(مقاله پژوهشی)

بررسی‌تاثیرافزودن پکتین وکنسانتره کشمش برخصوصیات‌کمی و کیفی نان فاقدگلوتن حاصل از مخلوط‌آردگاورس(Setaria italica) و آرد برنج

ابوالقاسم عبداله‌زاده [۱]، محسن وظیفه‌دوست[۱*]، زهره دیدار[۱]، محمد حسین‌حداد خداپرست[۲]، محمدآرمین[۳]

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور ، ایران.

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳-گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۰ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۷/۱۳

DOI: 10.30495/jfst.2021.1930225.1720

چکیده

نان حاصل از آرد گندم یکی از پر مصرف‌ترین غذاها در سراسر جهان است، امّا بیماران سلیکاکی قادر به استفاده از آن نیستند. به بیماری عدم تحمل‌گلوتن، بیماری سلیاک گفته می‌شود و تنها روش درمان این بیماری، بکارگیری یک رژیم غذایی فاقد گلوتن است. در همین راستا به منظور ارزیابی اثر هیدروکلوئید پکتین (در سطوح۰، ۱/۵ و ۲/۵ درصد) و کنسانتره کشمش (در سطوح ۰، ۳ و ۴ درصد) بر خصوصیات کمی و کیفی نان فاقد گلوتن حاصل از مخلوط آرد گاورس (setaria italica) و آرد برنج، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از پکتین می‌تواند باعث افزایش پایداری و ثبات خمیر و کاهش درجه نرمی خمیرگردد. در آزمون رنگ سنجی نیز مشخص گردید روشن‌ترین رنگ پوسته نان مربوط به نان حاوی پکتین است. بالاترین میزان حجم و حجم مخصوص را تیمارهایی که ترکیبی از پکتین و کنسانتره کشمش داشتند از خود نشان دادند. همچنین پکتین و کنسانتره کشمش توانستند در کلیه سطوح مقداری مورد استفاده، با کاهش سفتی و سختی مغز نان سبب کُند شدن روند بیاتی گردند و در این راستا بیشترین تأثیر را تیمار حاوی ۲/۵ درصد پکتین و ۴ درصد کنسانتره کشمش به خود اختصاص داد بطوریکه میزان سفتی نان در طول زمان ۲۴ ساعت بعد از پخت با زمان ۴۸ ساعت بعد از پخت تفاوت معنی دار نداشت. به طورکلی می‌توان گفت که افزودن ۲/۵ درصد پکتین به همراه ۴ درصد کنسانتره کشمش به نان تهیه شده از مخلوط آردهای گاورس و برنج می تواند سبب بهبود خصوصیات کمی و کیفی محصول نهایی گردد.

واژه‌های کلیدی: نان فاقد گلوتن، پکتین، کنسانتره کشمش، آرد گاورس، آرد برنج.

* مسئول مکاتبات: m.vazifedoost@iau-neyshabur.ac.ir

۱- مقدمه

بیماری سلیاک، مشابه فنیل کتونوریا و دیابت یک اختلال متابولیکی است که در آن رابطه مستقیمی بین مصرف فرآورده‌های گلوتن و ناهنجاری شدید ارگاسمی در مصرف‌کننده وجود دارد . در حال حاضر تقریباً یک درصد از جمعیت جهان درگیر این بیماری هستند(۷). بیماری سلیاک باعث ایجاد التهاب و تورم روده کوچک می‌شود و در پی آن جذب برخی مواد مغذی با مشکل مواجه شده و اختلالات روده‌ای – معده‌ای مشاهده می‌شود(۴۹). از علائم بیماری سلیاک می‌توان به کاهش رشد، نقص مینای دندان و مشکلات‌گوارشی در کودکان و همچنین اسهال، استفراغ، یبوست، درد شکم، کمبود ویتامین و مواد معدنی و خشکی پوست در بزرگسالان تا افزایش خطر سقط جنین در زنان اشاره کرد(۲۷). نان‌های فاقد گلوتن برای افراد سلیاکی مناسب می‌باشد چون در تهیه آن‌ها به جای استفاده از آرد گندم یا آردهای حاوی گلوتن از ترکیبات مختلف مثل ذرت، ارزن، برنج و ...که فاقد گلوتن هستند، استفاده می‌گردد(۴۸). آرد برنج یکی از رایج‌ترین آردهای بکار گرفته شده در تهیه نان‌های فاقد گلوتن است، چون هم در دسترس است و هم دارای طعم و مزه مناسب و رنگ سفید می‌باشد و به راحتی قابل هضم و ضد آلرژی است، هر چند نان‌های بدون گلوتن تولید شده بر پایه آرد برنج دارای محتوی کمی از ویتامین‌ها، فیبر رژیمی و مواد معدنی هستند (۷). از اینرو، ترکیب آرد برنج با سایر منابع مفید دیگر ضروری به نظر می‌رسد. گاورس یک گیاه خود رو و مقاوم به خشکی است و به آن ارزن دُم روباهی نیز اطلاق می‌شود. آرد گاورس می‌تواند به عنوان یک ترکیب مناسب جهت اختلاط با آرد برنج برای تولید نان فاقد گلوتن مطرح باشد چون منبع غنی از اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی (کلسیم،آهن، منیزیم و روی)، ویتامین‌ها (بویژه ویتامین‌های گروه B) و فیبرهای رژیمی است (۱۳). عدم وجود ترکیب گلوتن در آرد، یک چالش تکنولوژیکی در تهیه نان فاقد گلوتن‌است چون آردهای بدون گلوتن از قدرت چسبندگی و الاستیسیته مناسبی برخوردار نیستند و در واقع گلوتن گندم جایگاه خاصی در تولید نان دارد و از اینرو پیدا کردن جایگزین آن کار ساده‌ای نیست(۴۹).درسال‌های اخیر ترکیبات جایگزین‌شامل‌هیدروکلوئیدها(۴۹)،پروتئین‌ها (۵۱)، آنزیم‌ها (۵۰)، امولسیفابرها (۲۶) و آردهای بدون‌گلوتن (۴۹) مطرح شده است. هیدروکلوئیدها در طول فرآیند تهیه نان با آب در تعامل هستند و یک شبکه ژل تولید می‌کنند که منجربه افزایش وسیکوزیته خمیر و افزایش زمان گسترش خمیر می‌گردد و در پی‌آن افزایش توانایی ابقا گاز در هنگام تخمیر، افزایش حجم نان، بهبود بافت و شکل ظاهری نان حاصل می‌شود (۲۱و۲۵). از جمله هیدروکلوئیدهایی که در فرآورده‌های نانوایی بدون گلوتن کارایی دارند می‌توان به HPMC،کاراگینان، پکتین، آگار و غیره اشاره کرد (۲۵). یکی‌ازپرکاربردترین‌صمغ‌ها و هیدروکلوئیدها در تکنولوژی مواد غذایی، پکتین می‌باشد. به طوری که پکتین می‌تواند سبب بهبود حجم مخصوص، رنگ پوسته و مغز و بهبود بافت نان فاقد گلوتن گردد. پکتین بدلیل داشتن گروه‌های متعدد هیدروکسیل می‌تواند با تغییر در خواص رئولوژیکی خمیرها، موجبات حفظ کیفیت نهایی محصولات حاصل از آن‌ها را فراهم نماید (۴۲). لازارید و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که بکارگیری پکتین در سطح مقداری۲ درصد باعث افزایش حجم و افزایش الاستیسیته خمیر فاقد گلوتن گردید(۲۵). ترکیب دیگری که بر کیفیت تغذیه‌ای و تکنولوژیکی نان‌های بدون گلوتن می‌تواند مؤثر باشد، کنسانتره کشمش است، بطوریکه کنسانتره کشمش حاوی مقادیر بالایی عناصر کمیاب (کلسیم، منیزیم، فسفر، پتاسیم، سدیم) و ویتامین بوده و قندهای موجود در کنسانتره کشمش به فرم گلوکز و فروکتوز هستند که بدون نیاز به هضم به آسانی وارد خون شده و از این جهت برای بیماران سلیاکی اهمیت دارد (۱۰). کنسانتره کشمش حاوی مقادیر زیاد اسید پروپیونیک است که با حضور اسید تارتاریک که موجبات کاهش pH را فراهم نموده است، می‌تواند یک عامل ضد کپک محسوب شود و این خاصیت کنسانتره کشمش برای نان‌های فاقدگلوتن که بطور طبیعی دارای رطوبت بالایی هستند مناسب است. علاوه بر این کنسانتره کشمش می‌تواند باعث افزایش رنگ، حجم و ماندگاری نان فاقد گلوتن گردد (۳۹). عبداله زاده و همکاران (۱۳۸۹) نیز

