مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال دوازدهم، شماره 3، پاییز 1396، صفحات 46-39

اثر منفرد و ترکیبی صمغ‌های هیدروکسی‌پروپیل متیل سلولز و امولسیفایر سدیم استئارویل لاکتیلات بر خواص نانوایی نان بدون گلوتن حاصل از مخلوط آرد ذرت و بلوط

حمید توکلی پور[1]، رضا شرافتی چالشتری[2]، سعید متین فرد[3]

1- دانشیار مهندسی صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران
2- نویسنده مسئول: مرکز تحقیقات بیوشیمی و تغذیه در بیماری های متابولیک، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران. پست الکترونیکی:sharafati.reza@gmail.com.com
3- نویسنده مسئول: دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران. پست الکترونیکی: saeedmatin68@gmail.com

تاریخ دریافت: 95/3/17 تاریخ پذیرش: 95/7/4

چکیده

سابقه و هدف: بیماری سلیاک، نوعی بیماری گوارشی است که به پرزهای روده کوچک آسیب می‌رساند و سبب اختلال در جذب مواد مغذی می‌شود که در اثر دریافت پروتئین گلوتن از منابع غذایی مانند گندم، چاودار، جو و یولاف حاصل شده و یکی از رایج‌ترین حساسیت‌های غذایی محسوب می‌گردد. این بیماران نمی‌توانند نان معمولی را مصرف کنند و باید از نان‌های بدون گلوتن استفاده کنند. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر صمغ هیدروکسی‌پروپیل متیل سلولز و امولسیفایر سدیم استئارویل لاکتیلات بر خواص نانوایی نان بدون گلوتن حاصل از مخلوط آرد ذرت و بلوط بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مداخله‌ای، صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در سه سطح مختلف 1/5، 2/5 و 3/5 درصد و امولسیفایر سدیم استئارویل لاکتیلات در دو سطح 0/1 و 0/3 درصد به فرمولاسیون نان متشکل از آرد ذرت (70 %)، آرد بلوط (30%)، مخمر، شیر خشک، تخم مرغ و نمک اضافه شد. سپس خصوصیات کیفی نان از طریق آزمون پانچری (سوراخ کردن) و تعیین رطوبت در 1، 24 و 48 ساعت پس از زمان پخت و آزمون حسی پس از 1 ساعت بررسی شدند.

یافته‌ها: تست سوراخ کردن نشان داد که اضافه کردن ترکیبی صمغ در سطح 2/5 درصد و امولسیفایر در سطح 0/3 درصد نسبت به نمونه شاهد کیفیت نان را افزایش داده و سبب تأخیر در بیاتی نان می‌گردد. اضافه کردن صمغ در هر سه سطح باعث کاهش درصد افت رطوبت در زمان‌های 1، 24 و 48 ساعت بعد از پخت شد و روند بیاتی را به تأخیر انداخت. نتیجه کلی آزمون ارزیابی حسی نشان داد که نمونه حاوی صمغ در سطح 2/5 درصد و امولسیفایر در سطح 0/3 درصد، بهترین کیفیت را از لحاظ پذیرش کلی داشت.

نتیجه‌گیری: افزودن ترکیبی 2/5 درصد صمغ و 0/3 درصد امولسیفایر برای بالا بردن کیفیت نان بدون گلوتن توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: صمغ، امولسیفایر، بیماری سلیاک، نان بدون گلوتن

• مقدمه

بیماری سلیاک یا انتروپاتی حساس به گلوتن نوعی بیماری وراثتی بوده و نسلی به نسل دیگر انتقال می‌یابد. در این بیماران گلوتن موجود در غلاتی همچون گندم، سبب آسیب روده کوچک شده و نهایتاً جذب مواد مغذی را با مشکل مواجه می‌کند که می‌تواند نهایتاً منجر به ایجاد عوارضی مانند سوء جذب مواد ریز مغذی، اسهال، کاهش وزن، لنفوم T-cell روده باریک و عوارض سیستمیک مانند استئوپورز شود (2، 1). در سال‌های اخیر با توجه به روند رو به رشد تشخیص بیماری سلیاک روند شناسایی این بیماران رو به افزایش می‌باشد. تنها راه معالجه مؤثر این بیماران، رژیم بدون گلوتن درتمام عمر می‌باشد که می‌تواند مانع از بروز مشکلات تغذیه‌ای در آنها شود. به‌علاوه تقاضا برای مصرف محصولات فاقد گلوتن به موازات افزایش بیماران مبتلا به سلیاک یا دیگر حساسیت‌های به مصرف گلوتن، افزایش یافته است (3، 2). در بررسی‌هایی که در ایران صورت گرفته است مسعودی و همکاران میزان شیوع سلیاک را در بیماران دارای سندرم روده تحریک پذیر در بندرعباس را 12/7 درصد (4) و شهبازخانی 11/4 درصد در تهران گزارش کردند (5).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-11]

نان فراورده‌ای است که از پختن خمیری متشکل از آب، آرد و مخمر، تهیه می‌شود. نان‌ها انواع مختلفی دارند که به تناسب و فراخور اقلیم مردم منطقه پخت می‌شوند. در ایران بیش از 90 درصد انرژی مصرفی، از غذاهای گیاهی تأمین می‌شود که سهم نان در این میان 40 درصد در شهرها و 60 درصد در روستا است. همچنین مصرف سرانه نان روزانه 320 گرم در روز که معادل 117 کیلوگرم در سال است که این رقم نشان دهنده اهمیت و جایگاه ویژه نان در تغذیه و دریافت انرژی مورد نیاز مردم ایران است (7، 6).

