

# تأثیر افزودن پکتین بر روی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی نان بدون گلوتن بر پایه‌ی ذرت

المیرا عبدالعلی زاده<sup>۱</sup>، مهدی قره خانی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۰۶)

## چکیده

بیماری سلیاک عدم تحمل دائمی به برخی پرولامین‌های غلات می‌باشد و این بیماری یکی از رایج‌ترین حساسیت‌های غذایی محسوب می‌گردد. تنها معالجه مؤثر این بیماران، رژیم غذایی بدون گلوتن می‌باشد. نان‌های بدون گلوتن به ترکیبات پلیمری و هیدروکلوئیدها نیاز دارند تا ویژگی‌های ویسکوالاستیک گلوتن را به منظور ایجاد ساختار مطلوب و نگهداری گاز، تأمین نمایند. در این پژوهش تأثیر صمغ پکتین در سه سطح (۱، ۲ و ۳ درصد) و ترکیب پکتین-کتیرا در سطح ۳ درصد وزن آرد بر روی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، سفتی و ویژگی‌های حسی نان حجیم بدون گلوتن بر پایه آرد ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت. افزودن پکتین و افزایش سطوح آن موجب افزایش حجم مخصوص در نان‌های حاوی هیدروکلوئیدها در مقایسه با نان شاهد گردید و در بین تیمارهای مورد بررسی نان حاوی ۳ درصد پکتین بیشترین میزان حجم مخصوص را نشان داد. کمترین میزان افت پخت نان متعلق به نان حاوی ۲ درصد پکتین می‌باشد که با نان‌های حاوی ۱ و ۳ درصد پکتین غیر معنی‌دار بود. با افزودن پکتین میزان رطوبت در مغز نان‌های حاوی پکتین در مقایسه با نان شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. در مقایسه تیمارهای پکتین با نان شاهد در زمان‌های ۲۴ و ۷۲ ساعت بعد از پخت مشاهده شد که افزودن و افزایش سطوح پکتین باعث افزایش غیر معنی‌دار در سفتی نان‌ها شده است. هم‌چنین نتایج نشان داد تأثیر تیمار بر ویژگی‌های حسی غیر معنی‌دار ( $p > 0.05$ ) بود و افزودن نسبت‌های مختلف هیدروکلوئیدها موجب بهبود پذیرش کلی در ارزیابی‌های حسی گردید. در مجموع با توجه به نتایج حاصله از آزمایشات مختلف و نتایج آماری بررسی شده افزودن ۲ درصد پکتین برای بالا بردن کیفیت نان بدون گلوتن توصیه می‌شود.

کلید واژگان: نان بدون گلوتن، ذرت، پکتین، سلیاک

\* مسئول مکاتبات: m.gharekhani@iaut.ac.ir

## ۱- مقدمه

بیماری سلیاک یک عدم تحمل دائمی به برخی پرولامین های غلات با توالی الیگوپپتیدی ویژه می باشد. بخش گلیادین گندم، سکالین چاودار، هوردئین جو و آونین یولاف در مکانیزم بیماری سلیاک درگیر هستند [۱]. این بیماری عارضه ای است که در آن غشاء مخاطی روده کوچک فرد مبتلا توسط گلوتن آسیب می بیند، در نتیجه اختلال در جذب مواد مغذی، کاهش وزن، کم خونی، خستگی، نفخ، کمبود فولات، پوکی استخوان [۲] و دیابت نوع یک به وجود می آید، این ناخوشی روده ای حساس به گلوتن می تواند به علت ژنتیکی یا ایمنونولوژیکی یا شرایط زیست محیطی باشد [۳]. تنها درمان مؤثر برای بیماری سلیاک پیروی جدی از رژیم غذایی بدون گلوتن در تمام طول عمر بیمار است [۴]. گلوتن پروتئین ساختاری برای پخت [۱] و ضروری ترین پروتئین سازنده بافت محصولات آردی حاضر در آرد گندم است که در ساختار مغز و ظاهر بسیاری از محصولات آردی تهیه شده از آرد گندم از جمله نان دخالت دارد [۵]. ویژگی های گلوتن زمانی که با آب آمیخته می شود آشکار می گردد [۱] و به سبب تهیه ویژگی هایی از قبیل ویسکوالاستیسیته، مقاومت به مخلوط کردن، گسترش پذیری لازم برای خمیر، توانایی مناسب نگه داری گاز و ارائه ساختمان مطلوب برای مغز نان نقش عمده ای را در عملکرد پخت نان از آرد گندم ایفا می کند [۵] به همین علت جایگزینی گلوتن در نان یک چالش تکنولوژیکی بزرگ است [۱]. غیاب پروتئین گلوتن در فرمول نان باعث می شود شود تا نان های بدون گلوتن بافت داخلی ضعیف تری داشته باشند و سریع تر بیات شوند و هم چنین موجب مقاومت کمتر خمیر به عملیات مکانیکی و تغییرات انجام گرفته در فرآیند تخمیر می شود. به منظور جبران حذف گلوتن در کیفیت نان باید از ترکیبات هیدروکلوئیدی و پلیمری استفاده نمود [۶]. هیدروکلوئیدهای غذایی یا صمغ ها، بیوپلیمرهای آبدوست با وزن مولکولی بالا هستند که به عنوان ترکیبات عملگر در صنعت غذا مورد استفاده قرار می گیرند. هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون نان بدون گلوتن به عنوان مواد پلیمری متورم شده در آب و فرم ساختاری معادل شبکه گلوتن در خمیر عمل می کنند [۱] و معمولاً به خمیر

برای تقلید خواص ویسکوالاستیکی مورد نیاز گلوتن [۷] و کنترل جذب آب و در نتیجه بهبود رئولوژی خمیر، بهبود زمان ماندگاری به واسطه حفظ محتوای رطوبت و به تأخیر انداختن بیاتی به محصولات پخت اضافه می گردند [۲]. تقاضا برای مصرف محصولات فاقد گلوتن به موازات افزایش بیماران مبتلا به سلیاک یا دیگر حساسیت ها به مصرف گلوتن افزایش یافته است [۸]. در سال های اخیر تحقیق و توسعه جهت بهبود نان های فاقد گلوتن بطور چشمگیری زیاد شده است که شامل استفاده از آردها یا ترکیبی از آردهای فاقد گلوتن با هیدروکلوئیدها، آنزیم ها، پروتئین ها و غیره به عنوان جایگزین گلوتن جهت بهبود ساختار و ماندگاری محصولات نانوایی فاقد گلوتن است [۲]. اثر بهبوددهندگی هیدروکلوئیدها در نان بدون گلوتن توسط محققان متعددی گزارش شده است [۴، ۹ و ۱۰]. لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) از هیدروکلوئیدهای پکتین، CMC، آگارز، زانتان و بتاگلوکان یولاف برای بهبود ساختار متخلخل و افزایش حجم آن به عنوان جایگزین گلوتن در فرمولاسیون نان بدون گلوتن استفاده کردند و نتایج بدست آمده نشان داد به طور کلی به جز زانتان بقیه هیدروکلوئیدهای مورد استفاده موجب افزایش حجم قرص نان گردیدند و افزودن ۱ درصد CMC و ۲ درصد پکتین به خمیر منجر به تولید نانی با افزایش قابل توجه حجم و تخلخل مغز نان شد [۴]. ابراهیم پور و همکاران (۱۳۸۹) اثر صمغ های پکتین و گوار و کاراگینان را در سه سطح (۳، ۲ و ۱) درصد و ترکیبی از آنها را در دو سطح ۳ و ۲ درصد بر روی ویژگی های کیفی نان بدون گلوتن بر پایه نشاسته گندم مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که پکتین در سطح ۳ درصد و ترکیب گوار-پکتین در سطوح ۳ و ۲ درصد موجب حجم و ارتفاع بیشتر نان بدون گلوتن شد [۱۱]. هم چنین ابراهیم پور و همکاران (۱۳۸۹) اثر صمغ های مذکور را در همان سطوح و ترکیب بر روی ویژگی های حسی و قابلیت ماندگاری نان بدون گلوتن حاصل از نشاسته گندم مورد مطالعه قرار دادند و بر اساس نتایج این پژوهش گوار-پکتین در سطوح ۳ و ۲ درصد نان های بدون گلوتن با ویژگی های حسی خوب و با ماندگاری بالا تولید کردند [۱۲]. آردی که برای تولید نان فاقد گلوتن استفاده می شود