اعلام نمودند که کنسانتره کشمش می‌تواند باعث به تعویق افتادن بیاتی نان حاصل از آرد گندم شود و تاثیر مثبتی بررنگ پوسته نان و پذیرش کلی نان داشته باشد(۳). از این‌رو با توجه به مطالعات صورت گرفته و ضرورت تولید محصولات بدون گلوتن و بهبود خصوصیات این دسته از محصولات، هدف از انجام تحقیق حاضر، تولید نان مخصوص بیماران سلیاکی بر پایه مخلوط مساوی از آرد گاورس و آرد برنج با بکارگیری هیدروکلوئید پکتین و کنسانتره کشمش بود.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

دانه‌های گاورس بکارگرفته شده (*setaria Italica*) در این تحقیق از بازار محلی شهرستان سبزوار (استان خراسان رضوی) تهیه گردید و به کمک آسیاب آزمایشگاهی (مدل A11 شرکت IKA آلمان) ، ابتدا پوست گیری و سپس داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی قرارداده شد و در طول مدت تحقیق در یخچال نگهداری شد. برنج نیم دانه نیز از بازار محلی تهیه شد و به ترتیب عملیات خیسانیدن، آبکشی، آسیاب (مدل۱۰۰۰۰ شرکت Best چین) و صاف کردن با الک مش هشتاد روی آن انجام شد و در نهایت در گرمخانه ۴۷ درجه سانتی گراد تا رطوبت نهایی۱۰ درصد خشک گردید. کشمش از نوع دانه دار کاشمر، کشیده درجه دو بود که از بازار محلی شهرستان کاشمر (استان خراسان رضوی) تهیه گردید و در سلوفان های یک کیلوگرمی بسته‌بندی شد.پکتین ازشرکت silva ساخت کشور ایتالیا، مخمر فعال نانوایی از شرکت خمیر مایه فریمان(ایران ملاس)، بهبود دهنده از شرکت گلنان و دیگر افزودنی‌ها از جمله شکر، روغن نباتی، شیر خشک کامل و نمک طعام از بازار محلی خریداری شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه کنسانتره کشمش

در مرحله اول دُم‌گیری، شستشو و خشک کردن کشمش انجام گرفت، بعد نمونه توزین شده و به کمک آسیاب سایشی، بریدگی‌های کوچکی جهت نفوذ آب در جداره‌اش ایجاد گردید. در مرحله بعد، با نسبت دو به یک با آب (به عنوان حلال) مخلوط شده و عمل استخراج عصاره در درجه حرارت بین ۵۵ تا ۷۰ درجه سیلسیوس انجام گرفت. در ادمه ظروف حاوی کشمش و حلال در حمام آبجوش قرار گرفت و فرصت داده شد تا استخراج به طور کامل صورت گیرد. پایان عمل استخراج زمانی بود که بریکس محلول ثابت می‌ماند و مدت زمان لازم برای آن حدود دو ساعت بود. در نهایت عصاره بدست آمده صاف و توسط اوپراتور چرخشی تحت خلاء در دمای۶۰ درجه سلسیوس تا بریکس هفتاد تغلیظ شد(۳).

۲-۲-۲- تولید نان حجیم فاقد گلوتن

برای تهیه خمیر، مقادیر معین پکتین (سطوح ۱/۵ و ۲/۵ درصد) و کنسانتره کشمش (سطوح ۳ و ۴ درصد) و سطوح ترکیبی پکتین و کنسانتره کشمش بطور جداگانه به همراه یک درصد مخمر نانوایی، یک درصد نمک، چهار درصد روغن، ۰/۱ درصد بهبود دهنده، دو درصد شیر خشک کامل به مخلوط مساوی آرد گاورس و آرد برنج و مقدار لازم آب (طبق میزان جذب آب دستگاه فارینوگراف) اضافه شد و به‌مدت‌پانزده‌دقیقه دردرون میکسر آزمایشگاهی (نوع EB12H101) با سرعت چهل دور در دقیقه مخلوط گردید. عملیات تخمیر درسه مرحله صورت گرفت به طوری که ابتدا تخمیراولیه (زمان سی دقیقه، دمای سی درجه سیلسیوس و رطوبت نسبی هفتاد و پنج درصد) انجام شد و در ادامه خمیر به چانه‌هایی با وزن چهارصد گرم تقسیم و آماده تخمیر میانی (زمان ده دقیقه، دمای سی درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی هشتاد و پنج درصد) گردید. چانه‌های خمیر درون قالب‌هایی از جنس تفلون درب‌دار (با ابعاد طول۲۰ سانتی‌متر، عرض۱۰سانتی‌متر و ارتفاع ۱۱ سانتی‌متر) قرار گرفت تا مرحله تخمیر نهایی در گرمخانه (زمان شصت دقیقه، دمای سی و پنج درجه سیلسیوس و رطوبت نسبی نود درصد) کامل شود. در پایان عملیات تخمیر، کلیه قالب‌ها به فر پخت (مدل korl welkerkg ساخت آلمان) منتقل شد و در دمای ۲۱۰ درجه سیلسیوس

به مدت زمان ۳۲ دقیقه پخت صورت گرفت. در خاتمه نان تولید شده در دمای محیط سرد و جهت انجام آزمایشات مورد نظر در بسته بندی مقاوم به رطوبت، بسته بندی گردید.

جدول ۱ـ فهرست تیمارهای مورد آزمایش

شماره تیمار	علامت اختصاری تیمار	پکتین (درصد)	کنسانتره کشمش (درصد)
۱	Ctrl	صفر	صفر
۲	$P_{1.5}$	۱/۵	صفر
۳	$P_{2.5}$	۲/۵	صفر
٤	R_3	صفر	۳
٥	R_4	صفر	٤
٦	$R_3/P_{1.5}$	۱/۵	۳
۷	$R_4/P_{1.5}$	۱/۵	٤
۸	$R_3/P_{2.5}$	۲/۵	۳
۹	$R_4/P_{2.5}$	۲/۵	٤

۲-۲-۳- آزمون‌های شیمیایی

خصوصیات شیمیایی آرد گاورس و آرد برنج از جمله اندازه‌گیری pH، پروتئین، خاکستر، چربی، رطوبت و فیبر طبق استاندارد AACC انجام شد. به طوری‌که pH با روش استانداردAACCشماره ۵۲- ۲ ، پروتئین با روش استاندارد AACCشماره۱۶-۴۶، خاکستر با روش استاندارد AACC شماره ۰۱-۰۸ ، چربی با روش استاندارد AACC شماره ۳۰-۱۰ ، رطوبت با شماره استاندارد AACC شماره ۱۵-۴۴ و فیبر با روش استاندارد AACC شماره ۱۰- ۳۲ انجام گرفت (۵).

۲-۲-٤-آزمون فارینوگرافی

دراین تحقیق آزمون فارینوگرافی روی خمیر شاهد (فاقد پکتین و کنسانتره کشمش) و خمیر تیمارهای حاوی پکتین و کنسانتره‌کشمش درسطوح مقداری مختلف انجام شد. آزمون مذکور به کمک دستگاه فارینوگراف (مدل برابندر، ساخت‌کشورآلمان) وبا استفاده از روش استاندارد AACC شماره ۲۱-۵۴ تعیین گردید(۵).

۲-۲-۵- اندازه‌گیری میزان حجم و حجم مخصوص

تعیین‌میزان‌حجم‌نمونه‌ها با روش استاندارد AACC10-72 بر پایه متد جابه جایی‌دانه‌کلزا صورت گرفت و از تقسیم کردن اعداد حجم به وزن نان، حجم مخصوص محاسبه گردید(۱۶).

