیر ایجاد می شود. افزودن هیدروکلویدها سبب افزایش گسترش خمیر شد. تجزیه و تحلیل کلی نشان می دهد خمیرهای دارای هیدروکلویدها 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 سستی 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 هیدروکلویدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنا داری وجود دارد.

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

هیدروکلویدها سبب حفظ و تنظیم آب در خمیر و نان می شوند. هیدروکلویدها، سیستم نشاسته - پروتئین - چربی و آب خمیر را تحت تأثیر قرار می دهند. 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 هیدروکلویدها 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 مقرون 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 نگهداشتن 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 هیدروکلویدها اشاره کرد. با مراجعه به جدول ۶ ملاحظه می شود در سطح احتمال ۵ درصد بین مقدار جذب آب انواع هیدروکلویدهای 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 هیدروکلویدها 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 هیدروکلویدها، تأثیر آن روی مقاومت خمیر است. زمان مورد نیاز برای رسیدن به گسترش یا توسعه کامل خمیر به وسیله هر هیدروکلویدها 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. الاستیسیت خمیر با افزودن هیچ یک از هیدروکلویدها کاهش نمی یابد. بیشترین اثر روی الاستیسیت خمیر با افزودن زانتان به دست می آید. احتمالاً 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 هیدروکلویدها به خمیر تغییر می کند. زانتان بطور قابل ملاحظه ای باعث افزایش DDT می شود.

۳-۳- تأثیر هیدروکلویدها بر روی پارامترهای

اکستنسوگراف

تأثیر افزودن هیدروکلویدهای زانتان، گوار، لوکاست بین و

جدول ۱ نتایج آزمونهای فیزیکی و شیمیایی بر روی آرد

کیفیت گلو	آزمون زلنی میلی لیتر	مقدار گلو تن مرطوب*	درجه رنگ آرد واحد کنت جونز	فیبر خام*	پروتئین*	محلول در اسید*	خاکستر*	رطوبت*
ضعیف چسبنده	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 (میکرون)	درصد ذرات آرد روی الک
۴۷۵	۰/۸۷
۱۸۰	۳/۴۰
۱۲۵	۱۵/۹۴
۱۰۶	۱۰/۳۲
۱۰۶ کمتر از	۶۸/۴۴
مجموع	۹۹/۸۷

جدول ۳ عدد رسوبی آردهای دارای هیدروکلوئیدهای مختلف با درصدهای متفاوت در مقایسه با نمونه شاهد

نوع هیدروکلوئید	لوکاست بین	کربوکسی متیل سلولز	گوار	زانتان	شاهد
درصد	۰/۳	۰/۶	۰/۳	۰/۶	۱
عدد رسوبی	۲۴	۲۹	۲۲	۲۲	۲۴

جدول ۴ جدول تجزیه واریانس (ANOVA) عدد رسوبی یا عدد زلنی آردهای دارای هیدروکلوئیدهای زانتان، لوکاست بین، کربوکسی متیل سلولز و گوار (در سطح احتمال ۵ درصد).

منبع تغییر	جمع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	احتمال خطا
عدد رسوبی و تیمارها	۱۶۲/۰۰	۴	۴۰/۵۹۰	۰/۲۲۰*
بین گروهها	۶۱/۳۳۳	۸	۷/۶۶۷	

* 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

نوع هیدروکلویید	عدد والریتر	WA	A	P	B	D	S	M
٪		٪	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
کربوکسی متیل سلولز	۰/۳	۵۲	۶۲/۰	۲/۰	۴/۰	۵	۷	۳
	۰/۶	۵۴	۶۱/۸	۲/۵	۴/۰	۶	۸	۳/۵
	۱	۵۶	۶۳/۴	۳/۰	۴/۵	۶/۵	۹	۳/۵
لوکاست بین	۰/۳	۵۰	۵۹/۸	۱/۵	۳/۰	۴/۵	۷	۳
	۰/۶	۵۰	۶۲/۲	۲/۰	۳/۰	۵	۷	۳
	۱	۵۲	۶۱/۸	۲/۲۵	۲/۵	۵/۵	۹	۴
گوار	۰/۳	۴۹	۶۰/۰	۱/۰	۳/۰	۳/۵	۷	۲
	۰/۶	۴۶	۵۹/۶	۱/۰	۲/۰	۳/۵	۷	۲/۵
	۱	۵۰	۶۰/۶	۱/۵	۲/۰	۵/۵	۸/۵	۴
زانتان	۰/۳	۵۰	۶۲/۶	۱/۵	۳/۵	۵	۷	۳
	۰/۶	۵۶	۶۳/۶	۳/۰	۴/۰	۷	۱۰/۵	۵
	۱	۶۸	۶۴/۸	۳/۵	۵/۵	۱۲	۱۹	۸/۵
شاهد		۴۶	۵۰/۴	۱/۵	۲/۵	۳/۵	۵/۵	۲

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

منابع تغییر	جمع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	احتمال خطا
جذب آب و تیمارها	۱۴۲/۳	۴	۳۵/۵۹۷	۰/۰۰۰*

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

جدول ۷ جدول مقایسه میانگین جذب آب آردهای دارای هیدروکلویدهای 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 (زیر مجموعه Subset)				آزمون دانکن ۵ %	منبع تغییر	
۴	۳	۲	۱			
			۵۰	A	F	جذب آب
		۶۰		B	GU	
	۶۱	۶۱		BC	LU	
۶۲	۶۲			CD	CM	
۶۳				D	X	

بود که با افزودن هیدروکلویدهای 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 می شود در سطح احتمال ۵ درصد بین مقدار عدد کیفی انواع هیدروکلویدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنا داری وجود دارد و با مراجعه به آزمون مقایسه چند گانه مشاهده می شود در سطح احتمال ۵ درصد بین انواع هیدروکلویدهای موجود در فرمولاسیون اختلاف معنا داری در عدد کیفی فرمولاسیونهای مختلف آرد وجود دارد و بیشترین مقدار مربوط به گوار می شود.