نمونه آرد با استفاده از روش‌های متداول AACC مورد آزمون قرار گرفت [۱۴]. به گونه‌ای که درصد رطوبت با روش شماره ۱۶-۴۴، درصد پروتئین با روش ۱-۴۶، درصد چربی موجود در آرد به روش ۱۰-۳۰، میزان خاکستر با روش ۷-۸ اندازه‌گیری گردید.

**Table 1** Corn based gluten free bread formulation

Ingredients	Amount based on flour (gr/100 gr)
Corn flour	100
Sugar	5
Salt	2
Yeast	3
Skim Powder milk	5
Sodium caseinate	2
Vegetable oil	5
Egg	10
Pectin	1, 2 and 3(Percent)
Tragacanth	1.5(percent)
Water	110

برای تهیه نمونه‌های نان بدون گلوتن حجم از آرد ذرت استفاده گردید. فرمولاسیون نان بدون گلوتن در جدول ۱ نشان داده شده است.

برای تهیه نان ابتدا تمامی ترکیبات خشک (به غیر از شکر) پس از توزین با استفاده از الک با مش ۸۰ غربال گردیدند تا موقع اختلاط آب‌گیری مناسبی داشته باشند. در شروع کار آرد ذرت با بخشی از آب جوش (برای ژلاتینه شدن بهتر نشاسته آرد ذرت) و نمک به مدت ۳ دقیقه مخلوط گردید تا ژلاتینه شدن نشاسته بهتر صورت گیرد. سپس سوسپانسیون مخمر فعال شده طی ۱۵ دقیقه در آب ولرم حاوی شکر و بعد از آن سایر ترکیبات توزین شده به مواد فوق اضافه شدند و در نهایت آب جوش باقی‌مانده اضافه گردید. خمیر مورد نیاز در مخلوط کن خانگی تهیه شد. مدت زمان مخلوط شدن با ارزیابی تجربی قوام خمیر حاصله، معین گردید و حدود ۶ دقیقه در مراحل تهیه خمیر، خمیر هم‌زده شد. سپس خمیر در یک قالب از جنس گالوانیزه که دیواره‌ی آن‌ها چرب شده بود ریخته شد و خمیر به مدت ۲۰ دقیقه و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد گرمخانه‌گذاری شد تا عمل تخمیر در آن انجام گردد. سپس، پخت در دمای ۲۵۰ درجه سانتی-گراد به مدت ۱۵ دقیقه در دستگاه فر (صنایع پخت مشهد، ایران) صورت گرفت. پس از پخت، نان‌ها از قالب خارج

باید آردی غیر از آرد گندم باشد. آرد ذرت از آن‌جا که فاقد گلوتن است و سطح پروتئین، انرژی و محتوای تغذیه‌ای آن بالاست، برای تولید نان فاقد گلوتن مناسب است و به علت دارا بودن پروتئین بالا باعث کاهش نرخ بیاتی و سفتی مغز نان می‌شود [۲]. ماغایدا و همکاران (۲۰۱۳) اثر ترکیب هیدروکلئیدهای زانتان، کاپاکاراگینان و پکتین را در پخت نان بدون گلوتن بر پایه برنج مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که امکان تولید نان بدون گلوتن با کیفیت بهتر، با جایگزینی آرد گندم با برنج و ذرت به ترتیب با نسبت ۱:۵ و استفاده از ترکیب ۱ درصد زانتان-۱ درصد کاپاکاراگینان و ۱ درصد زانتان-۱ درصد پکتین وجود دارد [۱۳]. با توجه به آن‌که افراد مبتلا به بیماری سلیناک قادر به استفاده از بسیاری محصولات موجود در فروشگاه‌ها مانند نان‌های معمولی و دیگر محصولات حاوی آرد گندم نمی‌باشند و با توجه به عدم تولید محصولات بدون گلوتن با کیفیت در ایران، هدف از این پژوهش تولید نان بدون گلوتن با کیفیت بالا، ارائه ترکیب مناسبی از آرد ذرت و هیدروکلئید پکتین و تأثیر ترکیب ۳ درصد پکتین-کتیرا بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نان بدون گلوتن می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد اولیه

آرد ذرت مورد استفاده برای تهیه نان بدون گلوتن از یکی از فروشگاه‌های لوازم قنادی در تبریز خریداری شد. صمغ (هیدروکلئید) مورد استفاده در این تحقیق نیز، پکتین با درجه متوکسیل بالا بود که از شرکت بهین آزما شیراز تهیه گردید. کازئینات سدیم (از شرکت بهین آزما شیراز)، شیر خشک پس چرخ (از شرکت پگاه چهار محال بختیاری)، مخمر نانویی (از شرکت دکتر اوتکر ترکیه)، روغن گیاهی (از شرکت نینا)، شکر (از شرکت آئیل یا بلوج سابق)، نمک طعام (از شرکت تابان گرمسار)، تخم‌مرغ (تهیه شده از بازار محلی) و آب از آب لوله کشی شهری مورد استفاده قرار گرفت.

### ۲-۲- روش‌ها

#### ۲-۲-۱- آزمون‌های شیمیایی آرد ذرت

شده و در دمای اتاق به مدت یک ساعت خنک شده و در کیسه‌های پلی‌پروپیلنی بسته بندی شده و تا زمان انجام آزمون‌های مربوطه در دمای اتاق نگهداری شد [۲].

## ۲-۴-۲- آزمون‌های نان

### ۲-۴-۲-۱- ارزیابی رطوبت

این آزمون مطابق با روش AACC شماره ۱۶-۴۴ انجام گرفت [۱۴].

### ۲-۴-۲-۲- ارزیابی پارامترهای کیفی نان

حجم نان‌های تولید شده با استفاده از روش AACC شماره ۱۰-۰۵ و توسط روش جابجایی دانه کلزا بدست آمد. سپس با تقسیم حجم نان به وزن آن، حجم مخصوص نان‌ها محاسبه شد [۳ و ۱۴]. ابعاد نان با استفاده از خط کش اندازه گیری شد [۱۱]. برای ارزیابی تغییرات رنگ نمونه‌ها از روش پردازش تصویر توسط عکس‌برداری با دوربین دیجیتال ۱۲ مگاپیکسل و آنالیز با نرم‌افزار فتوشاپ CC استفاده شد [۱۵]. برای ارزیابی تخلخل نمونه‌ها از روش پردازش تصویر توسط عکس‌برداری با دوربین دیجیتال ۱۲ مگاپیکسل و آنالیز با نرم‌افزار Image J استفاده شد [۱۶]. برای تعیین درصد افت پخت نان وزن چانه‌های خمیر و وزن نمونه‌های نان مربوطه پس از پخت و سرد کردن به مدت ۲-۳ ساعت، اندازه‌گیری شده و از طریق رابطه (۱)، درصد افت پخت نان محاسبه شد [۱۷].