۲-۲-٦- ارزیابی رنگ پوسته

تجزیه و تحلیل رنگ پوسته نان، در فاصله زمانی دو ساعت بعد از تولید، با بررسی فاکتورهای a*, b* و L* صورت گرفت. فاکتورL* وضعیت روشنایی نمونه‌ها را نشان می‌دهد و دامنه آن از عدد صفر تا صد است. فاکتورa* وضعیت نزدیکی رنگ نمونه‌ها را به زرد و آبی مشخص می‌کند به طوری که دامنه اعداد آن از ۱۲۰- تا ۱۲۰+ می‌باشد. جهت اندازه گیری این گزینه‌ها نان با ابعاد دو در دو سانتیمتر آماده گردید و به کمک اسکنر (نوع HP scoujet E 3010) عکسبرداری‌شد ودر ادامه اعداد فاکتورها به‌کمک‌نرم افزار Image I تعین شد(۴۵).

۲-۲-۷- آزمون بافت سنجی (روند میزان بیاتی)

برای بررسی چگونگی سفتی مغز نان و روند بیاتی از دستگاه اینسترانوع۱۱۴۰ (ساخت کشور انگلستان) بر طبق استاندارد

AACC شماره ۰۹-۷۴ استفاده گردید. برای انجام آزمون در طول زمان، بیست و چهار ، چهل و هشت و هفتاد و دو ساعت بعد از پخت، از مغز نان، برش‌هایی با اندازه دو سانتی متر در دوسانتی متر و قطر بیست و پنج میلیمتر تهیه و درفک ثابت دستگاه قرار داده شد و فک متحرک مجهز به پروب با قطر ۳۶ میلیمتر ، با سرعت ده میلی‌متر در یک دقیقه تنظیم گردید و در نهایت مقدار نیروی برشی وارد شده به نمونه‌ها بر حسب نیوتن اندازه گیری گردید و هر چقدر نان بیشتر به سمت سفتی و بیاتی پیش رفته باشد مقدار نیروی برشی بیشتری لازم است (۶).

۲-۲-۸-آزمون حسی

آزمون‌حسی‌با استفاده از روش پیشنهادی رجب زاده (۱۳۹۰) انجام شد.۱۰ داورازبین افراد آموزش دیده انتخاب گردیدند و سپس خصوصیات حسی نان از نظر فرم وشکل، ویژگی های پوسته و سطح فوقانی نان، ویژگی های سطح زیرین نان، پوکی و تخلخل نان، سفتی و نرمی بافت نان؛ قابلیت جویدن نان و بو، طعم و مزه نان که به ترتیب دارای ضریب رتبه ۴، ۲، ۱، ۲، ۲، ۳، ۳ بودند مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد(۱) تا بسیار خوب (۵) بود. با داشتن این معلومات، امتیاز نهایی (پذیرش کلی) با استفاده از رابطه $Q=(\sum(p\times G))/(\sum P)$ محاسبه گردید(۲ و ۴).

در این رابطه **Q** امتیاز نهایی نان **p** نتایج ویژگی آزمون و **G** ضریب ارزیابی صفات می باشد.

۲-۳- آنالیز آماری

در این تحقیق تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمون‌ها از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاتصادفی با سه تکرار استفاده شد که درآن فاکتور اول غلظت های مختلف پکتین (۰، ۱/۵ و ۲/۵ درصد) و فاکتور دوم غلظت های مختلف کنسانتره کشمش (۰، ۳ و ۴ درصد) بود و برای آنالیز داده های حاصل از روند بیاتی ازآزمایش فاکتوریل سه فاکتوره در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده گردید که در آن فاکتور اول غلظت های مختلف پکتین (۰، ۱/۵ و ۲/۵ درصد) و فاکتور دوم غلظت های مختلف کنسانتره کشمش (۰، ۳ و ۴ درصد) و فاکتور سوم زمان نگهداری (۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از پخت) بود. همچنین کلیه مقایسه میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از نرم افزارSAS انجام پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج‌آزمون‌های‌شیمیایی‌آرد برنج و آرد گاورس

نتایج ویژگی‌های شیمیایی از قبیل فیبر، پروتئین، خاکستر کل، pH و رطوبت‌دونوع‌آرد گاورس و آرد برنج درجدول ۲ آمده است. بر این اساس مقدار پروتئین آرد برنج و آرد گاورس به ترتیب ۸/۲۵ و ۱۱/۰۳ ٪درصد است. مطالعات نشان داده است که کیفیت نان‌های فاقد گلوتن با بکارگیری منابع مختلف پروتئینی بهبود می‌یابد(۴۴). لذا پروتئین‌های آردگاورس و آرد برنج می‌توانند باعث ارتقاء کیفیت نان فاقدگلوتن گردند(۴۶).طبق‌نتایج‌حاصله مقدار فیبر و خاکستر آردگاورس‌نسبت به‌آرد برنج اعداد بالاتری را نشان می‌دهند و معمولاً مقدار خاکستر رابطه مستقیم با میزان مواد معدنی دارد و بر این اساس کمبود مواد معدنی و فیبر آرد برنج با افزودن آرد گاورس به آن برای تهیه نان فاقد گلوتن جبران می‌شود.

جدول ۲ - ترکیبات شیمیایی آرد گاورس و آرد برنج

خصوصیات / تیمار	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)	پروتئین (درصد)	فیبر (درصد)	چربی (درصد)	pH
آرد برنج	۸/۳۹	۰/۸۹	۸/۲۵	۰/٤٥	۱/۱۹	٦/۲۸
آرد گاورس	۸/۱۲	۱/۹۵	۱۱/۰۳	۵/۸	۲/۰۵	۵/۸۷

۳-۲-آزمون فارینوگرافی

نظربه‌این‌که‌آردهای‌فاقد گلوتن، قوام ضعیف‌تری از آردهای حاوی‌گلوتن‌دارند، لذا در این تحقیق برای مخلوط آرد گاورس و آرد برنج خط 230Bu برابندر به عنوان خط استاندارد جهت آزمون فارینوگرافی در نظر گرفته شد. این نتیجه بر اساس یافته‌های برخی از محققین است (۱۲). طبق نتایج‌آمده‌درجدول۳،بالاترین میزان جذب آب در تیمارهای حاوی پکتین دیده می‌شود و رابطه خطی بین افزایش میزان پکتین و میزان جذب آب‌دیده می‌شود. تأثیر افزودن هیدروکلوئیدها بر درصد جذب آب، به واسطه گروه‌های هیدروکسیل زیادی است که در ساختار آن‌ها وجود دارد به طوری که با برقراری پیوندهای هیدروژنی باعث جذب آب بیشتر می‌گردند و در ساختار خود آب را محبوس می‌کنند (۱۴).تیمارهایی‌که فقط حاوی‌کنسانتره کشمش بودند تأثیر بسزایی در افزایش جذب آب نشان ندادند. بالاترین زمان توسعه خمیر به تیمارهای حاوی ۲/۵ ٪ پکتین اختصاص یافت به طوری که با سایر تیمارها تفاوت معنی داری داشت ($p<\%5$).محققین‌نیزاعلام‌کردند که افزودن هیدروکلوئیدها سبب بهبود زمان توسعه خمیر می‌گردد (۳۴). افزودن پکتین در هر دو سطح سبب افزایش زمان ثبات و پایداری خمیر شده است که در سطح مقداری ۲/۵ ٪ اثر بیشتری را نشان می‌دهد. افزودن‌کنسانتره‌کشمش به تنهایی تأثیری بر پایداری خمیر نداشته بطوریکه با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نشان نمی‌دهد ($p<\%5$). بواسطه افزودن هیدروکلوئیدها، یک ساختار مشابه گلوتن در بافت خمیر ایجاد می‌گردد و همین امر باعث افزایش زمان پایداری و ثبات خمیر می‌گردد(۴۳). نتایج این تحقیق حاکی از این است که تیمارهایی که فقط حاوی کنسانتره کشمش هستند، نتوانستند بر کاهش درجه نرمی‌خمیر تأثیر داشته باشند و در این خصوص با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری از خود نشان ندادند ولی سایر تیمارها سبب کاهش درجه نرمی خمیر شده و در این خصوص تفاوت معنی داری داشتند ($P<\%5$).

