

## بررسی پدیده بیاتی در نان بدون گلوتن تهیه شده از آرد برنج ارقام ایرانی

فاطمه لشگری<sup>\*</sup>، جعفر محمدزاده میلانی<sup>۱</sup> و علی معتمد زادگان<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۲۲

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه صنایع غذایی دانشکده مهندسی زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

<sup>۲</sup> استادیار گروه صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

\* مسئول مکاتبه: E-mail: Fatemeh\_lashgari2002@yahoo.com

### چکیده

در این پژوهش بیاتی نان‌های حاصل از ارقام مختلف برنج ایرانی (ندا، بی‌نام، فجر، قائم، شیرودی و طارم) مورد مطالعه قرار گرفت. برای تهیه نان فاقد گلوتن از ۲٪ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بعنوان جایگزین گلوتن استفاده شد. میزان رطوبت، تغییرات آنتالپی و استحکام بافت نان ارزیابی شد و مشخص گردید که با نگهداری نان در دمای اتاق این فاکتورها دچار تغییر خواهند شد. در طی نگهداری نان، رطوبت مغز آن کاهش یافت اما رطوبت پوسته افزایش پیدا کرد. آنتالپی تنزل کیفیت نشاسته که به روش کالریمتری روبشی تفاضلی اندازه گرفته شد، با گذشت زمان در ارقام بی‌نام، فجر، طارم، شیرودی و ندا افزایش یافت. ارقام قائم، بی‌نام و طارم با محتوای آمیلوز کمتر از سایر ارقام، آنتالپی کمتری را نشان دادند. بیاتی نان بدون گلوتن منجر به افزایش سختی مغز و کاهش سختی پوسته شد، بنابراین مغز نان با گذشت زمان سخت‌تر شد. کمترین میزان سختی بافت مغز مربوط به رقم بی‌نام با کمترین مقدار آمیلوز بود.

واژه‌های کلیدی: نان بدون گلوتن، برنج، واریته، بیاتی، آنتالپی

## Study of staling phenomenon in gluten-free bread prepared from Iranian rice flour cultivars

F Lashkari<sup>1\*</sup>, J Mohammadzadeh Milani<sup>2</sup> and A Moetamedzadegan<sup>2</sup>

Received: January 16, 2012 Accepted: November 12, 2012

<sup>1</sup>MScStudent, Department of food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

\*Corresponding author: E-mail: Fatemeh\_lashgari2002@yahoo.com

### Abstract

Staling of the bread prepared from the flour of various kinds of newly developed rice cultivars (Tarom, Shirooti, Neda, Fajr, Ghaem and Binam) was investigated. To prepare free gluten bread, rice flour with 2% hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) as gluten substitute were used. Moisture content, enthalpy changes ( $\Delta H$ ) and firmness of bread were monitored and found to be significantly affected during storage at room temperature. Crumb moisture content was found to decrease steadily during staling and crust moisture content increase during storage time. Enthalpy changes ( $\Delta H$ ) as measured by differential scanning calorimeter (DSC) increased over the time in Binam, Fajr, Tarom, Shirooti and Neda cultivars. Ghaem, Binam and Tarom cultivars had lower amylose content than the others and showed lower values of  $\Delta H$ . Staling of gluten-free rice bread results in increasing firmness of crumb and decrease firmness of crust, therefore, the crumb texture of this bread became progressively harder with storage. The lowest value of crumb firmness was reported for Binam cultivars in four days of storage.

**Keywords:** Cultivar, Enthalpy, Gluten-free bread, Rice, Staling

### مقدمه

با توجه به افزایش تعداد بیماران سلیاکی، تقاضا برای فرآورده‌های فاقد گلوتن افزایش یافته است. بیماری حساسیت به گلوتن تحت شرایط ژنتیکی، ایمنولوژیکی و محیطی ایجاد می‌شود به گونه ایی که در اثر واکنش ایمنولوژیکی گلوتن، سلول‌های ویلی که برآمدگی‌های مو مانند روده کوچک بوده و مسئول جذب مواد مغذی می‌باشند، آسیب می‌بینند (کینگ ۲۰۰۶).