رابطه (۱):

$$\text{افت پخت} =$$

$$100 \times \frac{\text{وزن چانه نان} - (\text{وزن نان پس از پخت} - \text{وزن چانه نان})}{\text{وزن چانه نان}}$$

### ۲-۴-۳- ارزیابی بافت

بررسی بافت مغز نمونه‌ها، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج بروکفیلد مدل CT3 10K ساخت کشور U.S.A، پس از اینکه پوسته رویی جدا شد در مغز نان انجام پذیرفت و نمونه‌های نان در ساعات مختلف پس از پخت (بعد از ۲۴ و ۷۲ ساعت) که همگی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شده بودند برای اندازه‌گیری تغییرات سفتی بافت مورد بررسی قرار گرفتند. جهت این کار از پروپ با سطح مقطع استوانه‌ای به قطر ۲۰ میلی‌متر استفاده شد که با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه به طرف پایین حرکت کرده و پس از برخورد به سطح نمونه تا درصد فشردگی ۵۰ درصد به آن فشار وارد کرده و سپس پروپ به سمت بالا حرکت نمود.

پس از ۱۰ ثانیه دوباره با همان سرعت به نمونه فشار وارد کرد. در این لحظه نیروی ثبت شده توسط دستگاه بر حسب گرم، به عنوان معیاری از سفتی بافت نمونه‌های نان ثبت شد [۴].

### ۲-۴-۴- ارزیابی ویژگی‌های حسی نان

در این مطالعه به منظور مقایسه تیمارهای مختلف، ویژگی‌های حسی (فرم و شکل نان، رنگ پوسته، رنگ مغز نان، پوکی و تخلخل، الاستیسیته یا خاصیت ارتجاعی، طعم و مزه، قابلیت جویدن و نرمی بافت نان) توسط ده نفر ارزیاب به روش هدونیک پنج نقطه ای (۱=خیلی ضعیف، ۵=خیلی خوب) مورد ارزیابی قرار داده شد که این افراد پس از توجیه شدن، جداول مربوطه را تکمیل نمودند. ارزیابی‌های حسی طی یک روز پس از پخت و نگهداری آن‌ها در بسته‌بندی‌های مناسب در دمای اتاق، انجام گردید [۱۲].

### ۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها برای بخش تأثیر صمغ پکتین و ترکیب ۳ درصد پکتین-کنیرا بر روی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی نان بدون گلوتن بر پایه ذرت از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. نتایج به دست آمده با استفاده از روش آنالیز واریانس (ANOVA) در سطح احتمال ( $P < 0.05$ ) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ( $P < 0.05$ ) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آزمایشات در سه تکرار انجام شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 صورت گرفت.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- آزمون‌های شیمیایی آرد ذرت

در جدول ۲، ویژگی‌های شیمیایی آرد ذرت مورد استفاده در پخت نان بدون گلوتن بر پایه ذرت آورده شده است. ترکیب شیمیایی آرد به‌ویژه میزان آندوسپرم، جوانه و پوسته بر حسب نوع سیستم آسیاب مورد استفاده متفاوت است که بر رنگ و سایر ویژگی‌های نانوائی آرد نیز اثر می‌گذارد [۸].

تیمارها بیشترین میزان ارتفاع متعلق به نان حاوی ۳ درصد پکتین بود که با نان‌های حاوی ۲ درصد پکتین و ۳ درصد صمغ ترکیبی پکتین-کتیرا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. افزایش سطوح صمغ پکتین باعث افزایش ارتفاع نان‌های بدون گلوتن ذرت گردید. کمترین ارتفاع نان نیز مربوط به ۱ درصد پکتین می‌باشد که با نان شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج مشابهی از اثر افزودن پکتین، گوار و کاراگینان در نان بدون گلوتن توسط پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۱) و ابراهیم‌پور و همکاران (۱۳۸۹) گزارش شده است [۱ و ۱۱]. در بین تیمارهای نان بدون گلوتن بر پایه ذرت، نان حاوی ۳ درصد صمغ ترکیبی پکتین-کتیرا بیشترین میزان پهنای را داشت و با سایر نان‌ها به جز نان حاوی ۱ درصد پکتین تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

**Table 3** Effect of pectin addition on dimensions, specific volume, weight loss percentage and porosity of gluten free bread based on corn flour

Treatment	Loaf height (cm)	Loaf width (cm)	Specific volume (cm <sup>3</sup> /g)	Weight loss (%)	Porosity (%)
Control bread	4.100 ± 0.53 <sup>l</sup>	7.467 ± 0.208 <sup>a</sup>	1.716 ± 0.258 <sup>bc</sup>	12.887 ± 0.28 <sup>ε</sup>	41.750 ± 0.96 <sup>κ</sup>
Pectin 1%	3.700 ± 0.173	7.200 ± 0.100 <sup>l</sup>	1.507 ± 0.049 <sup>c</sup>	11.533 ± 0.37 <sup>ε</sup>	39.025 ± 0.52 <sup>κ</sup>
Pectin 2%	4.700 ± 0.346	7.700 ± 0.173 <sup>z</sup>	1.875 ± 0.246 <sup>ab</sup>	10.817 ± 0.58 <sup>ε</sup>	32.633 ± 1.46 <sup>κ</sup>
Pectin 3%	5.167 ± 0.208	7.467 ± 0.231 <sup>al</sup>	2.088 ± 0.054 <sup>a</sup>	11.617 ± 1.294	34.517 ± 1.853
Pectin-Tragacanth 3	4.800 ± 0 <sup>a</sup>	7.833 ± 0.252 <sup>z</sup>	2.050 ± 0.099 <sup>a</sup>	12.153 ± 0.412	35.136 ± 0.59 <sup>z</sup>

Different letters within a column represent significant differences (p<0/01).

اثر افزودن هیدروکلوئیدها بدین صورت قابل توجه است که هیدروکلوئیدها به وسیله افزایش ویسکوزیته خمیر، توسعه خمیر و قابلیت نگه‌داری گازها توسط خمیر را بهبود می‌دهند [۱۱]. در بین تیمارها بیشترین میزان حجم مخصوص متعلق به نان بدون گلوتن حاوی ۳ درصد پکتین بود که با نان‌های حاوی ۳ درصد صمغ ترکیبی پکتین-کتیرا و ۲ درصد پکتین تفاوت معنی‌داری نشان نداد. افزایش سطوح صمغ پکتین باعث افزایش حجم مخصوص نان‌های بدون گلوتن بر پایه ذرت گردید. این یافته مشابه نتایج لازاریو و همکاران (۲۰۰۷) و پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۱) می‌باشد [۴ و ۱]. این محققان اثر هیدروکلوئیدهای (پکتین، CMC، آگارز، زانتان و بتا گلوکان یولاف در غلظت‌های ۱ و ۲ درصد) را در ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و پارامترهای کیفی نان در فرمولاسیون نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج، نشاسته ذرت و کازینات سدیم (کنترل) مورد

**Table 2** Chemical properties of corn flour

Factors	Percentage
Moisture	8.14%
pH	6.35
Protein (% on dry substance)	5.68%
Fat (% on dry substance)	2.44%
Ash (% on dry substance)	0.34%