جدول۳- مقایسه تأثیر افزون پکتین و کنسانتره کشمش بر خصوصیات فارینوگرافی خمیر تهیه شده از مخلوط آرد برنج و گاورس

صمغ پکتین (درصد)	کنسانتره کشمش (درصد)	جذب آب (درصد)	پایداری خمیر (دقیقه)	زمان گسترش خمیر (دقیقه)	درجه نرمی خمیر (برابندر)
	صفر	٤٩/٨٣^{c}±٠/٧٥	٢/٥^{c}±٠/١١	٣/٣٠^{c}±٠/١١	٥٩/٢٠^{a}±٠/٣١
صفر	٣	٥٠/٢٠^{c}±٠/٣١	٢/٥٦^{c}±٠/٢١	٣/٥٠^{c}±٠/١٥	٥٨/٦٣^{a}±٠/٩٣
	٤	٥٠/٢٣^{c}±٠/٣٢	٢/٦٦^{c}±٠/٠٦	٣/٤٣^{c}±٠/٢٣	٥٨/٨٣^{a}±٠/٦٤
	صفر	٥٦/١٣^{b}±٠/٨٣	٣/٦٠^{b}±٠/١٥	٤/٥٠^{b}±٠/١١	٤٨/٥٣^{b}±٠/٢١
١/٥	٣	٥٦/٢٣^{b}±٠/٨٢	٣/٦٠^{b}±٠/٢٦	٤/٦٠^{b}±٠/١٧	٤٨/٣٦^{b}±٠/٣١
	٤	٥٦/٤٦^{b}±٠/٥٨	٣/٧٣^{b}±٠/١١	٤/٤٦^{b}±٠/٢١	٤٧/٧٦^{b}±٠/٣١
	صفر	٦٧/٥٣^{a}±٠/٥٩	٧/٤^{a}±٠/١٥	٦/٩٣^{a}±٠/٤٣	٣٣/٨٦^{c}±٠/٣٥
٢/٥	٣	٦٧/٧٦^{a}±٠/٦٥	٧/٢٠^{a}±٠/١١	٦/٨٣^{a}±٠/١١	٣٣/٨٦^{c}±٠/٢١
	٤	٦٨/١٠^{a}±٠/٧١	٧/٣٣^{a}±٠/١٥	٦/٩٣^{a}±٠/١٢	٣٣/٤٣^{c}±٠/٣٢

* میانگین های دارای حروف غیرمشترک در هر ستون با یکدیگر اختلاف معنی داری دارند (دانکن α=۰/۰۵)

۳-۳- حجم و حجم مخصوص

حجم‌نان‌یکی از پارامترهای مهم کیفی نان است که شاخصی ازتوانایی‌حجیم‌شدن‌نان‌وبالاآمدن‌نان‌درفرپخت می‌باشد(۳۹). نتایج آمده در جدول ۴ ، نشان می‌دهد که بکارگیری پکتین و کنسانتره کشمش تأثیر معنی‌داری ($p<\%5$) بر افزایش حجم نان و حجم مخصوص داشته است بطوریکه بیشترین تأثیر را تیمار حاوی۴ ٪ کنسانتره کشمش و ۲/۵ ٪ صمغ پکتین نشان داد و کم‌ترین حجم نان در بین‌کلیه تیمارهای مورد بررسی اختصاص به تیمار شاهد دارد. هنگامی که هیدروکلوئیدها از جمله پکتین در طول فرآیند تهیه نان با آب در تعامل هستند یک شبکه ژل مانند تولید می‌کنند که باعث افزایش و یسکوزیته خمیر و تقویت زمان گسترش خمیر و در نتیجه آن افزایش قدرت نگهداری‌گاز درطی عملیات تخمیر و بهبود حجم نان می‌گردد(۲۱). و افزایش حجم نان توسط کنسانتره کشمش به واسطه وجود مقداررطوبت‌وحضوراسیدتارتاریک درآن می‌باشد(۳۹).

جدول ٤- تأثیر غلظت های مختلف پکتین و کنسانتره کشمش بر میزان حجم و حجم مخصوص نان‌های بدون گلوتن حاصل از مخلوط آرد گاورس و آرد برنج

صمغ پکتین (درصد)	کنسانتره کشمش (درصد)	حجم(سانتیمتر مکعب)	حجم مخصوص (سانتی متر مکعب بر گرم)
صفر	صفر	۱۲۸/۱۳ ± ۰/۲۰۸ ^{i}	۲/۵۵ ± ۰/۰۵ ^{i}
	۳	۱۶۰/۱۳ ± ۰/۳۰۵ ^{g}	۳/۲۰ ± ۰/۰۱۱ ^{j}
	٤	۱۶۱/۲۸ ± ۰/۶۵۶ ^{f}	۳/۲۲ ± ۰/۰۱ ^{f}
۱/۵	صفر	۱۵۸/۸۳ ± ۰/۴۰۴ ^{h}	۳/۱۷ ± ۰/۰۱۰ ^{h}
	۳	۱۷۵/۷۱ ± ۰/۴۴۵ ^{e}	۳/۵۱ ± ۰/۰۰۵ ^{e}
	٤	۱۸۳/۳۱ ± ۰/۲۲۸ ^{d}	۳/۶۶ ± ۰/۰۰۵ ^{d}
۲/۵	صفر	۱۹۰/۱۶ ± ۰/۶۵۰ ^{c}	۳/۸۰ ± ۰/۰۱۰ ^{f}
	۳	۲۱۰/۸۰ ± ۰/۰۰۵ ^{b}	۴/۲۱ ± ۰/۰۰۵ ^{b}
	٤	۲۲۵/۶۰ + ۰/۳۴۰ ^{a}	۴/۵۰ + ۰/۰۰۶ ^{a}

* میانگین های دارای حروف غیرمشترک در هر ستون با یکدیگر اختلاف معنی داری دارند (دانکن $\alpha=0/05$)

۳-٤- نتایج ارزیابی رنگ پوسته نان (رنگ سنجی)

مؤلفه‌های‌رنگی,*L*,a*b مهم‌ترین‌شاخص‌های‌اندازه‌گیری شده در این خصوص بودند که نتایج آن در جدول۵ ، آمده است. بر پایه این نتایج شاخص*L که نشان دهنده روشنی پوسته‌نان است، بالاترین عدد را در تیمار حاوی ۲/۵٪ پکتین و سپس در تیمار حاوی ۱/۵٪ پکتین به خود اختصاص داده است.مطالعات دیگر نیز مؤید این نتایج است و گزارش شده است که هیدروکلوئیدها می‌توانند باعث روشنایی پوسته نان شوند و علت‌آن را به وجود ظرفیت بالای نگهداری آب هیدروکلوئیدها مرتبط می‌دانند به طوری‌که این گروه از افزودنی‌هاباحفظ‌آب وممانعت از خروج آن درحین عملیات پخت، باعث کاهش تغییرات پوسته شده و در مجموع این موضوع‌می‌تواند باعث افزایش شاخص رنگی*L شود (۲۸). همچنین‌محققین‌اعلام کردنده‌اندکه پکتین باعث بهبود رنگ پوسته و مغز نان فاقد گلوتن می‌گردد(۴۲). به طوری‌که با حفظ رطوبت وممانعت ازخروج‌آب، باعث‌کاهش بی نظمی وکاهش چین و چروک های ناشی از عدم وجود گلوتن در نان میگردند و از آنجا که تغییرات سطح نان مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به چین دار توانایی بیشتری‌درانعکاس‌نور وافزایش میزان مولفه*L دارد بنابراین