بیماری سلیاک فقط در کشورهای توسعه یافته شایع نبوده، بلکه به طور روز افزونی در کشورهای در حال توسعه نیز گزارش شده است. در کشورهای در حال توسعه در دهه ۸۰ میلادی با استفاده از تست‌های ساده سرولوژیکی به تدریج مشخص شد که شیوع سلیاک در کشورهای خاورمیانه، از جمله ایران به همان اندازه

کشورهای اروپایی است و شیوع آن در مناطقی که در معرض خطر قرار دارند ۳٪ تا ۵٪ است (پوراسماعیل و همکاران ۱۳۹۰). در ایران تنها یک مطالعه به بررسی شیوع بیماری سلیاک در اهدا کنندگان خون شهر تهران پرداخته است. نتایج نشان داد که شیوع این بیماری، در اهدا کنندگان خون در تهران ۱ در ۱۶۶ نفر بوده است که بسیار بالاتر از آنچه که قبلاً جامعه پزشکی کشور فکر می‌کرده است، می‌باشد (ابراهیم پور و همکاران ۱۳۸۹). بیماران سلیاکی نمی‌توانند بخش گلیادین گندم و پرولامین‌های چاودار، جو و یولاف را تحمل کنند. تنها راه غلبه بر این مشکل پیروی دائمی از یک رژیم فاقد گلوتن در تمام عمر می‌باشد، که منجر به بهبود بالینی و ترمیم غشای مخاطی روده خواهد شد (گالاگر و همکاران ۲۰۰۴).

هدف مطالعه موجود بهبود روند بیاتی نان بدون گلوتن با انتخاب مناسب‌ترین رقم برنج ایرانی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### مواد

آرد سفید برنج (شامل ارقام ندا، بی‌نام، فجر، قائم، شیرودی و طارم خریداری شده از شالیکوبی در ساری)، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز<sup>۱</sup> (Fluka 09967، آلمان)، مخمر نانویی فوری (از شرکت رضوی، مشهد)، روغن گیاهی مایع (از شرکت روغن کشتی بهشهر)، شکر (از شرکت قند پانیز فام، کرمانشاه) و نمک طعام (از نوع نمک تصفیه شده بدون ید) از بازار محلی تهیه گردید. در جدول ۱ محتوای آمیلوز و دمای ژلاتیناسیون ارقام برنج مصرفی نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات ارقام برنج ایرانی

ارقام	درصد آمیلوز	دمای ژلاتیناسیون
ندا	۲۶/۲	۵۶/۳
بی‌نام	۲۰/۸	۵۵/۸
فجر	۲۲/۹	۶۵/۸
قائم	۲۳/۴	۶۹/۱
شیرودی	۲۳	۷۰
طارم	۲۱/۹	۵۳/۴

### پخت نان حجیم بدون گلوتن

برای تهیه نان حجیم بدون گلوتن، در ابتدا تمامی ترکیبات خشک شامل ۱۰۰٪ آرد برنج، ۲٪ صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و ۳٪ مخمر پس از توزین به خوبی با هم ترکیب شدند. سپس ۲٪ نمک و ۸-۷٪ شکر در ۷۵٪ آب حل شده و به ترکیب خشک افزوده شدند. در مرحله بعد ۶٪ روغن اضافه گردید. مخلوط حاصله ابتدا با دست و سپس توسط همزن خانگی BLUESKY مدل BHM816 با دور ۴ و به مدت ۴

آرد برنج ویژگی‌هایی مانند طعم ملایم، رنگ سفید، سهولت هضم و غیرآلرژن بودن را دارد (کادان و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین، مقادیر کم سدیم، عدم حضور گلیادین و وجود کربوهیدرات‌های قابل هضم و در کنار آن قیمت پایین آنرا به غله‌ای مناسب برای بیماران سلیاکی تبدیل ساخته است (گوچرال و همکاران ۲۰۰۳). پروتئین‌های برنج فاقد خصوصیات الاستیکی و پلاستیکی منحصر به فرد گلوتن گندم (گلیادین + گلوٹنین) که برای تولید نان و فرآورده‌های پخت ضروری است، می‌باشند (جولیانو ۱۹۸۵).