نان‌های بدون گلوتن به سختی در بازار یافت می‌شوند ضمن آنکه دارای کیفیت پایین، احساس دهانی نه چندان مطلوب و عطر و طعم نامناسبی هستند. از طرف دیگر در این نان‌ها به علت حذف آرد گندم و استفاده از جایگزین‌ها در تولید آن، ارزش تغذیه‌ای کاهش یافته و مصرف طولانی مدت آن‌ها موجب ایجاد بیماری‌های دیگری می‌شود. برای تهیه نان های رژیمی در ترکیب نان تغییراتی داده یا موادی به آن اضافه می‌شود که سبب به تأخیر افتادن بیاتی، کاهش از دست دادن رطوبت و ایجاد کیفیت مطلوب ارگانولپتیکی می‌شود (8، 6). برای تولید نان‌های بدون گلوتن می‌توان از آرد منابع مختلفی مانند ذرت، بلوط، ارزن و برنج جهت تهیه نان استفاده کرد همچنین جهت افزایش کیفیت نان‌های بدون گلوتن از هیدروکلوئیدها، امولسیفایرها و منابع پروتئینی و غیره استفاده می‌گردد (10، 9). تاکنون از صمغ‌های مختلفی نظیر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، کربوکسی متیل سلولز، گوار، زانتان، ژلاتین و پکتین در تولید نان بدون گلوتن استفاده شده است. هیدروکلوئیدها در فرایند تولید نان بدون گلوتن باعث بهبود بافت بهبود خصوصیات رئولوژیکی بهبود خصوصیات جذب آب و افزایش حجم نان می‌شوند (11).

Crockett و همکاران در سال 2011، به بررسی اثر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در فرمولاسیون نان بدون گلوتن پرداختند و دریافتند که این صمغ باعث بهبود خواص بافتی نان و افزایش میزان جذب آب در خمیر نان می‌شود (12). همچنین Hager و همکاران (2013)، تأثیر صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و زانتان بر روی نان حاصل از آرد ذرت، برنج، گندم سیاه (باکویت) را بررسی کردند و گزارش دادند که زانتان در سطح 0/5 درصد حجم نان را افزایش داد و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز باعث کاهش سفتی نان شد (13). در مطالعه وطن خواه و همکاران (1392)، تأثیر مخلوط صمغ های ثعلب و کتیرا بر ویژگی‌های حسی و روند بیاتی نان بدون گلوتن حاصل از آرد برنج و آرد ذرت بررسی شد که تیمارهای حاوی (0/25-0/25)، (0/5-0/25) و (0/25-0/5) ثعلب به کتیرا، بهترین کیفیت را به ترتیب در شاخص های مذکور ایجاد کردند (14). همچنین در مطالعه محمدی و همکاران (2014)، به استفاده از صمغ زانتان (10 گرم در کیلوگرم) به همراه کربوکسی متیل سلولز (10 گرم در کیلوگرم) جهت افزایش کیفیت نان های بدون گلوتن اشاره شده است (15).

با توجه به موارد ذکر شده اهمیت پژوهش پیرامون نان‌های تهیه شده از آرد های مختلف و بدون گلوتن و با کیفیت مطلوب ارگانولپتیک به خوبی مشخص می‌گردد. بنابراین هدف از انجام این مطالعه تهیه نان بر پایه افزودن صمغ‌های هیدروکسی‌پروپیل متیل سلولز و امولسیفایر سدیم استئارویل لاکتیلات و ایجاد بهبود خواص نانوایی نان بدون گلوتن حاصل از مخلوط آرد ذرت و بلوط بود.

• مواد و روش‌ها

آرد ذرت (کارخانه نان فدک اصفهان)، آرد بلوط (سطح شهر یاسوج)، هیدروکسی‌پروپیل متیل سلولز (HPMC) و سدیم استئارویل لاکتیلات (SSL) (شرکت سپاهان تب اصفهان)، شکر، روغن قنادی (شورتنینگ)، تخم مرغ، نمک تصفیه شده بدون ید (از مراکز فروش سطح شهر کاشان)، شیرخشک 2/5 درصد چربی (شرکت پاک تهران)، مخمر نانوایی (شرکت خمیر مایه فریمان) و سایر مواد شیمیایی ساخت شرکت مرک آلمان مورد استفاده قرار گرفت.

جهت تهیه نان مخمر خشک در یک محلول آب، شکر و نمک در دمای 25 درجه سانتی‌گراد حل شد و در گرمخانه در دمای 30 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 85 درصد به مدت 15 دقیقه‌گذاشته شد. سپس اجزا دیگر شامل 70 درصد آرد ذرت و 30 درصد آرد بلوط به همراه یک درصد نمک و شکر آرد مصرفی اضافه شد. روغن قنادی و پودر شیر خشک دو درصد و مخمر یک درصد آرد مصرفی اضافه شد. تخم مرغ معادل ده درصد آرد مصرفی استفاده شد. همه اجزاء خشک در داخل مخلوط‌کن، مخلوط شدند و پس از اضافه کردن آب، روغن نیز اضافه شد. زرده از سفیده تخم‌مرغ جدا و سفیده به هم زده شد تا کف کند و سپس به فرمول اضافه گردید. این فرمول به عنوان خمیر شاهد منظور گردید. جهت تهیه گروه های تیمار، در نمونه ها صمغ با غلظت های 1/5، 2/5 و 3/5 درصد و امولسیفایر در دو غلظت 0/1 و 0/3 درصد به صورت مجزا و ترکیب صمغ و امولسیفایر به خمیر اضافه گردیدند (11 تیمار). صمغ و امولسیفایر قبل از سفیده تخم مرغ به خمیر اضافه گردید و تمام اجزاء به مدت 10 دقیقه مخلوط شدند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-11]

پس از 15 دقیقه تخمیر، خمیر به قطعات 150 گرمی در داخل قالب های پهن قرار گرفت و در دمای 240 درجه سانتی‌گراد به مدت 10 دقیقه پخت انجام شد و در دمای محیط سرد و پس از برش داده شدن در بسته پلی اتیلن 3 لایه قرار گرفت.