### ۲-۳- تأثیر هیدروکلوئیدها بر روی

#### پارامترهای کیفی نان بدون گلوتن

در جدول ۳، تأثیر سطوح مختلف صمغ پکتین و ترکیب ۳ درصد پکتین-کتیرا بر روی ارتفاع، پهنای، حجم مخصوص، درصد افت پخت و تخلخل نان بدون گلوتن مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به نتایج جدول ۳، تأثیر مثبت صمغ‌ها بر روی میزان ارتفاع نان ذرت نسبت به نان شاهد مشاهده گردید. در بین

در مورد تغییرات حجم مخصوص نان‌ها، نتایج بیانگر تأثیر مثبت صمغ‌ها بر روی میزان حجم مخصوص نان بدون گلوتن بر پایه ذرت نسبت به نان شاهد بود که این یافته مشابه نتایج مطالعات بدست آمده توسط پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۱) است. این محققین اثر سه نوع هیدروکلوئید پکتین، گوار و کاراگینان را در سه غلظت ۱، ۲ و ۳ درصد و ترکیبی از آن‌ها را در دو غلظت ۲ و ۳ درصد بر ویژگی‌های کیفی نان حجیم بدون گلوتن مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند با افزودن هیدروکلوئیدها به استثناء پکتین در غلظت ۱ درصد و کاراگینان در همه غلظت‌های مورد استفاده، افزایش قابل توجهی در حجم نان مشاهده گردید [۱]. همچنین نتیجه فوق با نتایج مطالعات بدست آمده توسط دمیرکسن و همکاران (۲۰۱۰)، محمدی و همکاران (۲۰۱۴) و قریشی‌راد و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت [۱۸، ۱۹ و ۲۰]. علت افزایش حجم نان در

نتایج حاصل از تحقیقات محمدی و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر افزودن زانتان و CMC در میزان تخلخل نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج متناقض می باشد [۲۳]. در پژوهش حاضر میزان بالا بودن تخلخل در نان شاهد به علت داشتن حفره های بزرگ زیر سطح پوسته بود. شاید علت تفاوت موجود را اختلال در فرآیند تخمیر و توزیع غیر یکنواخت سلول های گازی بتوان ذکر کرد [۲۵]. نان های بدون گلوتن به علت فقدان شبکه گلوتهنی منسجم و یکنواخت قادر نیستند دی اکسید کربن تولید شده در طی فرآیند تخمیر را به نحو مطلوب نگه دارند، در نتیجه منجر به تولید محصول با ساختار مغز فشرده می گردند [۲۵]. استفاده از مقادیر بالا در صمغ پکتین (بیشتر از غلظت ۱ درصد پکتین) موجب کاهش میزان تخلخل به طور معنی دار شد و این نتایج مطابق یافته صحرائیان و همکاران (۱۳۹۳) می باشد که گزارش کردند با افزایش غلظت صمغ بالنگو شیرازی در نان بدون گلوتن سورگوم (به بیش از ۰/۵ درصد) میزان تخلخل کاهش یافت [۲۴].

### ۳-۳- ارزیابی آزمون رنگ سنجی پوسته و

#### مغز نان بدون گلوتن

در جدول ۴ تأثیر سطوح مختلف پکتین و ترکیب ۳ درصد پکتین-کتیرا بر روی رنگ پوسته و مغز نمونه های نان آورده شده است.

مطالعه قرار دادند. در مطالعه این محققان با افزایش مقدار هیدروکلوئید از ۱ به ۲ درصد کاهش در حجم نان ایجاد شده است به استثناء پکتین، که منجر به افزایش حجم نان گردیده است. افت پخت نمایانگر کاهش وزن در اثر پخت یا به عبارتی تبخیر آب در نان می باشد، که این فاکتور از نظر اقتصادی دارای اهمیت می باشد. با افزایش میزان صمغ، میزان افت کاهش یافت و به همان نسبت، وزن نهایی نان بیشتر شد که این امر به دلیل جذب بیشتر آب توسط هیدروکلوئید مورد نظر، کاهش فعالیت آبی، کاهش تبخیر آب در حین پخت و افزایش رطوبت نهایی در نمونه های حاوی صمغ بود. افزودن صمغ ها موجب کاهش درصد افت پخت نان در مقایسه با نان شاهد گردید. در بین تیمارهای نان ذرت کمترین درصد افت پخت نان مربوط به نان حاوی ۲ درصد پکتین بود که با سایر نان های حاوی هیدروکلوئیدها تفاوت معنی داری نداشت. سلیمانی فرد و همکاران (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) با بررسی تأثیر صمغ عربی و آلژینات سدیم در سطوح مختلف (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) بر ویژگی های نان بربری حاصل از آرد گندم گزارش کردند که افزودن این صمغ ها و افزایش سطوح آن ها موجب کاهش درصد افت پخت نان بربری حاصل از آرد گندم گردید [۲۱ و ۲۲]. مقادیر تخلخل ارزیابی شده در جدول ۳ نشان می دهد که در بین تیمارهای نان ذرت، نمونه شاهد بیشترین میزان تخلخل را داشت و با نان های حاوی هیدروکلوئیدها در سطح ( $p < 0/01$ ) معنی دار می باشد. این نتیجه گیری با

**Table 4** Effect different levels of pectin and pectin-tragacanth (in concentrations 3%) addition on crust and crumb color of gluten free breads based on corn flour.

Treatment	Crust color			Crumb color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Control bread	64.874±2.472 <sup>ab</sup>	2.952±1.858 <sup>a</sup>	60.771±4.097 <sup>a</sup>	73.799±2.099 <sup>b</sup>	-18.150±2.700 <sup>ab</sup>	63.904±1.436 <sup>ab</sup>
Pectin 1%	67.269±0.997 <sup>a</sup>	-0.625±2.234 <sup>b</sup>	63.904±1.436 <sup>a</sup>	75.322±0.377 <sup>ab</sup>	-17.435±0 <sup>a</sup>	62.651±0 <sup>b</sup>
Pectin 2%	65.963±1.885 <sup>ab</sup>	3.310±0.619 <sup>a</sup>	61.084±2.713 <sup>a</sup>	76.628±0.997 <sup>a</sup>	-20.296±0.619 <sup>b</sup>	65.158±1.436 <sup>a</sup>
Pectin 3%	63.133±0 <sup>b</sup>	4.100±0.130 <sup>a</sup>	55.131±0.940 <sup>b</sup>	73.363±1.995 <sup>b</sup>	-18.508±1.073 <sup>ab</sup>	63.904±0.543 <sup>ab</sup>
Pectin-Tragacanth 3%	65.745±2.354 <sup>ab</sup>	2.594±1.239 <sup>a</sup>	61.711±3.760 <sup>a</sup>	75.322±0.377 <sup>ab</sup>	-19.581±0 <sup>ab</sup>	63.591±0 <sup>ab</sup>

Different letters within a column represent significant differences ( $p < 0/05$ ).