نان و دیگر فرآورده‌های پخت نقش مهمی در تغذیه بشر دارا هستند. مدت‌های زیادی امکان تولید نان تخمیری با استفاده از آرد برنج وجود نداشت، تا اینکه پیشرفت‌هایی جهت بهبود ویژگی‌های نان بدون گلوتن صورت پذیرفت (کولپ و همکاران ۱۹۷۴). نیشیتا و همکاران (۱۹۷۶) نوعی نان برنج ورامده با مخمر را با استفاده از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بعنوان جایگزین گلوتن تولید کردند. سپس این افراد نشان دادند که واریته‌های برنج حاوی آمیلوز کم و دمای ژلاتینه شدن پایین نانی با خصوصیات بافتی مناسب تولید خواهند کرد (نیشیتا و بین ۱۹۷۹). نتایج نشان داده که نان تولیدی توسط نیشیتا و همکاران (۱۹۷۶) ماندگاری کوتاهی دارد. به دلیل نقش گلوتن در حفظ سلول‌های گازی و جلوگیری از بیاتی، در بسیاری از این فرآورده‌های فاقد گلوتن گسترش سلول‌های گازی ضعیف بوده و تمایل برای بیاتی سریع وجود دارد (ابراهیم پور و همکاران ۱۳۸۹). با توجه به اینکه گلوتن جزء ضروری ساختار نان است، عمده‌ترین مشکل تکنولوژیکی، حذف گلوتن و جایگزین کردن آن با ترکیبات دیگر می‌باشد. غیاب گلوتن باعث می‌شود تا نان بدون گلوتن حاصل بافت داخلی ضعیف‌تری داشته باشد و سریع‌تر بیات شود. بنابراین به دلیل غیاب گلوتن در نان بدون گلوتن، مهاجرت آب سریع‌تر انجام می‌شود که این امر منجر به سفتی مغز و نرم شدن پوسته خواهد شد (گالاگر و همکاران ۲۰۰۳).

<sup>۱</sup> Hydroxypropylmethylcellulose

نمونه‌ها درون دسیکاتور قرار گرفتند تا خنک شوند. پس از رسیدن به وزن ثابت با توزین‌های متوالی ظروف وزن شده و افت وزن بعنوان رطوبت در نظر گرفته شد. این آزمون در سه بازه زمانی (۲، ۴۸، ۹۶ ساعت پس از پخت) انجام شد (AACC ۲۰۰۰).

### کالریمتری روبشی تفاضلی<sup>۳</sup>

در این آزمون نمونه‌هایی با وزن تقریبی ۱۵ گرم با سرعت<sup>۴</sup> حرارت‌دهی ۱۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه در گستره دمایی ۱۵۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد اسکن گرمایی شدند. میزان حرارت بر حسب وات بر گرم ثبت شده و منحنی جریان حرارتی در مقابل دما رسم شد. انتقال گرمایی نمونه نان بر حسب دما رسم شده و سه نقطه  $T_0$  (دمای شروع)،  $T_P$  (دمای حداکثر ژلاتینه شدن) و  $T_C$  (دمای نهایی) با استفاده از منحنی بدست می‌آید. همچنین  $\Delta H$  بعنوان آنتالپی ژلاتیناسیون شناسه بدست می‌آید. آنتالپی مطابق با ناحیه‌ای است که توسط خط مستقیمی که بین  $T_0$  و  $T_C$  رسم می‌شود، احاطه شده و بر حسب ژول بر گرم بر پایه وزن خشک نان بیان می‌شود (جی و همکاران ۲۰۰۷). آنالیز حرارتی پس از پخت و ۶ روز بعد نیز تکرار گردید.

### طرح آماری

داده‌های حاصل از آزمایشات با استفاده از طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شدند. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام گرفت.

### نتایج و بحث

#### نتایج تعیین میزان سفتی بافت مغز و پوسته نان

یکی از روش‌های تعیین بروز بیاتی نان مشخص نمودن سفتی بافت مغز و پوسته نان می‌باشد. مقاومت مغز نان به تغییر شکل یک ویژگی بافتی است که بعنوان

دقیقه هم زده شد. خمیر درون قالب‌های کوچک از جنس ورق گالوانیزه به ابعاد ۹۰×۹۰×۹۰ میلی‌متر که سطح داخلی آن با کاغذ مومی پوشیده شده بود ریخته شد و به مدت ۲ ساعت در دمای محیط تخمیر صورت گرفت. برای کنترل رطوبت از پارچه مرطوب بر روی قالب‌ها در مدت زمان تخمیر استفاده شد. عمل پخت در دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۰ دقیقه در دستگاه فر خانگی (ساخت شرکت پادیسان ایران) صورت گرفت.