آزمون های شیمیایی انجام شده بر روی آردها شامل اندازه گیری رطوبت (به روش AACC 16-44) ، خاکستر (به روش AACC 08-01) و اندازه گیری پروتئین (به روش AACC 16-46) بود (17، 16).

برای ارزیابی بیاتی نان‌ها از آزمون سوراخ کردن بافت نان (puncture test) توسط دستگاه اینسترون (Instron) مدل 1140 ساخت انگلستان مجهز به پروب 25 میلی‌متری و با سرعت 100 میلی متر در دقیقه استفاده شد. نحوه انجام آزمایش به این صورت بود که پس از تعیین ضخامت نان با کولیس و نصب یک پروب استوانه‌ای با ضخامت 1/27 سانتی‌متر، نمونه را در جایگاه مخصوص دستگاه قرار داده و با روشن کردن دستگاه پروب استوانه‌ای شکل با قطر معین به داخل نمونه نفوذ و آن را کامل سوراخ کرد. دستگاه با رسم یک منحنی میزان نیروی لازم برای نفوذ به داخل نان را نشان داد. به کمک فرمول زیر مقدار حداکثر مقاومت برشی (shear strength) بدست آمد. در فرمول، F: نیروی وارد شده (گرم)، S: حداکثر مقاومت برشی (گرم بر سانتی متر مربع)، d: قطر پروب و t: قطر نمونه بود. ارزیابی نان از نظر بیاتی 1ساعت، 24 ساعت و 48 ساعت پس از پخت انجام شد. هر چه نان به سمت بیاتی پیش برود، ساختار سفت‌تر می‌شود و مقدار نیروی لازم برای سوراخ کردن نان بیشتر می‌شود و به دنبال آن مقدار تنش برشی بیشتر خواهد شد (18).

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

جهت ارزیابی حسی نمونه ها از 15 فرد مبتلا به سلیاک آموزش دیده با استفاده از تست هدونیک 5 نقطه ای استفاده شد. سه نمونه که از لحاظ ظاهری و بافت نسبت به بقیه نمونه ها دارای کیفیت مطلوب تری بودند همراه با نمونه شاهد انتخاب شدند. این نمونه ها توسط افراد مورد نظر در سه فاکتور طعم، رنگ و بافت و همچنین پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند (19). تجزیه و تحلیل داده‌های آماری حاصل از سه بار تکرار آزمایش‌های شیمیایی و بافت سنجی توسط نرم افزار آماری sas نسخه 16 انجام گرفت. جهت آنالیز داده ها از آزمون آنالیز واریانس و جهت مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح معنی داری 5 % استفاده شد.

• یافته‌ها

براساس نتایج به دست آمده در جدول 1 می‌توان ویژگی-های شیمیایی آردهای ذرت و بلوط را مشاهده کرد. نتایج میانگین اثر زمان بر بیاتی و رطوبت در کل تیمارها نشان داد که با گذشت زمان بیاتی افزایش معنی‌داری یافته و رطوبت طی زمان کاهش معنی‌داری داشت. به‌طوری که کمترین میزان بیاتی مربوط به 1ساعت اول پس از پخت و بیشترین میزان سفتی مربوط به 48 ساعت بعد پخت بود. همچنین بیشترین میزان رطوبت مربوط به 1ساعت اول بعد پخت وکمترین میزان رطوبت نان 48 ساعت بعد پخت بود ($p<0/05$) (جدول 2).

جدول 1. ترکیبات شیمیایی آرد ذرت و بلوط

عنوان آزمایش	آرد بلوط	آرد ذرت
رطوبت (%)	9/2	9/35
pH	6/10	5/7
پروتئین بر مبنای ماده خشک* (%)	4/2	7/28
کربوهیدرات بر حسب نشاسته (%)	76/6	77/70
چربی بر مبنای ماده خشک (%)	5/3	4/10
خاکستر بر مبنای ماده خشک (%)	1/72	1/20

* فاکتور تبدیل پروتئین: N×5/95

جدول 2. مقایسه میانگین اثر زمان بر بیاتی و رطوبت نان کل تیمارهای تهیه شده از آرد ذرت و بلوط همراه با صمغ HPMC و SSL

زمان	حداکثر نیروی پانچری (N/cm^2)	رطوبت (درصد)
1 ساعت	$5/35 \pm 0/1^{a*}$	$34/41 \pm 0/198^{a}$
24 ساعت	$6/10 \pm 0/11^{b}$	$30/80 \pm 0/25^{b}$
48 ساعت	$6/82 \pm 0/08^{c}$	$26/80 \pm 0/115^{c}$

*حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار است ($p<0/05$).