هر چه سطح نان دارای چین و چروک کمتر باشد، مقدار روشنایی‌آن بیشتر خواهد بود(۳۶). از طرف دیگر پژوهش حاضر، نشان دادکه کمترین‌عدد*L و یا به عبارتی، تیره‌ترین رنگ پوسته نان مربوط به تیمار۴٪ کنسانتره کشمش و سپس تیمار۳٪کنسانتره‌کشمش است و این دو تیمار با سایر نمونه‌ها در این خصوص تفاوت معنی‌دار دارند($p<\%5$). پایین بودن عدد*Lدرتیمارهای‌حاوی‌کنسانتره‌کشمش‌به‌دلیل رنگ خود کنسانتره‌کشمش‌و همچنین افزایش واکنش کاراملیزاسیون و واکنش‌مایلارددرخلال پخت نان است (۳۹).در همین راستا سابنیس و همکاران (۲۰۰۹) اعلام نمودند که میزان رنگ و شدت رنگ‌نان‌به‌خصوصیات فیزیکوشیمیایی خمیر و شرایط پخت خمیربستگی دارد ولی بکارگیری کنسانتره کشمش به عنوان یک افزودنی‌می‌تواند اثر مهمی را بر رنگ‌مغز و پوسته نان داشته باشد، چون کنسانتره کشمش حاوی قند است و واکنش‌های کاراملیزاسیون را در پی‌دارد و علاوه برآن چون حاوی قندهای احیاکننده نیز می‌باشد می‌تواند بر شدت واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی نیز موثر باشد(۴۰)

جدول ۵- اثر کنسانتره کشمش و پکتین بر رنگ پوسته نان بدون گلوتن حاصل از آرد گاورس و آرد برنج

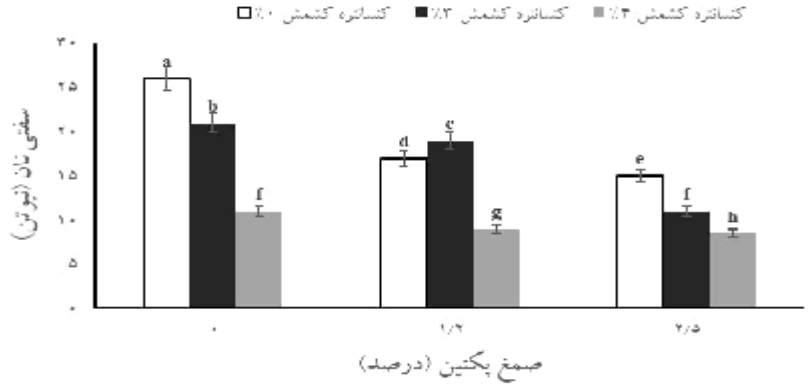
صمغ پکتین (درصد)	کنسانتره کشمش (درصد)	L^*	a^*	b^*
۰	۰	۳۶.۱۹^{e}±۰/۹۳	۳/۲۵^{d}±۰/۰٤	۱٤/۳۰^{ef}±۰/۱۱
	۳	۲۹/۸۳^{f}±۰/۰۷	۳/۳۹^{cd}±۰/۱۵	۱٤/۲۳^{fg}±۰/۰٦
	٤	۲۵/٤٤^{g}±۰/۲٤	۳/۸۰^{a}±۰/۱۱	۱٤/۱۰^{g}±۰/۱۱
۱/۵	۰	٤٤/۰٤^{b}±۰/۱۸	۳/۳۵^{a}±۰/۰٤	۱٤/۷۳^{ab}±۰/۱۵
	۳	۳۷/۷٦^{d}±۰/۲۲	۳/٤۰^{bcd}±۰/۰٦	۱٤/٤۰^{de}±۰/۱۲
	٤	۳۰/۲۹^{f}±۰/۲٤	۳/۵۷^{b}±۰/۲۹	۱٤/۱۳^{g}±۰/۰٦
۲/۵	۰	٤۵/٤۱^{a}±۰/۲٦	۳/۳۲^{d}±۰/۰۲	۱٤/۸٦^{a}±۰/۰٦
	۳	٤۰/۷۱^{c}±۰/۵۲	۳/۵^{bc}±۰/۰۸	۱٤/٦۳^{bc}±۰/۰۸
	٤	۳۷/٦۰^{d}±۰/۳۲	۳/٦۲^{ab}±۰/۲۱	۳/٦۲^{cd}±۰/۱۱

* میانگین های دارای حروف غیرمشترک در هر ستون با یکدیگر اختلاف معنی داری دارند (دانکن α=۰/۰۵)

۳-۵-نتایج حاصل از بررسی سفتی بافت نان و ارزیابی روند بیاتی

ارزیابی‌بافت نان به خصوص تعیین سفتی بافت مغز به عنوان یک معیار ارزشمند در شناسایی میزان بیاتی نان مطرح است و در واقع‌سفتی مغز نان، میزان مقاومت بافت مغز به تغییر شکل‌است وشدت این‌سفتی با سپری شدن زمان، یک عامل اساسی در ارزیابی فرآیند بیاتی به شمار می‌آید(۲۳). نتایج داده‌های‌حاصل‌ازآزمون‌سفتی بافت مغز نان در شکل۱ آمده است و بر این اساس‌سفت‌ترین مغز نان مربوط به نان شاهد است که دلیل آن نداشتن شبکه گلوتن و در پی‌آن نداشتن مغزنان مناسب می‌باشد. افزودن پکتین و کنسانتره کشمش‌در فرمولاسیون نان فاقدگلوتن، باعث کاهش سفتی وسختی‌مغز نان گردید به طوری که افزودن پکتین بصورت منفرد در هر دو سطح در کاهش سفتی نان نسبت به کنسانتره کشمش در حالت منفرد مؤثرتر بود و سطح مقداری ۲/۵٪ پکتین در این خصوص مؤثرتر از سطح مقداری ۱/۵٪ آن عمل می‌کرد. چون پکتین در سطح ۲/۵٪ بهتر و موثرتر میتواند جایگزین شبکه گلوتن شود و هرچقدر کیفیت گلوتن بالاتر باشد گاز بهتری‌درخودنگه‌می‌داردوباعث‌کاهش‌سفتی مغز نان میگردد. این نتایج با نتایج ابراهیم پور و همکاران(۱۳۸۹) مطابقت دارد به طوری‌که این محققین در خصوص بکارگیری پکتین در تهیه نان بدون‌گلوتن، اعلام کردندکه با افزایش میزان پکتین از سطح ۱٪ به ۳ ٪ سفتی مغز نان کاهش می یابد(۱). تیمارهای ترکیبی یا همان نمونه‌های حاوی پکتین و کنسانتره کشمش، کمترین سفتی و سختی بافت نان را در بین‌کلیه تیمارها به خود نسبت دادند به طوری‌که‌کمترین میزان سفتی

بافت متعلق به تیمار ۲/۵٪ پکتین + ۴٪ کنسانتره کشمش بود و با سایر تیمارها در سطح P<%5 تفاوت معنی دار داشت. گزارشات متعددی شده است که پکتین باعث بهبود بافت نان و موجب نرمی‌بافت نان می‌گردد (۴۲). و توجیه شده است که هیدروکلوئیدها می‌توانند یک شبکه سلولی ایجاد کنند وبدین‌طریق‌باعث‌بهبود افزایش حجم، بهبود چسبندگی خمیر و در نهایت باعث‌کاهش‌سفتی و سختی مغز نان گردند (۷) و بکارگیری کنسانتره کشمش در فرمولاسیون نان نیز، سبب‌نرمی‌مغزنان می‌شود. Gallagherو همکاران (۲۰۰۳) گزارش‌دادندکه تمام نان های حاوی کنسانتره کشمش ، مغز نرمتری نسبت به تیمار شاهد دارند که این امر به دلیل کاهش رتروگرادسیون در اثرحضور فروکتوز و گلوگز میباشد(۲۰). و همچنین sabanis و همکاران(۲۰۰۸) اعلام نمودند که کنسانتره کشمش می‌تواند باعث کاهش سفتی مغز نان شود ودلیل‌آن‌رابه‌واسطه‌حفظ رطوبت بهتر و همچنین واکنش‌های مولکول‌های‌قند موجود در کنسانتره کشمش با زنجیر نشاسته دانستندکه سبب ثبات و پایداری ماتریکس نشاسته شده و در نهایت مانع از عمل رتروگرادسیون می‌شود(۳۹). نتایج این تحقیق درخصوص ارزیابی روند بیاتی در جدول۶ ، آمده است. بر این اساس‌کلیه تیمارها به استثناء تیمار ۳٪ کنسانتره کشمش + ۲/۵٪ پکتین و تیمار ۴٪ کنسانتره کشمش + ۵ /۲٪ پکتین، میزان‌سفتی‌مغزشان‌درطول‌زمان نگهداری (بیست و چهارساعت بعد از پخت، چهل و هشت ساعت بعد از پخت و هفتاد و دو ساعت بعد از پخت) افزایش پیدا کرد و این‌موضوع‌نشان‌ازبیات‌شدن نمونه‌ها در مدت زمان نگهداری بود. بالاترین حد بیاتی در نان شاهد بود به طوری که میزان بیاتی نمونه شاهد به علت نداشتن بافت مناسب در زمان ۷۲ ساعت بعد از پخت، قابل اندازه‌گیری نبود و بافت آن در برابر نیروی ایجاد شده از طرف دستگاه بافت سنج از هم گسیخته و خرد می‌شد و موید این بود که این نان کاملاً بیات شده و فاقد هر گونه مقاومت به تغییر می‌باشد.میزان سختی‌مغز نان در کلیه تیمارهای ترکیبی و تیمار ۲/۵٪ پکتین در زمان ۲۴ ساعت بعد از پخت با زمان ۴۸ ساعت بعد از پخت تفاوت معنی‌داری نداشت و این نشانه روند آهسته‌تر و کندتر بیاتی در این نمونه‌ها بود. درمجموع بکارگیری پکتین و کنسانتره کشمش به‌صورت‌ترکیبی تأثیر خوب و چشمگیر در کاهش روند بیاتی نان داشت چرا که پکتین قدرت بالایی در ایجادسیستم‌هیدروکلوئیدی مشابه شبکه منظم‌گلوتن دارد که‌ازخروج رطوبت جلوگیری می‌کند (۲۴). هیدروکلوئیدها ژل نشاسته را پایدار می‌کنند و تبلور مجدد آمیلوز را به تأخیر می‌اندازند (۱۱).