L\*, a\*, b\*: Lightness, Redness, Yellowness index respectively

داشت، افزایش یافته است که نتیجه فوق در تطابق با نتایج بدست آمده توسط ادواردو و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر افزودن پکتین با متوکسیل بالا و CMC در نان ترکیبی کاساوا، ذرت و گندم و لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) در

در ارتباط با رنگ پوسته نان بدون گلوتن مشاهده گردید که با افزودن صمغ های پکتین و ترکیب ۳ درصد پکتین-کتیرا مؤلفه L\* در تمامی تیمارها به استثناء نان حاوی ۳ درصد پکتین که در مقایسه با نان شاهد کاهش غیر معنی داری

بررسی اثر افزودن پکتین، CMC و زانتان در سطح ۱ و ۲ درصد در نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج بود [۲۶ و ۴]. با افزایش میزان غلظت پکتین مؤلفه  $L^*$  کاهش یافت که به معنای کاهش روشنایی و تیره شدن رنگ پوسته نان می‌باشد. در اثر پخت نان تغییراتی در رنگ پوسته نان اتفاق می‌افتد که این تغییرات مربوط به انجام واکنش‌های مایلارد (بر هم کنش‌های میان قندهای احیاءکننده و گروه آمینی پروتئین‌ها) و واکنش کاراملیزه شدن (بر هم کنش میان قندها) می‌باشد که نتیجه چنین واکنش‌هایی ایجاد رنگ قهوه‌ای-طلایی در پوسته نان می‌باشد [۱۶]. بیشترین میزان مؤلفه  $a^*$  در پوسته نان بدون گلوتن حاوی ۳ درصد پکتین مشاهده گردید که با سایر نان‌های حاوی تیمارها و نیز با نان شاهد به‌جز نان حاوی ۱ درصد پکتین تفاوت معنی‌داری نداشت. افزودن و افزایش سطوح پکتین ۲ و ۳ درصد موجب افزایش غیر معنی‌دار مؤلفه  $a^*$  در مقایسه با نان شاهد گردید. لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی اثر افزودن و افزایش غلظت پکتین از ۱ تا ۲ درصد در نان بدون گلوتن، نیز نتایج مشابهی بدست آوردند [۴]. در ارتباط با مؤلفه  $b^*$  نیز مشاهده گردید که بیشترین میزان مؤلفه  $b^*$  در پوسته نان حاوی ۱ درصد پکتین بود که با سایر نان‌های حاوی هیدروکلونیدها و نیز با نان شاهد به‌جز نان حاوی ۳ درصد پکتین تفاوت معنی‌داری نشان نداد. با افزودن پکتین و ترکیب ۳ درصد پکتین-کتیرا در تمامی تیمارها به‌جز ۳ درصد پکتین، مؤلفه  $b^*$  روند افزایشی غیر معنی‌داری در مقایسه با نان شاهد از خود نشان داد. نتایج فوق در تطابق با نتایج حاصل از مطالعات توسط مؤیدی و همکاران (۱۳۹۲) و محمدی و همکاران (۲۰۱۴)، بود [۳ و ۲۳].

در اثر پخت نان و از دست رفتن رطوبت تغییرات رنگ پوسته نان افزایش می‌یابد که این امر در کاهش میزان مؤلفه-های  $L^*$  و  $b^*$  و افزایش مؤلفه  $a^*$  اثر گذار است. از طرفی با از خروج رطوبت از بافت محصول، فرآیند بیاتی بخصوص در محصولات بدون گلوتن تسریع می‌یابد که در نتیجه آن پوسته نان چرمی خواهد شد که این به نوبه خود در تیره به نظر رسیدن محصول نهایی دخیل می‌باشد [۲۷]. در همین راستا سالوادوری و پورلیس (۲۰۰۹) بیان نمودند که تغییرات سطح محصول، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین‌دار توانایی

بیشتری در انعکاس نور و افزایش میزان مؤلفه  $L^*$  دارند و با توجه به این نکته که در بسیاری از موارد به ویژه محصولات صنایع پخت، مؤلفه  $L^*$  (روشنایی)، با مؤلفه‌ی  $b^*$  (زردی) رابطه مستقیم و با مؤلفه‌ی  $a^*$  (قرمزی) رابطه عکس دارد [۲۸]. انتظار می‌رفت که نمونه‌ای که بیشترین میزان مؤلفه  $L^*$  را دارد، بیشترین مؤلفه‌ی  $b^*$  و کمترین مؤلفه‌ی  $a^*$  را داشته باشد. از این رو ذکر این نکته ضروری است که صحرائیان و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی رنگ نان به این نتیجه دست یافتند که مهم‌ترین عامل اثر گذار در میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته محصولات بدون گلوتن، میزان رطوبت است و هر عاملی بتواند میزان رطوبت محصول در طی فرآیند پخت و پس از آن (در طول مدت نگهداری) حفظ نماید، از ایجاد تغییرات سطح و چین و چروک در پوسته نمونه‌های تولیدی جلوگیری خواهد کرد و همین امر به نوبه‌ی خود در جلوگیری از کاهش میزان مؤلفه‌های  $L^*$  و  $b^*$  و افزایش مؤلفه  $a^*$  مؤثر است [۲۹]. در مقایسه با نان شاهد، افزودن پکتین و ترکیب ۳ درصد پکتین-کتیرا موجب افزایش روشنایی در مغز نان‌ها در مقایسه با نان شاهد گردید. نتیجه فوق مطابق با نتایج بدست آمده توسط سیارانی و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر افزودن آلژینات، زانتان، CMC و ژلاتین در نان بدون گلوتن بر پایه (برنج، ذرت و آرد سویا) و صحرائیان و همکاران (۱۳۹۰) در اثر افزودن صمغ بالنگو شیرازی در نان سورگوم بدون گلوتن بود [۱۰ و ۳۰]. افزودن ۱ درصد پکتین افزایش غیر معنی‌داری را در میزان مؤلفه  $a^*$  در مقایسه با نان شاهد نشان داد و این نتیجه‌گیری با نتایج بدست آمده توسط مجذوبی و همکاران (۱۳۹۰) در اثر افزودن پکتین در سطح ۱ درصد در نان قالبی حاصل از آرد گندم متناقض بود [۶]. بیشترین میزان مؤلفه  $b^*$  در مغز نان متعلق به نان حاوی ۲ درصد پکتین نسبت به نان شاهد می‌باشد که با نان حاوی ۳ درصد پکتین و ۳ درصد ترکیب پکتین-کتیرا و نیز با نان شاهد غیر معنی‌دار بود. افزایش در میزان مؤلفه  $b^*$  نشان‌دهنده افزایش در زرد بودن بافت مغز نان نهایی است. این نتیجه‌گیری مطابق با نتایج بدست آمده توسط لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) در اثر افزودن پکتین در نان بدون گلوتن و مجذوبی و همکاران (۱۳۹۰) در اثر افزودن ۰/۷۵ درصد پکتین در نان قالبی حاصل از آرد گندم بود [۴ و ۶].

هیدروکلوئیدهای CMC و زانتان بدست آوردند [۳۱] و [۲۳]. آب موجود در نان نسبتاً متحرک است که به عنوان پلاستیسایزر عمل می‌کند و می‌تواند مهاجرت از مغز به پوسته را تسریع کند، این خشک شدن ناحیه‌ای، دیواره سلول‌های مغز را سخت‌تر می‌کند در حالیکه افزایش رطوبت در پوسته با کاهش تردی و ایجاد حالت چرم ماند همراه است [۴]. در نتیجه مطابق شکل ۱ و ۲ میزان رطوبت پوسته نان‌های بدون گلوتن در طی نگهداری نان‌ها در روزهای ۱، ۲ و ۳ افزایش معنی‌دار و میزان رطوبت مغز نان کاهش معنی‌داری داشت.