در جدول 3 می‌توان اثر تیمارهای مختلف بر بیاتی و رطوبت را مشاهده نمود. نمونه تیمار شده با ترکیب 3/5 درصد صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و 0/3 درصد سدیم استئارویل لاکتیلات دارای بیشترین میزان سفتی ($7/95\ N/cm^2$) معنا داری با سایر تیمارها بود. بعد از آن نمونه حاوی ترکیب 3/5 درصد صمغ و 0/1 درصد امولسیفایر بیشترین میزان سفتی ($7/34\ N/cm^2$) را داشته ولی با نمونه شاهد ($6/95\ N/cm^2$) اختلاف معنی‌داری نداشت ($p<0/05$). بیشترین میزان نرمی ($4/73\ N/cm^2$) مربوط به نمونه تیمار شده با ترکیب 2/5 درصد صمغ و 0/3 درصد امولسیفایر بود که با بقیه تیمارها به جز تیمار حاوی ترکیبی از 3/5 درصد صمغ و 0/1 درصد امولسیفایر ($5/22\ N/cm^2$)، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<0/05$).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-11]

جدول 3. مقایسه میانگین اثر کل تیمارها بر بیاتی نان و رطوبت در نان تهیه شده از آرد ذرت و بلوط همراه با صمغ HPMC و SSL

تیمار	حداکثر نیروی پانچری(N/cm^2)	رطوبت (درصد)
شاهد	$6/95 \pm 0/13^{b*}$	$26/89 \pm 0/17^{e}$
1/5HPMC درصد	$5/58 \pm 0/12^{cd}$	$32/40 \pm 0/17^{b}$
2/5HPMC درصد	$5/21 \pm 0/08^{d}$	$32/88 \pm 0/9^{b}$
3/5HPMC درصد	$7/18 \pm 0/1^{b}$	$29/65 \pm 0/15^{c}$
SSL 0/1 درصد	$5/95 \pm 0/14^{c}$	$27/89 \pm 0/21^{d}$
0/3SSL درصد	$5/81 \pm 0/12^{c}$	$28/36 \pm 0/13^{d}$
صمغ 1/5 و امولسیفایر 0/1 درصد	$5/64 \pm 0/11^{dc}$	$32/54 \pm 0/9^{b}$
صمغ 2/5 و امولسیفایر 0/1 درصد	$5/22 \pm 0/1^{de}$	$32/84 \pm 0/16^{b}$
صمغ 3/5 و امولسیفایر 0/1 درصد	$7/34 \pm 0/28^{b}$	$29/43 \pm 0/11^{c}$
صمغ 1/5 و امولسیفایر 0/3 درصد	$5/58 \pm 0/21^{cd}$	$32/48 \pm 0/11^{b}$
صمغ 2/5 و امولسیفایر 0/3 درصد	$4/73 \pm 0/28^{e}$	$33/44 \pm 0/11^{a}$
صمغ 3/5 و امولسیفایر 0/3 درصد	$7/95 \pm 0/28^{a}$	$29/28 \pm 0/11^{c}$

*حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار است ($P<0/05$)

مطابق جدول 4، رطوبت در تمام نمونه‌ها و همچنین نمونه شاهد طی گذشت زمان کاهش معنی‌داری نشان داد ($p<0/05$). با این حال مشاهده شد که با افزایش درصد صمغ و امولسیفایر، رطوبت کمتر قدرت خروج از سطح نان را داشت. افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در سطح 2/5 درصد و امولسیفایر در سطح 0/3 درصد بیشترین اثر را نشان داد ($p<0/05$). فاکتور بیاتی در نمونه‌های حاوی صمغ و امولسیفایر و همچنین نمونه‌ی شاهد، طی گذشت زمان افزایش معنی‌داری داشت ($p<0/05$). بیاتی در 48 ساعت پس از پخت، در تمام نمونه‌ها، بالاترین مقدار را در مقایسه با 1 ساعت و 24 ساعت پس از پخت نشان داد ($p<0/05$). در زمان 1 ساعت پس از پخت کمترین مقدار بیاتی ($4/1\ N/cm^2$) مربوط به نمونه تیمار شده با ترکیب 2/5 درصد صمغ و 0/3 درصد امولسیفایر و بیشترین مقدار بیاتی ($6/90\ N/cm^2$) مربوط به نمونه تیمار شده با ترکیب 3/5 درصد صمغ و 0/3 درصد امولسیفایر بود. در زمان 48 ساعت پس از پخت نیز، کمترین مقدار مقاومت برشی مربوط به نمونه تیمار شده با ترکیب 2/5 درصد صمغ و 0/3 درصد امولسیفایر و بیشترین مقدار مقاومت برشی مربوط به نمونه تیمار شده با ترکیب 3/5 درصد صمغ و 0/3 درصد امولسیفایر بود.

جدول 4. مقایسه میانگین نیروی پانچری و درصد رطوبت 1 ساعت، 24 ساعت و 48 ساعت بعد از پخت در نان تهیه شده از آرد ذرت و بلوط همراه با صمغ HPMC و SSL