شکل۱ – اثر متقابل درصد صمغ و درصد کنسانتره کشمش بر سفتی مغز نان های فاقد گلوتن تهیه شده از آرد گاورس و آرد برنج به همراه پکتین و کنسانتره کشمش

جدول ٦- تغییرات سفتی‌مغز نان تهیه شده از آرد گاورس و آرد برنج بهمراه پکتین و کنسانتره کشمش در طی مدت زمان نگهداری(٢٤ ، ٤٨ و ٧٢ ساعت)

صمغ پکتین (درصد)	کنسانتره کشمش (درصد)	زمان (ساعت)		
		٢٤	٤٨	٧٢
٠	٠	٢٣/٥٦^{c}±٠/٣١	٢٨/٥٠^{a}±٠/٣٥	-
	٣	١٣/٦٢^{k}±٠/٠٥	١٦/٣٦^{h}±٠/١٤	٢٤/٧٦^{b}±٠/١٧
	٤	١١/٣٧^{m}±٠/٠٤	١٥/٠٩^{i}±٠/٤١	٢٢/٢٣^{d}±٠/٢١
١/٥	٠	١٧/٠٣^{g}±٠/٣٧	١٩/٤٥^{e}±٠/٣١	٢٤/٧٤^{b}±٠/١٥
	٣	١٦/٩٦^{g}±٠/١١	١٨/٣٢^{f}±٠/١٥	٢٤/٧٧^{b}±٠/٤٠
	٤	٨/٠٩^{o}±٠/٠٣	١٠/٥٣^{n}±٠/٣٢	١٤/٥٦^{j}±٠/١٢
٢/٥	صفر	٨/٠١^{o}±٠/٠٧	١٠/٤٧^{n}±٠/٢٧	١٤/٢٧^{j}±٠/٥١
	٣	٦/٢٠^{pq}±٠/١٩	٦/٥٣^{p}±٠/١٤	١٣/٥٤^{k}±٠/٣٣
	٤	٦/٠٣^{q}±٠/٠٦	٦/١٢^{pq}±٠/١١	١٣/٠٠^{l}±٠/٠١

*میانگین های دارای حروف غیر مشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند (P<%5)

٣-٦- نتایج حاصل از آزمون حسی

تأثیرغلظت های مختلف صمغ پکتین و کنسانتره کشمش بر ویژگی‌های‌حسی‌نان‌های بدون گلوتن حاصل از مخلوط آرد برنج و آردگاوس در جدول ٧، قابل مشاهده است. نتایج کلی‌آزمون حسی نشان داد که افزودن صمغ پکتین در هر دو سطح ١ ٪ و ٢ ٪ و افزودن کنسانتره کشمش نیز در هر دو سطح ٣ ٪ و ۴ ٪ سبب افزایش امتیاز نهایی نان حاصل نسبت به نان شاهد می‌گردد. در بین کلیه تیمارها، از نظر داوران مقبول‌ترین نان‌ها ، نان‌هایی بود که در آن هر دو افزودنی پکتین وکنسانتره کشمش به کار گرفته شدند، به طوری که بالاترین‌امتیاز به نان‌حاوی ٢/٥٪پکتین+٣ ٪ کنسانتره کشمش ونان‌حاوی ٢/٥ ٪ پکتین+ ۴ ٪ کنسانتره‌کشمش تعلق گرفت وبین‌این دو تیمار تفاوت معنی‌داری‌وجود نداشت (p <٪ ٥). دمیرکسین و همکاران (٢٠٠٧) در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند و گزارش نمودند که افزودنی هایی مثل صمغ‌پکتین‌توانایی‌ارتقاء‌خصوصیات‌حسی‌و در نتیجه افزایش پذیرش کلی محصول نهایی را در مقایسه با نمونه فاقد صمغ دارد (١٥). Sabanis و همکاران (٢٠٠٨) نیز اعلام کردند که‌به‌کارگیری‌کنسانتره کشمش در سطح ٣٪ در فرمولاسیون نان بدون گلوتن می‌تواند بر طعم، مزه، رنگ، نان و تردی نان اثر مثبت داشته باشد و در نهایت باعث بهبود خصوصیات حسی نان در مقایسه با نان شاهد گردد(٣٩)

جدول ۷- مقیاسه میانگین صفات مربوط به آزمون حسی نان بدون گلوتن حاصل از آرد برنج و آرد گاورس به همراه کنسانتره کشمش و پکتین