### تعیین سفتی بافت مغز و پوسته نان

از دستگاه بافت‌سنج<sup>۲</sup> (M350-10CT، انگلستان) انجام آزمون فشار استفاده گردید. هدف اصلی این آزمون تعیین نیروی لازم جهت فشردن نمونه برای یک میزان فشردگی معین می‌باشد. میزان استحکام بعنوان شاخصی از بیاتی نمونه است. برای انجام این آزمون از روش AACC به شماره ۷۴-۰۹ استفاده گردید. برای این منظور بعد از خنک شدن نان به مدت ۲ ساعت، یک نمونه ۲۵ میلی‌متری از قسمت مرکزی آن جدا گردید. با استفاده از پروب مربوطه با قطر ۲۱ میلی‌متر آزمون فشار (تراکم) در سرعت ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه انجام شد. میزان سفتی و استحکام نان بعنوان ماکزیمم نیروی بدست آمده بر حسب نیوتن طی اولین فشردگی است. این آزمون در سه بازه زمانی (۲، ۴۸، ۹۶ ساعت پس از پخت) انجام شد.

### تعیین محتوای رطوبتی

محتوای رطوبتی بافت مغز و پوسته نان در بررسی بیاتی مهم است. بنابراین محتوای رطوبتی فرآورده، بافت، مزه، ظاهر و ماندگاری آنرا تعیین می‌کند. برای انجام این آزمون از روش AACC به شماره ۱۵A-۴۴ استفاده شد. طبق این روش نمونه‌های یک گرمیدرون ظروف آلومینیومی از قبل خشک و خنک شده قرار داده می‌شود. نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد (آریا طب، ایران) خشک شدند. بعد از اتمام این مدت

<sup>۳</sup>Differential Scanning Calorimetry

<sup>۴</sup>Rate

<sup>۲</sup>Texture Profile Analyzer

تنزل کیفیت می‌یابد که منجر به سفتی بافت نان در اولین ساعت پس از پخت می‌شود. هر چه محتوای آمیلوز آرد برنج بالاتر باشد سختی بافت نان حاصل از آن بالاتر است (یو و همکاران ۲۰۰۹). نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که، برنج‌های دانه کوتاه یا دانه متوسط که نشاسته آن‌ها محتوای آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن کمتری دارند، منجر به ایجاد بافت نرم‌تری خواهند شد (نیشیتا و بین ۱۹۷۹).

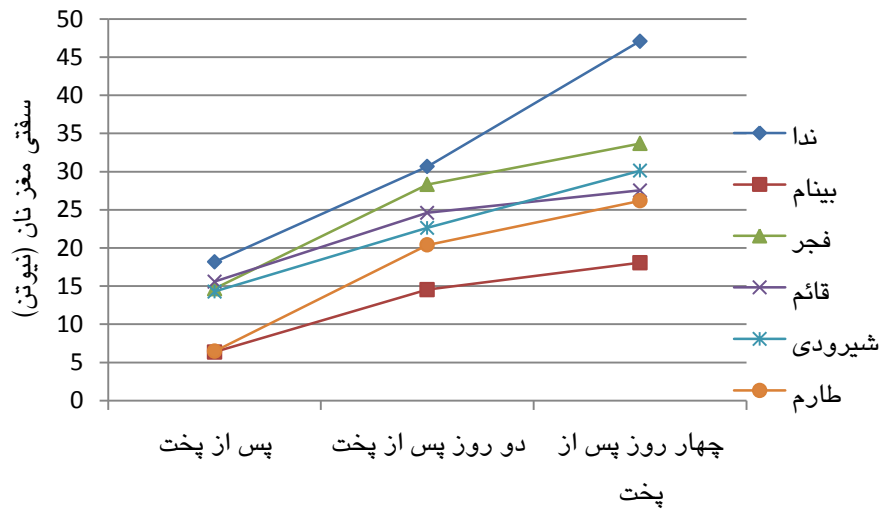
در گزارشات آمده است که همزمان که سفتی مغز افزایش می‌یابد، میزان سفتی پوسته و رطوبت مغز در طی هفت روز نگهداری کاهش می‌یابد (مک کارتی و همکاران ۲۰۰۵). بیاتی پوسته معمولاً در اثر انتقال رطوبت از مغز به پوسته اتفاق می‌افتد که در نتیجه بافت پوسته حالت چرمی پیدا می‌کند و به تدریج تندی و رنگ مطلوب آن از بین می‌رود. سفتی پوسته با گذشت زمان نگهداری کاهش یافت که این نرم شدن پوسته به علت جذب رطوبت از مغز بود (چپوارو و همکاران ۲۰۰۸).