تیمار	1 ساعت		24 ساعت		48 ساعت	
	نیروی پانچری(N/cm^2)	رطوبت (%)	نیروی پانچری(N/cm^2)	رطوبت (%)	نیروی پانچری(N/cm^2)	رطوبت (%)
شاهد	$5/50 \pm 0/18^{lmnopq}$	$32/50 \pm 0/11^{d*}$	$7/26 \pm 0/11^{d}$	$27/15 \pm 0/16^{f}$	$8/10 \pm 0/16^{b}$	$21/03 \pm 0/25^{h}$
1/5HPMC درصد	$5/01 \pm 0/19^{qrs}$	$35/36 \pm 0/31^{a}$	$5/58 \pm 0/08^{jklmno}$	$33/10 \pm 0/26^{b}$	$6/14 \pm 0/16^{fghi}$	$28/74 \pm 0/17^{c}$
2/5HPMC درصد	$4/80 \pm 0/6^{rs}$	$35/42 \pm 0/1^{a}$	$5/06 \pm 0/11^{pqr}$	$33/08 \pm 0/15^{b}$	$5/76 \pm 0/06^{hijkl}$	$30/13 \pm 0/04^{b}$
3/5HPMC درصد	$6/19 \pm 0/15^{fgh}$	$34/66 \pm 0/11^{b}$	$7/22 \pm 0/22^{d}$	$28/73 \pm 0/41^{d}$	$8/14 \pm 0/20^{b}$	$25/55 \pm 0/13^{d}$
SSL 0/1 درصد	$5/36 \pm 0/17^{mnopq}$	$32/25 \pm 0/27^{d}$	$5/88 \pm 0/21^{ghijkl}$	$28/01 \pm 0/15^{e}$	$6/61 \pm 0/10^{ef}$	$23/41 \pm 0/17^{f}$
SSL 0/2 درصد	$5/25 \pm 0/10^{nopqr}$	$32/55 \pm 0/19^{d}$	$5/90 \pm 0/12^{ghijkl}$	$29/40 \pm 0/11^{c}$	$6/28 \pm 0/09^{fg}$	$23/15 \pm 0/12^{g}$
صمغ 1/5 و امولسیفایر 0/1 درصد	$5/20 \pm 0/21^{nopqr}$	$35/60 \pm 0/03^{a}$	$5/65 \pm 0/14^{ijklmn}$	$32/92 \pm 0/18^{b}$	$6/08 \pm 0/16^{ghij}$	$29/10 \pm 0/1^{c}$
صمغ 2/5 و امولسیفایر 0/1 درصد	$4/75 \pm 0/05^{rs}$	$35/40 \pm 0/21^{a}$	$5/10 \pm 0/08^{opqr}$	$33/12 \pm 0/42^{b}$	$5/81 \pm 0/16^{giklm}$	$30/01 \pm 0/12^{b}$
صمغ 3/5 و امولسیفایر 0/1 درصد	$6/30 \pm 0/13^{fg}$	$34/08 \pm /03^{c}$	$7/40 \pm 0/17^{cd}$	$28/45 \pm 0/13^{de}$	$8/32 \pm 0/16^{b}$	$25/77 \pm 0/18^{d}$
صمغ 1/5 و امولسیفایر 0/3 درصد	$5/230 \pm 0/28^{nopr}$	$35/15 \pm 0/03^{ab}$	$5/50 \pm 0/19^{lmnopq}$	$33/36 \pm 0/13^{b}$	$6/03 \pm 0/16^{ghijk}$	$28/92 \pm 0/18^{c}$
صمغ 2/5 و امولسیفایر 0/3 درصد	$4/10 \pm 0/10^{t}$	$35/41 \pm 0/03^{a}$	$4/58 \pm 0/11^{st}$	$33/90 \pm 0/13^{a}$	$5/53 \pm 0/14^{klmnop}$	$31/02 \pm 0/18^{a}$
صمغ 3/5 و امولسیفایر 0/3 درصد	$6/90 \pm 0/20^{de}$	$34/60 \pm 0/03^{b}$	$7/89 \pm 0/19^{bc}$	$28/45 \pm 0/13^{de}$	$9/06 \pm 0/16^{a}$	$24/80 \pm 0/18^{e}$

*حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار است ($P<0/05$).

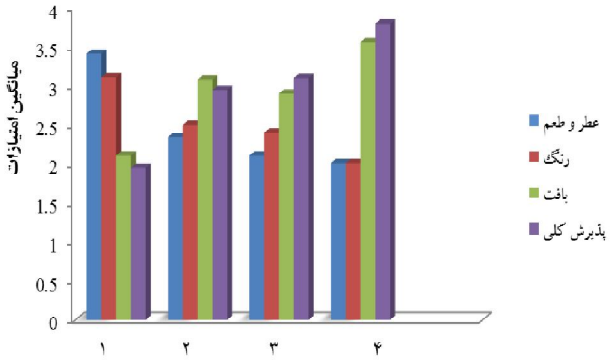
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-11]

نتایج مربوط به پذیرش کلی نمونه‌های نان در جدول 5 قابل مشاهده است. طبق نتایج ارزیابی حسی مشاهده شد که با توجه به این که بیشترین نمره‌ی ارزیابی پذیرش کلی به نمونه حاوی ترکیب 2/5 درصد HPMC و 0/3 درصد SSL بود در حالی که این نمونه از لحاظ فاکتور های عطر و طعم و رنگ ضعیف‌تر از شاهد بود (شکل 1)، اما از لحاظ بافت خیلی بهتر از نمونه‌ی شاهد بود و بیشترین نمره‌ی ارزیابی کلی را داشت. بنابراین نشان می‌دهد که بافت نان مهم‌ترین فاکتور در ارزیابی حسی بود. در شکل 1 می‌توان میانگین امتیازات ارزیابان به نمونه‌های نان بدون گلوتن را مشاهده کرد.

جدول 5. مقایسه میانگین نتایج پذیرش کلی نان های تهیه شده

تیمار	پذیرش کلی (میانگین امتیازات)
شاهد	1/95[a*]
2/5 درصد HPMC	2/95[b]
3/5 درصد HPMC	3/10[c]
2/5 درصد HPMC و 0/3 درصد SSL	3/80[d]

*حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار است (P<0/05).



شکل 1. میانگین امتیازات ارزیابان به نمونه های نان بدون گلوتن

1-نمونه شاه
2- نمونه حاوی 2/5 درصد HPMC
3- نمونه حاوی 3/5 درصد HPMC
4-نمونه حاوی 2/5 درصد HPMC و 0/3 درصدSSL