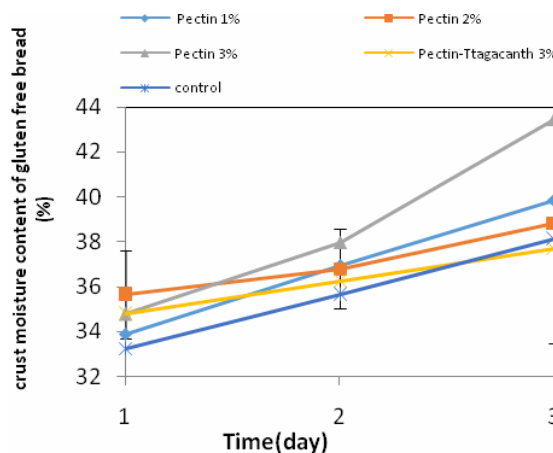
با افزودن هیدروکلوئیدها به فرمولاسیون، به استثناء ترکیب ۳ درصد پکتین-کتیرا میزان رطوبت در مغز نان‌ها در مقایسه با نان شاهد افزایش غیر معنی‌داری یافت. علت افزایش رطوبت، قابلیت بالای نگهداری آب به دلیل حضور گروه‌های هیدروکسیل در ساختار پکتین می‌باشد [۶]. افزودن هیدروکلوئیدهای پکتین منجر به افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت مغز نان در مقایسه با نمونه شاهد گردید. این نتایج با نتایج حاصل از ماغایدا و همکاران (۲۰۱۳)، محمدی و همکاران (۲۰۱۴) و ادواردو و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد [۱۳، ۲۳ و ۲۶]. مک‌کانتی و همکاران (۲۰۰۵) علت افزایش میزان رطوبت با افزودن هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون مواد غذایی را چنین بیان می‌کنند که صمغ‌ها به دلیل طبیعت آب‌دوست خود با آب برهم‌کنش می‌دهند و سبب کاهش انتشار آب و پایداری حضور آن در سیستم می‌شوند که همین امر در افزایش جذب آب خمیر و حفظ رطوبت محصول نهایی در حین فرآیند پخت و نگهداری مؤثر است [۳۲]. هم‌چنین با توجه به نتایج حاصل با افزایش میزان غلظت هیدروکلوئید حفظ رطوبت بیشتر نشد، احتمالاً با افزایش غلظت صمغ حفظ رطوبت بیشتر شده ولی آب موجود از حالت آزاد به صورت پیوسته در می‌آید که قابل اندازه‌گیری نیست و در نتیجه مقادیر کم‌تری بدست می‌آید [۸].

### ۳-۵- ارزیابی سفتی بافت مغز نان بدون گلوتن

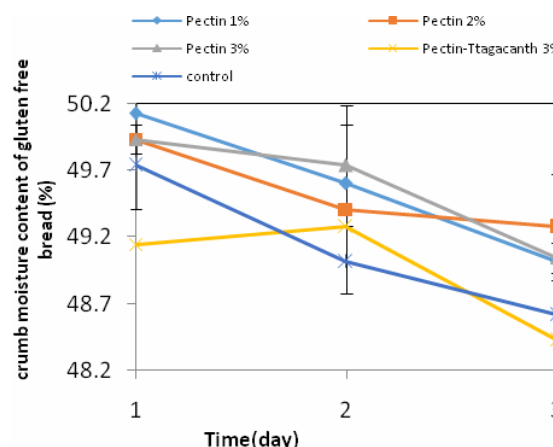
نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سفتی بافت مغز نان بدون گلوتن در شکل ۳ نشان داده شده است. طبق این نتایج در روز اول ارزیابی تفاوت معنی‌داری ( $P > 0.05$ ) در

### ۳-۴- ارزیابی میزان رطوبت پوسته و مغز نان بدون گلوتن

نتایج آزمون تعیین محتوی رطوبت پوسته و مغز نان‌ها در شکل ۱ و ۲ آورده شده است.



**Fig1** In teraction treatment and time on crust moisture content of gluten free bread based on corn flour.

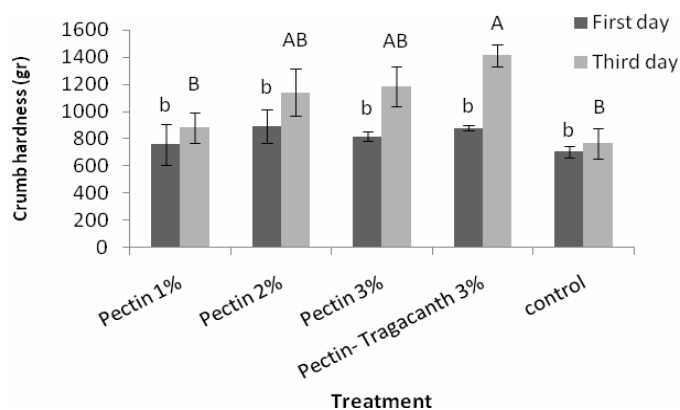


**Fig 2** In teraction treatment and time on crumb moisture content of gluten free bread based on corn flour.

داده‌های حاصل از آزمون، نشان داد محتوی رطوبت مغز و پوسته نان در حین نگهداری در روزهای مختلف مداوم در حال تغییر است. تفاوت در فشار بخار بین پوسته و منطقه میانی نان، منجر به مهاجرت رطوبت از مغز به سمت پوسته می‌شود و در نتیجه، رطوبت مغز کاهش و رطوبت پوسته افزایش می‌یابد [۲]. سیارانی و همکاران (۲۰۱۲) و محمدی و همکاران (۲۰۱۴) نیز نتایج مشابهی حاصل از افزودن



CMC، آگارز و بتاگلوکان در سطوح ۱ و ۲ درصد بر روی کیفیت نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج و نشاسته ذرت بود که گزارش کردند در روز سوم ارزیابی بافت، تمامی نان‌های حاوی صمغ‌های مورد مطالعه نسبت به نان شاهد سفتی بالاتری ایجاد کردند [۴]. همچنین محققان دیگری نتایج مشابهی را در بررسی تأثیر صمغ زانتان بر میزان سفتی نان گزارش کردند [۴، ۳۵ و ۳۳]. استفاده از ۳ درصد ترکیب صمغ پکتین-کتیرا به‌طور غیر معنی‌دار سفتی مغز نان بیشتری نسبت به نمونه شاهد ایجاد کرد. همچنین استفاده از ترکیب ۳ درصد پکتین-کتیرا نسبت به زمانی که هر یک از سطوح پکتین به تنهایی استفاده شده است موجب افزایش غیرمعنی‌داری در سفتی بافت مغز نان بدون گلوتن شده است. این یافته مطابق با نتایج ابراهیم‌پور و همکاران (۱۳۸۸) بود [۱۲].



**Fig 3** Effect different levels of pectin and pectin-tragacanth (in concentrations 3%) addition on crumb hardness of gluten free breads based on corn flour. Different letters within a column represent significant differences ( $p < 0/05$ ).

ارتقاء می‌دهند و نسبت به نمونه شاهد دارای مقبولیت بیشتری هستند [۴ و ۱۸]. ترکیب پکتین-کتیرا در سطح ۳ درصد نسبت به زمانی که این هیدروکلوئیدها به تنهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، امتیاز بیشتری را در نان بدون گلوتن کسب کرده است، اگرچه از نظر آماری اختلاف غیر معنی‌دار ( $P > 0/05$ ) می‌باشد که این نتایج با یافته‌های گامبوس و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد که این محققین گزارش کردند ترکیب گوار-پکتین به نسبت ۱:۱ آن‌ها موجب امتیاز حسی بهتری در نان بدون گلوتن می‌شود [۹]. همچنین پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۱) و ابراهیم‌پور و همکاران (۱۳۸۸) نیز گزارش کردند که ترکیب گوار-پکتین، گوار-کاراگینان و پکتین-کاراگینان در هر دو غلظت ۲ و ۳

سفتی بافت مغز نمونه‌های نان وجود ندارد و در روز سوم ارزیابی، معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) می‌باشد.