صمغ پکتین (درصد)	کنسانتره کشمش (درصد)	فرم و شکل نان	ویژگی های پوسته و سطح فوقانی نان	ویژگی سطح زیرین نان	پوکی و تخلخل نان	سفتی و نرمی بافت نان	قابلیت جویدن نان	بو، طعم و مزه نان	امتیاز نهایی
صفر	صفر	۱/٤٥ ^{f} ±۰/۲٦	۱/۸٤ ^{f} ± ۰/۰٥	۱/۷۱ ^{f} ± ۰/۱۲	۱/٤٥ ^{e} ± ۰/۲۳	۱/۷۸ ^{f} ± ۰/۰۷	۱/۸٦ ^{f} ± ۰/۰٤	۱/٤۳ ^{f} ± ۰/۰٥	۱/٦۳ ^{e} ± ۰/۰۲
	۳	۲/٥٦ ^{e} ±۰/۰۱	۲/٥۸ ^{e} ± ۰/۰۲	۳/۰۱ ^{e} ± ۰/۰۱	۲/۰۲ ^{d} ± ۰/۰۲	۲/۲۳ ^{e} ± ۰/۰۲	۳/۳۲ ^{e} ± ۰/۰٤	۳/۰۳ ^{e} ± ۰/۰۲	۲/۳۸ ^{d} ± ۰/۰۳
	٤	۲/٥ ^{e} ± ۰/۰٥	۲/٥۳ ^{e} ± ۰/۰۷	۳/۰۳ ^{e} ± ۰/۰۱	۲/۰۱ ^{d} ± ۰/۰۱	۲/۲۰ ^{d} ± ۰/۰۱	۳/۲۹ ^{e} ± ۰/۰٤	۳/۰۷ ^{e} ± ۰/۰۱	۲/۳۹ ^{d} ± ۰/۰٤
۱/٥	صفر	۳/۰٥ ^{d} ± ۰/۰۳	۳/۸٤ ^{d} ± ۰/۰٤	۳/٥٦ ^{d} ± ۰/۰۲	۳/٥۷ ^{c} ± ۰/۰۲	۳/۸۲ ^{d} ± ۰/۰۱	۳/۹۱ ^{d} ± ۰/۰۲	۳/۷۷ ^{d} ± ۰/۰۲	۳/۷۷ ^{c} ± ۰/۰۲
	۳	۳/۸۲ ^{b} ± ۰/۰۳	٤/۲۰ ^{c} ± ۰/۰۲	٤/۰۲ ^{c} ± ۰/۰۱	٤/۱۱ ^{b} ± ۰/۰۲	٤/۱٥ ^{b} ± ۰/۰۱	٤/۲۰ ^{c} ± ۰/۰۱	٤/۰٥ ^{c} ± ۰/۰٤	٤/۱۳ ^{b} ± ۰/۰۱
	٤	۳/۱۸ ^{b} ± ۰/۰۱	٤/۲۰ ^{c} ± ۰/۰۲	٤/۰۲ ^{c} ± ۰/۰۲	٤/۱۱ ^{b} ± ۰/۰۱	٤/۱٦ ^{b} ± ۰/۰۱	٤/۲۰ c± ۰/۰۲	٤/۰۲ ^{c} ± ۰/۰۱	٤/۳٤ ^{b} ±۰/٤۰
۲/٥	صفر	۳/۰٥ ^{d} ± ۰/۰۲	۳/۸٤ ^{d} ±۰/۰۲	۳/٥٦ ^{d} ± ۰/۰٤	۳/٥۷ ^{c} ± ۰/۰۱	۳/۸۲ ^{d} ± ۰/۰۳	۳/۹۱ ^{d} ± ۰/۰٤	۳/۷۷ ^{d} ± ۰/۰۱	۳/۷۷ ^{c} ± ۰/۰۲
	۳	٤/۷٥ ^{a} ±۰/۰۳	٤/۷٤ ^{b} ± ۰/۰۱	٤/۷۲^{a} ± ۰/۰۳	٤/۷٥^{a} ± ۰/۰٤	٤/۷۸ ^{a} ± ۰/۰۱	٤/۷۱^{a} ± ۰/۰۲	٤/۸۲ ^{a} ± ۰/۰۳	٤/76 ^{a} ± ۰/۰۱
	٤	٤/۷٤ ^{a} ± ۰/۰۲	٤/۷۳ ^{b} ± ۰/۰۲	٤/۷۱ ^{a} ۰ ±/۰۲	٤/۷٥ ^{a} ± ۰/۰۲	٤/۷٥ ^{a} ± ۰/۰۱	٤/۷۰ ^{a}± ۰/۰۱	٤/۸۱ ^{a} ± ۰/۰۲	٤/۷۳ ^{a} ± ۰/۰۱

*میانگین های دارای حروف غیرمشترک با یکدیگر اختلاف معنی داری دارند (P ٥%>)

٤- نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج حاصل از تولید نان ویژه بیماران سلیاکی بر پایه‌آردگاورس‌و آرد برنج و بکارگیری هیدروکلوئید پکتین وکنسانتره کشمش مشخص‌گردید که افزودن پکتین در سطوح مقداری ۱/٥و۲/٥درصد بر خواص رئولوژیکی خمیر بویژه بر افزایش پایداری و ثبات خمیر، کاهش درجه سستی خمیرو افزایش مقدار جذب آب تأثیر مثبت دارند و همچنین می‌توانند باعث کاهش سفتی مغز نان شوند و البته در تمام مراحل‌سطوح ۲/٥ درصد پکتین عملکرد بهتری نشان داد. کنسانتره کشمش نیز در هر دوسطح مقداری ۳ و ۴ درصد تأثیرمعنی‌داری‌درکاهش روند بیاتی ازخود نشان داد هر چند تیمارترکیبی حاوی ۲/٥ پکتین و ۴ درصد کنسانتره کشمش بیشترین تأثیر را درکاهش بیاتی نان داشت. روشن‌ترین رنگ پوسته نان مربوط به تیمارهایی بود که فقط حاوی پکتین بودند.

٥- منابع

۱. ابراهیم‌پور، ن.، پیغمبردوست، ه.، آزادمرد، ص. و قنبرزاده، ب .۱۳۸۹. تاثیر افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف روی ویژگی‌های حسی و بیاتی نان بدون گلوتن.*نشریه‌پژوهش های صنایع غذایی*، جلد۲۰/۳ ، شماره۱، ۱۱٥-۹۹.

۲. رجب‌زاده، ن. ۱۳۹۰. تکنولوژی فرآورده‌های نان و مدیریت. انتشارات دانشگاه تهران.

۳. عبداله‌زاده ، ا.، محمدی، م. و نهاردانی، م. ۱۳۸۹. بررسی‌اثرکنسانتره‌کشمش‌برکیفیت نان حجیم. مجله *علوم و فن آوری غذایی*، سال‌دوم، شماره۱، ۷٥-٦٥.

٤. نقی‌پور، ف.، صحرائیان، ب.، سلیمانی، م. و صداقت، ن.۱۳۹٤. بررسی تأثیر شرایط محیطی نگهداری و جنس لفاف بسته‌بندی در حفظ کیفیت وافزایش‌ماندگاری نان بدون گلوتن سورگوم. مجله *علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، شماره۱، ۷۰-٦۱.

5. AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, 10 th Ed. American Association of Cereal Chemists, ST. Paul, Minesota, USA.
6. Anymous. 2003. AAcc Approved methods of analysis of the American Association of cereal chemists, (10th ed.). American Association of cereal chemists, St. paul, Min. USA.

7. Baldino, N., Laitono, F., lupi, R., Curcio, S. and Gabriele, D. 2018. Effect of HPMC and CMC on rheological behavior at different temperatures of gluten - free bread formulations base on rise and buckwheat flours. *European Food Research and Technology*, 244: 1829 - 1842.
8. Banu, I. stoenscu, G., Ionescu, V.S. and Aprodu, I. 2012. Effect of the addition of wheat bran stream on dough rheology and bread quality. *Food Technology*, 36 (1): 39 -52.
9. Barcenas, M.E. and Rosell, C.M. 2005. Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and agine of wheat bread. *Food Hydrocolloids*, 19: 1037 - 1043.
10. Batu, A. 2005. Production of liquid and white solid Pekmez in Turkey. *Journal of Food Quality*, 28: 417 - 427.
11. Brennan, C. S., Tan, C. K., Kuri, V. and Tudorica, C. M. 2004. The pasting behaviour and freeze - thaw stability of native starch and native starch - xanthan gum pastes. Int. *Journal of Food science and Technology*, 39 (10): 1017 - 1022.
12. Cappa, C., Luccisono, M., Raineri, A., Fongaro, L., Foschino, R. and Mariotti, M. 2016. Gluten- Free Bread: Influence of sourdough and compressed yeast on proofing and Baking Properties. *Foods*, 5(4):69.
13. Chhavi, A. and Sarita, S. 2012. Evaluation of composite millet breads for sensory and nutritional qualities and glycemic response. *Malaysian Journal of Nutrition*, 18(1): 89 - 101.
14. Crockett, R., Ie, p. and Vodovotz, Y. 2011. Effect of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten - free bread. *Food Chemistry*, 129(1): 84 - 91.
15. Demirkesen, I., Mert, B., Sunmnu, G. and Sahin, S. 2010. Rheological properties of gluten - freebread formulation. *Journal of Food engineering*, 96: 295 - 303.
16. Dizlek, H. and cul, H. 2009. Required criteria for the Definition of Bread Attributes I. Miller, 16: 56 - 65.
17. Emire, S. A. and Tiruneh, D. D. 2012. Optimization of formulation and process conditions of Gluten- Free Bread from sorghum using Response surface Methodology. J. *Food process and Technology*, 3(155): 1 - 11.
18. Foschia, M., Horsmann, S., Arendt, E. and Zannini, E. 2016. Nutritional therapy - facing the gap between coeliac disease and gluten - free food. *International* journal of *Food Microbiology*, 239: 113 - 124.
19. Gallagher, E., Gormley, T. and Arent, E. 2003. Crust and crumb characteristics of gluten - free beads. *Journal of Food Engineering*, 56: 153 - 161.
20. Gallagher, E., Gormley, T. and Arendt, E. 2004. Recent advances in the formulation of gluten - free cereal - base product. *Trends Food Science and Technology*, 15(3-4): 143 - 152.
21. Guarda, A., Rosell, CM., Benedito, C. and Galotto, MJ. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food Hydrocolloids*, 18: 241 - 247.
22. Hager, A. S. and Arendt, E. K. 2013. Influence of hydroxy propyl methyl Cellulose (HPMC), Xanthan gum and their combinatoin on Loaf specific Volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten - free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. *Food Hydrocolloids*, 32(1): 195 - 203.
23. He, H. and Hoseney, R.C. 1990. Changes in bread firmness and moisture during long-term storage. *Cereal Chemistry*, 67: 603 - 605.
24. Kotoki, D. and Deka, S. 2010. Baking loss of bread with special emphasis on increasing water holding capacity. *J Food Science and Technology*,47(1): 128 - 131.
25. Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. and Biliaderis, C.G. 2007. Effect of hydrocolloids on dough rheology and bread quality Parameters in gluten - free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79: 1033 - 1047.
26. Lopez - Tenorio, J. A., Rodriguez - sandoval, E. and Sepulveda - Valencia, J.U. 2015. The Influence of Different Emulsifiers on the physical and Textural Characteristics of Gluten - Free Cheese Bread. *Journal of Texture studies*, 46 (4): 227 - 239.