• بحث

در این پژوهش، هدف تهیه نان بدون گلوتن با کیفیت مناسب و با ارزش تغذیه‌ای بالا بود که این کار با صمغ HPMC در نسبت‌های 1/5، 2/5 و 3/5 درصد و SSL در نسبت‌های 0/1 و 0/3 درصد مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق نشان داد که صمغ HPMC و امولسیفایر SSL می‌توانند به منظور بهبود خصوصیات آردهای بدون گلوتن بکار روند. در این مطالعه نشان داده شد که با گذشت زمان میزان بیاتی نان‌های تولید شده در طی زمان 1 تا 48 ساعت پس از پخت افزایش داشت و از طرفی میزان کاهش رطوبت نیز با افزایش زمان افزایش نشان داد. نتایج این مطالعه همسو با نتایج مطالعات ملکی و همکاران بود (20). مطالعات نشان دادند که ترکیبات آبدوست قابلیت بر هم کنش با آب را داشته و سبب کاهش انتشار و پایداری حضور آن در سیستم نان در طی فرایند پخت می‌شوند و همین امر در افزایش میزان رطوبت محصول نهایی طی فرایند پخت و پس از آن مؤثر خواهد بود (21). هیدروکسی پروپیل متیل سلولز قدرت زیادی در ایجاد شبکه هیدروکلوئیدی جایگزین شبکه گلوتنی دارد به گونه‌ای که حتی در شرایط پخت نیز از پاشیدگی بافت نان و متعاقب آن از خروج رطوبت جلوگیری می‌کند (22). همانطور که در جدول 2 و 3 مشاهده می‌شود پس از 48 ساعت در تمامی نمونه‌های تیمار و شاهد نان تهیه شده سفتی و حالت بیاتی در نان گزارش شد. سفتی نان ایجاد شده در طول زمان نگهداری، به خشک شدن مغز نان نسبت داده می‌شود که این فرایند مربوط به دو عامل که شامل انتقال رطوبت از مغز نان به پوسته و سفت شدن ذاتی مواد سلولی که به کریستالیزاسیون مجدد نشاسته بر می‌گردد (23).

بر اساس نتایج، غلظت 2/5 درصد صمغ HPMC وغلظت 0/3 درصد امولسیفایر SSL دارای مطلوب‌ترین نتایج مربوط به جلوگیری از بیاتی نان‌ها را نشان داد. غلظت 0/1 و 0/3 درصد از امولسیفایر تأثیر چندانی بر فاکتور بیاتی نان نداشتند. با افزایش میزان غلظت HPMC به 3/5 درصد باعث سفتی بیشتر نان و کاهش کیفیت نان حاصله شد. در بررسی نشان دادند که افزودن ترکیبات هیدروکلوئیدی مانند کربوکسی متیل سلولز (CMC) سبب کاهش سفتی نان می‌شود به‌طوری که با اثر تضعیف کنندگی بر ساختار نشاسته منجر به توزیع و حفظ یکنواخت آب و در نتیجه نرمی در مغز نان می‌شود (24). از طرف دیگر هیدروکلوئیدها در اثر حرارت تشکیل یک ژل برگشت پذیر ایجاد نموده که در دمای بالاتر از 50 درجه سانتیگراد به صورت ژل بسیار مقاوم در می‌آیند که باعث پایدار کردن ساختار ژلاتینی مغز نان در طی دماهای پخت شده ولی سفتی مغز نان را پس از پخت کاهش می‌دهد (25). همسو با مطالعه حاضر، مویدی و همکاران (1392) نشان دادند که افزودن صمغ کتیرا با غلظت 2 درصد کمترین میزان بیاتی نان را در مقایسه با گروه شاهد نشان داد (6). در مطالعه ملکی و همکاران (1395) نیز افزودن غلظت های مختلف CMC به نان‌های با غلظت‌های متفاوت از آرد برنج و سویا سبب بهبودی ویژگی بیاتی نان شد (20). همچنین در مطالعه ابراهیم پور و همکاران (1389)، افزودن پکتین با غلظت 3

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-11]

درصد و پکتین-گوار با غلظت 2 و 3 درصد، سبب افزایش حجم نان و بهبود ویژگی های نان حجیم بدون گلوتن شد (26).

طبق جدول 3، بیشترین میزان رطوبت در نان در گروه تیمار 2/5 درصد HPMC و 0/3 درصد SSL به میزان 33/44 درصد مشاهده شد. کمترین محتوای رطوبتی در بین سایر نمونه‌های نان نیز مربوط به گروه شاهد با 29/89 درصد بود. درصد های 0/1 و 0/3 امولسیفایر به تنهایی تأثیر چندانی بر محتوی رطوبتی نمونه های نان نداشتند هر چند که نسبت به نمونه شاهد روند از دست دادن رطوبت نان را کنترل و کاهش دادند. در تحقیق مشابهی Guarda و همکاران اثر هیدروکلویید های مختلف را به عنوان بهبود دهنده، عامل ضد بیاتی و افزایش دهنده محتوی رطوبتی نشان دادند (27). تحقیقات Collar و همکاران (2001)، نیز همسو با مطالعه حاضر بود (28). به طورکلی اثر نرم کنندگی هیدروکلوئیدها به ظرفیت نگهداری آب آنها و احتمالاً جلوگیری از واگشتگی آمیلوپکتین نسبت داده می‌شود، زیرا آنها ترجیحاً به نشاسته متصل شده و در نتیجه از پیوند نشاسته-گلوتن جلوگیری می‌کنند (25، 20). با توجه به موارد ذکر شده، نوع آرد و غلظت های مورد استفاده آن ها نیز درترکیب نان به عنوان فاکتورهای مهم بر کیفیت نان موثر هستند به طوری که نتایج مطالعه مجذوبی و همکاران (1392)، نشان داد که با افزایش درصد آرد بلوط جذب آب خمیر نان کاهش، پایداری افزایش و حجم خمیر پس از تخمیرکاهش یافت. با افزایش درصد آرد بلوط، حجم نان کاهش، دانسیته و سفتی بافت و تیرگی آن افزایش یافت. همچنین تعیین رنگ پوسته و سفتی مغز نان در طی نگهداری به مدت سه روز نشان داد که بیاتی نان با افزایش درصد آرد بلوط افزایش یافت (29). در مطالعه پور اسماعیل و همکاران (1390)، نشان داده شد که استفاده از صمغ گوار سبب کاهش سفتی مغز نان بدون گلوتن تهیه شده از آرد سویا، برنج و نشاسته ذرت در زمان پخت شد. با این حال افزایش در غلظت گوار سبب افزایش سفتی نان شد ولی استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی تا 10 واحد سبب به تعویق افتادن روند بیاتی نان شد (30). این نتایج همسو با مطالعه حاضر بود، به طوری که با افزایش غلظت صمغ HPMC و امولسیفایر SSL سفتی نان افزایش پیدا کرد.