همان‌گونه که از این شکل ملاحظه می‌شود در طی نگهداری نان، بافت مغز نان بدون گلوتن سفت می‌گردد. بیلیادریس و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کرده‌اند که سفت شدن بافت مغز نان در طی نگهداری می‌تواند در نتیجه کاهش رطوبت و همچنین پدیده واپس‌گرایی نشاسته باشد [۳۴]. در مقایسه تیمارهای پکتین با نان شاهد در هر کدام از زمان‌های مورد بررسی (۲۴ ساعت و ۷۲ ساعت بعد از پخت) مشاهده شد که افزودن و افزایش سطوح پکتین باعث افزایش غیر معنی‌دار در سفتی نان‌ها شده است که در این میان در روز اول ارزیابی اثر ۲ درصد پکتین و در روز سوم ارزیابی اثر ۳ درصد پکتین بیش از بقیه بود. این یافته در تطابق با نتایج لازاریو و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تأثیر پکتین،

### ۳-۶- ارزیابی ویژگی‌های حسی نان بدون گلوتن

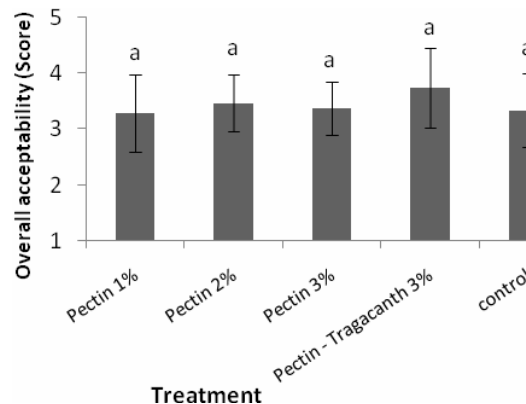
نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به نمره نهایی ارزیابی حسی نمونه‌های نان در ۲۴ ساعت پس از پخت در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، تمامی نان‌های بدون گلوتن حاوی درصدهای مختلف صمغ‌ها امتیاز بالای ۳ را (از حداکثر امتیاز ۵) دریافت کرده‌اند و از نظر امتیاز حسی در محدوده خوب قرار دارند. لازاریو و همکاران (۲۰۰۷) و دمیرکسن و همکاران (۲۰۱۰) به این نتیجه رسیدند که استفاده از هیدروکلوئیدها در تولید محصولات بدون گلوتن، خصوصیات حسی محصول را

درصد پکتین برای بالا بردن کیفیت نان بدون گلوتن توصیه می شود.

## ۵- منابع

- [1] Peighambardoust, H., Ebrahimpour, N., Olad GHaffari, A. and Azadmard Damirchi, S. 2011. Effect of pectin, guar and carageenan on quality parameters and staling of gluten-free pan bread. *Journal of food Science and Engineering*, 1, 226-236.
- [2] Ataye Salehi, A., Rostamiyan, M. and Milani, J. 2011. Evaluation of tissue and thermal gluten-free bread staling made from corn and peas flour. *Journal of food Science and Technology*, 3, 35-40 [in Persian].
- [3] Moayedi, S., SadeghiMahoonak, A.R., Azizi, M.H. and Maghsoudlou, Y. 2013. Evaluation effect tragacanth gum on the quality properties loaf bread. *Journal of food Science and Technology*, 10(38), 103-112 [in Persian].
- [4] Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. and Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of food Engineering*, 79, 1033-1047.
- [5] Pouresmaeil, N., Azizi, M.H., Abbasi, S. and Mohamadi, M. 2011. Formulation of gluten-free bread using guar and microbial transglutaminase enzyme. *Journal of food Technology Research*, 21(1), 69-81 [in Persian].
- [6] Majzoubi, M., Layegh, B. and Farahnaky, A. 2011. Effect of pectin and cross-linked pectin on characteristics of dough and pan bread. *Journal of food Technology Research*, 21(2), 195-207 [in Persian].
- [7] Moreira, R., Chenlo, F. and Torres, M.D. 2013. Effect of chia (*sativa hispanical.*) and hydrocolloids on the rheology of gluten-free doughs based on chestnut flour. *Food Science and Technology*, 50, 160-166.
- [8] SHakeri Boroujeni, R., SHahedi, M., Kadivar, M. and Vatankhah, H. 2013. Effect addition of tragacanth gum on sensory characteristics and staling of gluten-free bread. *Twenty first Iran National Congress of food Science and*

درصد نسبت به زمانی که این هیدروکلوئیدها به تنهایی مورد استفاده قرار می گیرند امتیاز حسی بیشتری را در نان ایجاد می کنند [۱، ۱۲].



**Fig 4** Effect different levels of pectin and pectin-tragacanth (in concentrations 3%) addition on overall score of gluten free breads based on corn flour.

Different letters within a column represent significant differences ( $p < 0/05$ ).

## ۴- نتیجه گیری

با بررسی نتایج بدست آمده مشاهده گردید که استفاده از هیدروکلوئیدها به عنوان جایگزین گلوتن در فرمولاسیون نان بدون گلوتن در سطح احتمال  $(P < 0/05)$  اثر معنی داری بر روی پارامترهای کیفی نان بدون گلوتن داشت. نتایج نشان دادند که نان های بدون گلوتن حاوی صمغ ترکیبی ۳ درصد پکتین-کتیرا و ۳ درصد پکتین بیشترین میزان حجم مخصوص را نسبت به نان شاهد داشتند. در روز اول نگره-داری نان های بدون گلوتن، نوع تیمار (درصدهای مختلف صمغها) تأثیر معنی داری در میزان رطوبت و سفتی بافت مغز نان در مقایسه با نان شاهد نداشتند. اما در طی نگره داری، رطوبت مغز نان کاهش و سفتی بافت مغز نان افزایش یافت. در روز سوم نگره داری کمترین میزان رطوبت مغز نان و بیشترین میزان سفتی مغز نان مربوط به نان حاوی ۳ درصد ترکیب پکتین-کتیرا بود. تمامی تیمارها از نظر امتیاز حسی در محدوده خوب قرار داشتند و تفاوت معنی داری با نان شاهد نشان ندادند. در مجموع با توجه به نتایج حاصله از آزمایشات مختلف و نتایج آماری بررسی شده افزودن ۲