on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15: 75 - 81.
39. Sabanis, D., Soukoulis, C. and Tzia, C. 2009. Effect of Raisin juice addition on bread product from different wheat. Food Science Technology Int , 15(4): 374 – 383.
40. Sabanis, D., Tzia, C. and Papadakis, S. 2008. Effect of Different Raisin juice Preparations on selected properties of Gluten - Free Bread. *Food Bioprocess* Technology , 1: 374 - 383.
41. Scherf, K. A., Koehler, P. and Wieser, H. 2016. Gluten and wheat sensitivities - an overview. *Journal of Cereal Science*, 67: 2 - 11.
42. Sciarini, L. S., Ribotta, P. D., Leon, A. E. and Perez, G.T. 2012. Incorporatin of several addtives into gluten - free breads: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*, 111 (4): 590 - 597.
43. Shalini, K. G. and Laxm, A. 2007. Influence of additives on rheological characteristics of whole wheat dough and quality of Chapatti (Indian unleavened Flat bread). *Food Hydrocolloids*, 21: 110 - 117.
44. Stork, C. R., Zavareze, E., Gularte, M.A., Elias, M.C., Rosel, C.M. and Guerradias, A.R. 2013. Protein Enrichment and Its Effects on Gluten - Free Bread characteristics. *LWT Food Science. Technologyl*, 53 (1): 346 - 354.
45. Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic press, Newyork.
46. Taghdir, M., Mazloomi, S. M., Honar, N., Sepandi, M., Ashourpour, M. and salehi, M. 2017. Effect of soy Flour on Nutritional, Physico chemical, and sensory characteristics of Gluten - free Bread. *Food Science Nutr*ition, 5 (3): 439 - 445.
47. Torbica, A., Hadnadev, M. and Handnadev, T. D. 2012. Rice and Buckwheat Flour Characterisation and Its Relation to Cookie Quality. *Food Res.* Int , 48 (1): 277 - 283.
48. Tsatsaragkou, K., GounaroPoulos, G. and Mandala, I. 2014. Development of gluten free bread containing carob flour and resistant starch. LWT - *Food Science Technology*, 58(1): 124 - 129.
27. Malalgoda, M. and Simsek, S. 2017. Celiac disease and cereal Proteins. *Food Hydrocolloids*, 68:108 - 113.
28. Mandala, I., Kapetanakou, A. and Kostaropoulos, A. 2007. Physical Properties of breads containing Hydrocolloids stored at low temperature: II-Effect of chilling. *Food Hydrocolloids*, 21: 1397 - 1406.
29. Mariotti, M., Pagani, M. and Lucisano, M. 2013. The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten - free bread mixtures. *Food Hydrocolloids*, 30(1): 393 - 400.
30. Matos, M. E. and Rosell, C. M. 2015. Understanding gluten - free dough for reaching breads with physical quality and nutritional balance. *J Scienc Food Agriculture*, 95 (4): 653 - 661.
31. Moor, M. M., Juga, B., Schober, T. J. and Arendt, E. K. 2007. Effect of lactic acid bacteria on properties of gluten - free sourdoughs, batters and quality and ultra structure of gluten - free bread. *Cereal Chemistry*, 84: 357 - 364.
32. Nicolae, A., Radu, G. L. and Belc, N. 2016. Effect of sodium carboxy methyl cellulose on gluten - free dough rheology. *Journal of Food engineering*, 168: 16 - 19.
33. Niewinski, M. 2008. Advances in celiac disease and gluten - free diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 108: 661 - 672.
34. Phimolsiripol, y., Mukprasirt, A. and Schoenlenchner, R. 2012. Quality improvement of Rice - Based Gluten - Free Bread using different dietary fiber fractions of Rice bran. *J. Cereal Science, 56: 389 - 395.*
35. Pszczola, D. E. 2012. The rise of gluten - free. Food Technology, 66: 55 - 66.
36. Purlis, E. and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Res* Int, 42: 865 - 870.
37. Rosell, C. M., Haros, M., Escriva, C. and Benedito De Barber, C. 2001. Experimental approach to optimise the use of alpha Amylases in breadmaking. Journal Agriculture *Food chemistry*, 49 (6): 2973 - 2977.
38. Rosell, C. M., Rojas, J. A. and Benedito, B. D. 2001. Influence of hydrocolloids

49. Wang, K., Fei, L., Zhe, Li. and Chunyang, H. 2017. Recent developments in gluten – free bread baking approach. *Food Science Technology*, 37(1): 1-9.
50. Yano, H. 2012. Comparison of oxidized and reduced glutathione in the bread - Making qualities of rice batter. *Journal of Food Science*, 77 (2): 182 - 186.
51. Ziobro, R., Korus, J., Juszczak, L. and Witczak, T. 2013. Influence of inulin on physical characteristics and staling rate of gluten - free bread. *Journal of Food Engineering*, 116 (1): 21 - 27.

(Original Research Paper)

The Effects of Hydrocolloid Pectin and Raisins Essence on Baking Properties of Gluten-Free Bread of Setaria Italica and Oryza Sativa Flour Mixture

Abolghasem Abdollahzadeh[1], Mohsen Vazifeh Doost[1*], Zohreh Didar[1], Mohammad Hossein Haddad khodaprast[2], Mohammad Armin[3]

1-Department of Food Science and Technology, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.
2- Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3- Department of Agronomy and plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University , Sabzevar, Iran.

Received: 10/05/2021 Accepted:05/10/2021

Abstract

Wheat bread is one of the most commonly used foods in the world. However, coeliac patients are not able to use wheat bread because they are gluten intolerant. The only treatment for them is to use a gluten-free diet. To examine the effects of hydrocolloid pectin (1.5 and 2.5%) and raisins essence (3% and 4%) on baking effect of gluten-free bread of setaia italica and oryza sativa flour mixture a completely randomized study design was used. The results showed that using pectin increased stability of the dough and decreased its softness level. Colorimetry study showed that the brightest color of bread crust was obtained with pectin containing samples. The highest volume and specific volume were obtained with pectin and raisins essence treatments. In addition, pectin and raisins essence lowered rigidness and stiffness of the samples at all concentrations, which delayed breads going stale. The highest effect was seen with 2.5% pectin and 4% raisins essence treatments. Stiffness of samples in these two treatments was not significantly different between the first 24hrs and 48hrs. In general, adding 2.5% pectin and 4% raisins essence to setaria italica and oryza sativa flour mixture led to a gluten-free bread with a higher quality.

Keywords: Gluten Free Bread, Pectin, Raisins Essence, Setaria Italica Flour, Oryza Sativa Flour.

[*] Corresponding Author: m.vazifedoost@iau-neyshabur.ac.ir