نتایج ارزیابی حسی طبق نظر ارزیابان نشان داد که کاربرد ترکیبیHPMC در سطح 2/5 درصد با امولسیفایر SSL در سطح 0/3 درصد از لحاظ بافت و پذیرش کلی بهترین نمونه بوده است. نتیجه بررسی‌ها نشان داد که با افزایش مقدار هیدروکلوئیدها که سبب جلوگیری از واکنش میلارد و کاراملیزه شدن (14) و همچنین ایجاد پوشش در سطح نان می‌شود از پخش شدن عطر نان در شامه ارزیابان ممانعت به عمل می‌آورد (14) و به این دلیل عطر و طعم که دو ویژگی وابسته و نزدیک به هم هستند کاهش می‌یابد. در نمونه‌های تیمار شده با صمغ و ترکیب صمغ و امولسیفایر نیز از لحاظ طعم، امتیاز پایین‌تری نسبت به نمونه شاهد نشان داده شد. بنابراین می‌توان پیشنهاد نمود که جهت افزایش کیفیت طعم با اضافه کردن افزودنی‌های گیاهی از جمله گشنیز و غیره باعث بهبود عطر و طعم نمونه‌های حاوی صمغ و امولسیفایر شد. در بررسی مشابهی نشان دادند که افزودن ترکیبات گزانتان، کاراگینان، آلژینات و HPMC سبب افزایش پذیرش کلی نان حجیم شده شد (27). همچنین در مطالعه دیگری نشان دادند افزودن 0/1 درصد از HPMC به نان چاپاتی سبب افزایش مقبولیت آن نسبت به صمغ کاراگینان شد (31).

بنابراین با توجه به اینکه تنها معالجه موثر بیماران سلیاکی، رژیم بدون گلوتن در تمام طول عمر می‌باشد لذا بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان از صمغ HPMC و امولسیفایر SSL در غلظت های به ترتیب 2/5 و 0/3 درصد در نان بدون گلوتن تهیه شده از آرد ذرت و بلوط استفاده نمود. همچنین پیشنهاد می‌شود که از انواع سبزیجات و ادویه ها در فرمولاسیون نان های بدون گلوتن جهت ارتقای کیفیت عطر و طعم و بوی محصولات استفاده شود.

سپاسگزاری: نویسندگان از همکاری کارمندان آزمایشگاه کنترل غذای معاونت غذا و داروی دانشگاه علوم پزشکی کاشان کمال تشکر را دارند.

• References

1. Rubio-Tapia A, Hill ID, Kelly CP, Calderwood AH, Murray JA. ACG clinical guidelines: diagnosis and management of celiac disease. Am J Gastroenterol. 2013;108(5):656-76.

2. Ahmadi B, Bagheri P, Zaherara M. Systematic Review and meta-analysis on the prevalence of celiac disease in patients with irritable bowel syndrome in Iran. Govaresh. 2014;19(4):242-9 [in Persian].

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-11]

3. Gallagher E, Gormley T, Arendt E. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends Food Sci Tech. 2004;15(3):143-52.

4. Masoodi M, Sadeghi S, Moosavi A. Celiac disease in patients with irritable bowel syndrome. Govaresh. 2007;12(3):200-4 [in Persian].

5. Shahbazkhani B, Forootan M, Merat S, Akbari M, Nasserimoghadam S, Vahedi H, et al. Coeliac disease presenting with symptoms of irritable bowel syndrome. Aliment Pharm Therap. 2003;18(2):231-5.

6. Moayedi S, Sadeghi MA, Azizi M, Maghsoudlou Y. Effect of different levels of gum Tragacanth on bread quality. J Food Sci Tech. 2013;38(10):103-12 [in Persian].

7. Karbasi A, Saboni MS, Rastegarypor F. Analysis effective factors of bread wastage in Sistan rural and urban households (Case Study: Zabol city). Agric Econ Dev. 2009; 17 (67):1-18 [in Persian].

8. Giannone V, Lauro MR, Spina A, Pasqualone A, Auditore L, Puglisi I, et al. A novel α-amylase-lipase formulation as anti-staling agent in durum wheat bread. LWT-Food Sci Technol. 2016;65:381-9.

9. Tsatsaragkou K, Gounaropoulos G, Mandala I . Development of gluten free bread containing carob flour and resistant starch. LWT-Food Sci Technol. 2014;58(1):124-9.

10. Anton AA, Artfield SD. Hydrocolloids in gluten-free breads: a review. Int J Food Sci Nutr. 2008; 59(1): 11-23.

11. Rosell C, Wang J, Aja S, Bean S, Lookhart G. Wheat flour proteins as affected by transglutaminase and glucose oxidase. Cereal Chem. 2003;80(1):52-55.

12. Crockett R, Ie P, Vodovotz Y. Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten-free bread. Food Chem. 2011;129(1):84-91.

13. Hager A-S, Arendt EK. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. Food Hydrocolloids. 2013;32(1):195-203.

14. Vatankhah H, Shahedi M, Kadivar M, Shakeri Brojeni M. Different mix of vanilla and tragacanth gum impact on sensory characteristics and the staling of bread without gluten. 21st National Congress of Food Science and Technolog. 2013. 1-6. NCFOODI21-556 [in Persian].