- innovation in food Science and Technology, 5(4), 53-65 [in Persian].
- [18] Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G. and Shahin, S. 2010. Rheological properties of gluten-free bread formulations. *Journal of food Engineering*, 96, 295-303.
- [19] Mohammadi, M., Azizi, M.H., Neyestani, T.R., Hosseini, H. and Mortazavian, A.M. 2014. Development of gluten-free bread using guar gum and transglutaminase. *Journal of industrial and engineering chemistry*, 21, 1398-1402.
- [20] GHoreishi Rad, S.M., GHanbarzadeh, B. and GHiassi Tarzi, B. 2011. The Effect of hydrocolloids (Guar & Carrageenan) on physical and sensory properties of Barbary bread. *Food Technology & Nutrition*, 8(2), 24-38 [in Persian].
- [21] Soleimani Fard, M., Alami, M., Maghsodlo, Y. and Najafian, G. 2013. The effect of Arabic gel as improve the rheological properties wheat flour and anti-staling of bread. *Journal innovation in food Science and Technology*, 5(3), 53-65 [in Persian].
- [22] Soleimani Fard, M., Alami, M., Khodaiyan Chegeni, F., Najafian, G. and Khomeiri, M. 2014. Evaluation rheological propertiwis of dough and shelf life of Barbary bread containing sodum alginate hydrocolloid. *Iran Biosystems Engineering*, 45(2), 169-177 [in Persian].
- [23] Mohammadi, M., Sadeghnia, N., Azizi, M.H., Neyestani, T.R. and Mortazavian, A.M. 2014. Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: xanthan and cmc. *Journal of industrial and engineering chemistry*, 20, 1812-1818.
- [24] Sahraiyani, B., Karimi, M., Habibi Najafi, M.B., Hadad Khodaparast, M.H., Ghiafeh Davoodi, M., Shikholeslami, Z. and Naghipoor, F. 2014. The effect of BalanguShirazi (Lallemantiaroyleana) gum on quantitative and qualitative of sorghum gluten-free bread. *Quarterly Journal of food Science and Technology*, 11(42), 129-139 [in Persian].
- [25] Arendt, E.K., and Dall Bello, F. 2008. *Gluten-free cereal products and beverages*. Elsevier publication. Ireland, 443.
- [26] Eduardo, M., Svanberg, U. and Ahrne, L. 2014. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on baking quality of composite cassava-maize-wheat breads. *International Technology, University of Shiraz*, 1-6 [in Persian].
- [9] Gambus, H., Nowotna, A., Ziobro, R., Gumul, D. and Sikora, M. 2001. The effect of use guar gum with pectin mixture in gluten-free bread. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 4, art 09.
- [10] Sciarini, L.S., Ribotta, P.D., Leon, A.E. and Perez, G.T. 2010. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. *International Journal of food Science and Technology*, 45, 2306-2312.
- [11] Ebrahimipour, N., Peighambardoust, S.H. and Azadmard-Damirchi, S. 2010. Effect of pectin Guar and Carrageenan on the quality of gluten-free bread. *Journal of food Technology Research*, 20/3(2), 85-98 [in Persian].
- [12] Ebrahimipour, N., Peighambardoust, S.H., Azadmard-Damirchi, S. and GHanbarzadeh, B. 2010. Effect of incorporating different hydrocolloids on sensory characteristics and staling of gluten-free bread. *Journal of food Technology Research*, 20/3(1), 99-115 [in Persian].
- [13] Maghaydah, S., Abdul-Hussain, S., Ajo, R., Tawalbeh, Y. and Alsaydali, O. 2013. Utilization of different hydrocolloid combinations in gluten-free bread making. *Food and Nutrition sciences*, 4, 496-502.
- [14] AACC International, 2000. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists 10th Ed.* The Association: St. Paul, MN.
- [15] Davudi, Z., SHahedi Bagh Khandan, M. and Kadivar, M. 2013. Effect of pumpkin powder on the rheological properties of dough and physical properties of taftoon bread. *Twenty first Iran National Congress of food Science and Technology, University of shiraz*, 1-6. [in Persian].
- [16] SHahidi, F., Mohebbi, M. and Ehtiyati, A. 2011. Image analysis of crumb digital images in Barbary bread enriched with soy flour. *Iranian food Science and Technology Research Journal*, 6(4), 247-253 [in Persian].
- [17] Soleimani Fard, M., Alami, M., KHodaiyan CHegeni, F., Najafian, G., Sadeghi Mahoonak, A. and KHomeiri, M. 2012. Evaluation effect kefiran on quality and shelf life of loaf bread. *Journal*

- Islamic Azad University Quchan [in Persian].
- [31] Sciarini, L.S., Perez, G.T., De Lamballerie, M., Leon and A.E., Ribotta, P.D. 2012. Partial-baking process on gluten-free bread: Impact of hydrocolloid addition. *Food bioprocess technology*, 5, 1724-1732.
- [32] McCarthy, D.F., Gallagher, E., Gormley, T.R., Schober, T.J. and Arendt, E.K. 2005. Application of response surface methodology in the development of gluten free bread. *Cereal chemistry*, 82, 609-615.
- [33] Maleki, G. and Mohammadzade Milani, J. 2012. Effect of guar, xanthan, carboxyl cellulose and hydroxyl propyl methyl cellulose on staling of Barbari bread. *Research and innovation in food Science and Technology*, 1(1), 1-10 [in Persian].
- [34] Biliaderis, C.G., Lzydorczyk, M.S. and Rattan, O. 1995. Effect of arabinoxylans on bread-making quality of wheat flours. *Food chemistry*, 53, 165-171.
- [35] Ghanbari, M. and Farmani, J. 2013. Influence of hydrocolloids on dough properties and quality of barbari: An Iranian leavened flat bread. *Journal agricultural sciences technology*, 15, 545-555.
- Journal of food science, Article ID 479630, 1-9.
- [27] Naghipour, F., Sahraiyani, B., Soleimani, M. and Sedaghat, N. 2015. Effect of temperature, relative humidity and packaging film on maintaining the quality and increasing the shelf-life of sorghum gluten-free bread. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & food Technology*, 10(1), 61-70 [in Persian].
- [28] Purlis, E. and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42, 865-870.
- [29] Sahraiyani, B., Habibi Najafi, M.B., Karimi, M., Hadad Khodaparast, M.H. and Ghiafe Davoodi, M. 2012. Investigation on production of gluten free bread utilizing sorghum, cheese powder, guar, carboxymethylcellulose and lallemantiaroyleana (Balangu) gums. [dissertation]. Mashhad, Ferdowsi university of Mashhad, M.C. Faculty of Agriculture [in Persian].
- [30] Sahraiyani, B., Habibi Najafi, M.B., Karimi, M. and Hadad Khodaparast, M.H. 2011. Sorghum gluten-free bread formulations utilizing Carboxymethyl cellulose (CMC) and Balngushirazi gums. National conference of food Technology,

## Effect of pectin on physicochemical, textural and sensory properties of corn-based gluten-free bread

Abdolalizadeh, E. <sup>1</sup>, Gharekhani, M. <sup>2\*</sup>

1. M.Sc student, Department of Food science and engineering, Tabriz branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

2. Department of Food science and engineering, Tabriz branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

(Received: 2016/11/22 Accepted:2016/12/26)

Celiac disease is a permanent intolerance to some cereal prolamins and this disease is one of the most common food allergic. The only effective treatment for such patients is gluten-free diet. Gluten free breads require polymeric substances that mimic the viscoelastic properties of gluten to provide structure and retain gas. In this research effect of pectin in three concentrations (1, 2 and 3 % flour basis) and also combination pectin-tragacanth in concentration of 3 % was evaluated on physicochemical, textural and sensory properties of corn-based gluten-free bread. Addition of pectin and increasing its concentrations increased the volume specific in breads containing hydrocolloids as compared to the control bread, and among treatments pectin in concentrations of 3% showed the highest loaf specific volume. The lowest weight loss of bread was belong to bread with 2% pectin that was not significant with breads contain to 1 and 3% of pectin. Also addition of pectin caused a significant ( $p < 0/01$ ) increase in moisture content of crumb as compared to the control bread. Results show that addition and increase of pectin concentration caused to increase of bread hardness non-significantly in compared with control bread in 24 and 72 h after baking. Also the results showed that treatment effect on the sensory properties was not significant ( $p < 0/05$ ), and addition of different concentration of pectin improve the overall score in the sensory evaluation. Altogether, according to results from various tests and statistical results evaluated addition 2% pectin to bread recommended for increase quality gluten free bread.

**Keywords:** Gluten free bread, Corn, Pectin, Celiac

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: m.gharekhani@iaut.ac.ir