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 می شود که طبعاً به ازای هر روز نگهداری، کیفیت نان لواش نزول خواهد کرد. در بررسی اثرات متقابل بین زمان بیاتی و نوع هیدروکلوید بعد از ۲۴ ساعت پخت، اختلاف معنا داری بین تیمارها وجود نداشت و بعد از ۴۸ ساعت پخت و بهترین کیفیت نان مربوط به گوار با غلظت یک درصد است. با اندازه گیری میزان رطوبت نان می توان به حدود درجه بیاتی پی برد. به طوری که می دانیم در فرایند بیاتی، تغییراتی در خواص رئولوژیکی پدید می آید که از روی آن می توان در مورد بیاتی اطلاعاتی به دست آورد. بهترین عدد رسوبی مربوط به گوار و لوکاست بین با غلظت ۱ درصد بود. در بین انواع هیدروکلویدهای 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 می باشد که این نشان دهنده تاثیر بیشتر این هیدروکلوید روی فعالیت آنزیمی آلفا آمیلاز در خمیر است. که این خاصیت در آردهایی که فعالیت آنزیمی بالا دارند می تواند 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 هیدروکلویدهای زانتان به خود اختصاص داده است. بدیهی ترین اثر افزودن هیدروکلویدها، تاثیر آن بر مقاومت خمیر است، زمان مورد نیاز برای رسیدن به گسترش یا توسعه خمیر به وسیله هر هیدروکلوید تغییر می کند. با افزودن گوار به

می گردند به هر حال میزان آب بافت داخلی محصول افزایش می یابد، به همین دلیل نقش این مواد در تازه ماندن نان مهم است. به طور کلی تقریباً در تمام روزهای نگهداری نمونه ها بیشترین تغییرات مربوط به نمونه شاهد است و بنابراین می توان گفت نمونه شاهد در طی نگهداری بیشترین بیاتی را داشته و کمترین بیاتی مربوط به هیدروکلوید گوار و سپس هیدروکلویدهای 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 جنبه های اقتصادی و تغذیه ای از اهمیت فوق العاده زیادی برخوردارند. تازه ماندن نان بستگی به شرایط نگهداری داشته و از زمانی مورد ارزیابی قرار می گیرد که نان ماکول شده و قابلیت خوردن مطلوب را حاصل کند. برای به تأخیر انداختن بیاتی از مواد کمکی افزودنی و اقدامات تکنولوژیکی کمک می گیریم. از دیگر امکانات عملی در به تأخیر انداختن بیاتی، حفظ و رعایت شرایط نگهداری و بسته بندی صحیح می باشد. بدین طریق می توان نان را به مدت طولانی تری تازه نگه داشت.

از عوامل مهمی که در کیفیت نان لواش موثرند می توان 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 می تواند 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 هیدروکلویدها در محصولات نانوائی است. این مواد در نرمی، پیوستگی و نگهداری هوا در خمیر و نان تاثیر می گذارند و سبب بهبود این ویژگیها می شوند. وجود این مواد در فرمولاسیون نان سبب افزایش حجم، رطوبت، استحکام نان و افزایش مقاومت در مقابل آسیبهای ناشی از حمل و نقل می شود. هیدروکلویدها بیاتی نان را به تعویق انداخته، سبب افزایش رطوبت در مغز نان می شوند و تاثیر مثبتی بر ثبات خمیر و حجم فرآورده نهایی دارند. کنترل رطوبت در تمام مراحل تهیه نان از جمله ویژگیهای مهم هیدروکلویدها است.

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

گوار ملاحظه می شود که در سطح احتمال ۵ درصد بین مقدار عدد والریتر انواع هیدروکلوئیدهای 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 هیدروکلوئید گوار و سپس هیدروکلوئیدهای 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 هیدروکلوئیدها کاهش نمی یابد. بیشترین اثر بر روی قابلیت کشش خمیر با افزودن زانتان به دست آمد. با بررسی عدد والریتر آردهای دارای هیدروکلوئیدهای زانتان، لوکاست بین، کربوکسی متیل سلولز و

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

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

منابع تغییر	جمع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	احتمال خطا
روز اول و نوع	۰/۱۱۳	۴	۰/۰۲۸	۰/۹۷۲ ^{ns}
افزودنی	۱۳/۳۳۳	۶۰	۰/۲۲۲	
روز دوم و نوع	۰/۸۲۹	۴	۰/۲۰۷	۰/۱۹۴ ^{ns}
افزودنی	۷/۹۲۴	۶۰	۰/۱۳۲	
روز سوم و نوع	۱/۰۳۲	۴	۰/۲۵۸	۰/۰۷۶*
نوع افزودنی	۶/۹۳۳	۶۰	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 هیدروکلوئیدهای زانتان، لوکاست بین، کربوکسی متیل سلولز و گوار با آزمون Multiple Comparisons (F شاهد، X زانتان، LU لوکاست بین، 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

- [۱] 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.: 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.
- [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.