15. Mohammadi M, Sadeghnia N, Azizi MH, Neyestani TR, Mortazavian AM. Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: Xanthan and CMC. J Ind Eng Chem. 2014;20(4):1812-8.

16. American Association of Cereal Chemists. (2000). Approved Methods of AACC (01-08), St. Paul, MN: The Association.

17. American Association of Cereal Chemists. (2000). Approved Methods of AACC (16-44), St. Paul, MN: The Association.

18. Pourmohammadi K, Aalami M, Shahedi M, Mahoonak AS. Effect of microbial transglutaminase on dough rheological properties of wheat flour supplemented with hull-less barley flour. J Food Res Agri Sci. 2011;21(3):269-79 [in Persian].

19. Sharafati Chaleshtori R, Rokni N, Rafieian-Kopaei M, Drees F, Salehi E. Antioxidant and Antibacterial Activity of Basil (Ocimum basilicum L.) Essential Oil in Beef Burger. J Agric Sci Technol. 2015;17(4):817-26.

20. Maleki G, Mazaheri TM, Shokrollahi F. Effect of different concentration of soy flour on the quality of gluten-free bread containing rice flour. J Food Sci Tech. 2016;13:51-62 [in Persian].

21. McCarthy D, Gallagher E, Gormley T, Schober T, Arendt E. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. Cereal Chem. 2005;82(5):609-15.

22. Kotoki D, Deka S. Baking loss of bread with special emphasis on increasing water holding capacity. J Food Sci Tech. 2010;47(1):128-31.

23. Maleki G, Milani J, Amiri Z. Effect of different hydrocolloids on staling of barbari bread. Adv Food Sci. 2012;34:36-42.

24. Armero E, Collar C. Antistaling additive effects on fresh wheat bread quality/Efectos de los aditivos antienvejecimiento sobre la calidad del pan fresco. Food Sci Technol Int. 1996;2(5):323-33.

25. Maleki G, Milani J. Effect of different hydrocolloids on barbari bread texture and microstructure. Acta Aliment. 2013;43(4):584-91.

26. Ebrahimpour N, Peighambardoust SH, Azadmard-Damirchi S. Effect of pectin, guar and carrageenan on the quality of gluten free bread. J Food Res. 2011; 20(3): 85-98 [in Persian].

27. Guarda A, Rosell C, Benedito C, Galotto M. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloids. 2004;18(2):241-7.

28. Collar C, Martinez J, Rosell C. Lipid binding of fresh and stored formulated wheat breads. Relationships with dough and bread technological performance. Food Sci Technol Int. 2001;7(6):501-10.

29. Majzoobi M, Mortazavi S, Asadi Yousefabad S, Farahnaki A. The effect of acorn flour on characteristics of dough and Barbari bread. Res Sci Food Indust. 2013;23(2):271-80 [in Persian].

30. Pouresmaeil N, Azizi MH, Abbasi S, Mohamadi M. Formulation of gluten free bread using guar and microbial transglutaminase enzyme. J Food Res. 2011; 21 (1): 70-81 [in Persian].

31. Shalini KG, Laxmi A. Influence of additives on rheological characteristics of whole-wheat dough and quality of Chapatti (Indian unleavened Flat bread) Part I-hydrocolloids. Food Hydrocolloids. 2007;21(1):110-7.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-11]

The Effect of Single and Combined Hydroxy Propyl Methyl Cellulose and Sodium Stearyl Lactilate on Dough Rheology and Baking Properties of Corn and Chestnut Bread

Tavakolipour H[1], Sharafati-Chaleshtori R[2], Matinfard S[3*]*

1- Associated Prof, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University,Sabzevar, Iran.

*2- *Corresponding author: Research Center for Biochemistry and Nutrition in Metabolic Diseases, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran. Email: sharafati.reza@gmail.com.com*

*3- *Corresponding author: Faculty of Marine Science and Technology, Tehran North Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: saeedmatin68@gmail.com*

Received 6 Jun, 2016 **Accepted 25 Sept, 2016**

Background and Objectives: Celiac disease (CD) is a digestive disease that causes intestinal inflammation and impaired absorption of nutrients by the villi of the small intestine. Patients with CD, cannot tolerate a specific protein called gluten and this protein is found in wheat, barley and rye. Therefore, this patients need to eat gluten-free food and bread. The aim of this study was determining the effect of hydroxy propyl methyl cellulose and sodium stearyl lactilate on dough rheology and baking properties of gluten free bread derived from corn and chestnut flour.

Materials & Methods: In this interventional study, the effect of Hydrox ypropyl methyl cellulose gum at three levels of 1.5%, 2.5% and 3.5% and emulsifier sodium stearoyl lactylate at two levels of 0.1%, 0.3% were examined. Formulation of bread was formed from corn flour (70 %) or Chestnut flour (30 %), Yeast, egg, milk powder and salt. The influence of Gum and emulsifier on bread quality and its characteristics were evaluated through the puncture test and the moisture content after 1, 24 and 48 hours after baking time and sensory test after 1 hour were investigated.

Results: Results of the puncture test showed that the addition of gum at level 2.5 % and emulsifier at level 0.3 % increased the quality and delayed staling of bread compared to the control bread. The evaluation of moisture content demonstrated that adding the gum reduced the moisture loss percentage at 1, 24 and 48 hours after the baking. Also, the sensory evaluation test showed that the bread containing 2.5 % gum and 0.3 % emulsifier had the best quality and results.

Conclusion: Therefore it is recommended to add 2.5% of gum and 0.3% of emulsifier to improve the quality of gluten free breads.

Keywords: Gum, Emulsifier, Celiac disease, Gluten-free bread

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-11]