#### تعیین محتوای رطوبتی مغز و پوسته

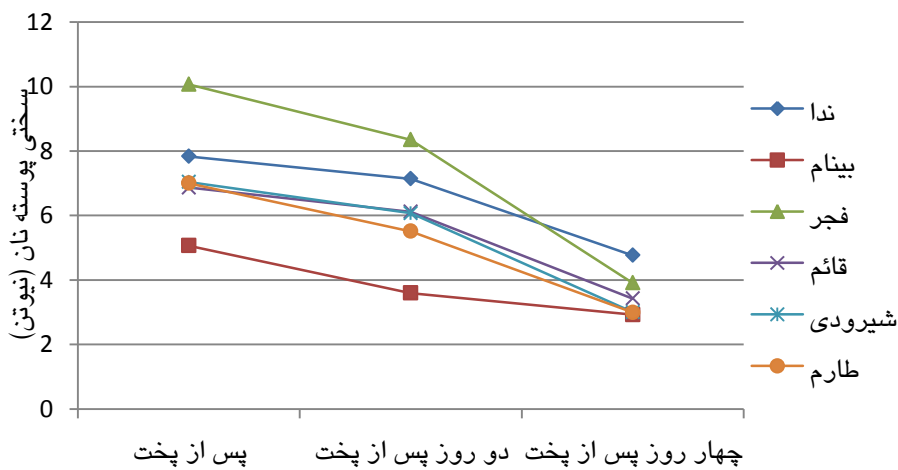
میزان رطوبت مغز و پوسته نمونه‌های نان فاقد گلوتن توسط روش آون‌گذاری پس از ۴ روز نگهداری در ۲۵ درجه سانتی‌گراد در نایلون، و با ۳ تکرار محاسبه شد. مقادیر میانگین محتوای رطوبتی مغز در شکل ۳ و پوسته در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به این اشکال در طی نگهداری نان، رطوبت مغز بطور معنی‌داری کاهش و محتوای رطوبتی پوسته به صورت معنی‌داری افزایش یافت. انتقال رطوبت از بخشی از مغز نان به بخش دیگر بعنوان عامل مهمی در بیاتی می‌باشد و در اصل امکان درک خشک شدن بافت نان مانده را فراهم می‌آورد.

ثبات و استحکام مغز نان است و درجه این استحکام و افزایش آن با گذشت زمان عامل مهمی در ارزیابی بیاتی نان است (هی و هاسنی ۱۹۹۰). همانگونه که در اشکال ۱ و ۲ نشان داده شده است، با گذشت زمان میزان سفتی بافت مغز افزایش یافته و از سفتی پوسته کاسته می‌شود. بیلیداریس و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که سفتی مغز نان در طی نگهداری می‌تواند در نتیجه کاهش رطوبت و همچنین پدیده تنزل کیفیت نشاسته<sup>۵</sup> باشد. در نتایج بدست آمده از آزمون پروفایل بافت مغز مشخص شده است، کمترین سختی در روز اول مربوط به رقم طارم و پس از آن رقم بی‌نام می‌باشد اما بیشترین سختی در روز اول مربوط به رقم ندا می‌باشد. با گذشت زمان، پس از پخت نان، میزان سفتی نان افزایش می‌یابد که بیشترین افزایش مربوط به رقم ندا می‌باشد. بیشترین افت بافت مربوط به اولین روز ذخیره نان در دمای محیط است. علت کمتر بودن درجه سختی نان پس از پخت این است که سرعت رتروداسیون آمیلوز در روز اول کم است. بنابراین با گذشت زمان انتظار می‌رود که سفت شدن نان اتفاق بیافتد. سفت شدن در طی ذخیره نان، بعنوان یک نتیجه از افت رطوبت مغز نان و همچنین به علت پدیده تنزل کیفیت نشاسته می‌باشد (گوردا و همکاران ۲۰۰۴). خصوصیات بافتی در ارتباط با آمیلوز و تنزل کیفیت نشاسته است. رقم بی‌نام دارای کمترین درصد آمیلوز (۲۰/۸) و رقم ندا دارای بیشترین درصد آمیلوز (۲۶/۲) می‌باشد. در رقم ندا به علت بالاتر بودن درصد آمیلوز میزان تنزل کیفیت نشاسته بیشتر است و در رقم بی‌نام درصد آمیلوز کمتر و تنزل کیفیت نشاسته کمتر است. طی چهار روز نگهداری مشخص شد که کمترین میزان سفت شدن مغز نان مربوط به رقم بی‌نام و پس از آن طارم می‌باشد و بیشترین سفت شدن مغز نان مربوط به رقم ندا است. آمیلوزی که در طی ژلاتینه شدن از گرانول نشاسته خارج می‌شود سریعاً

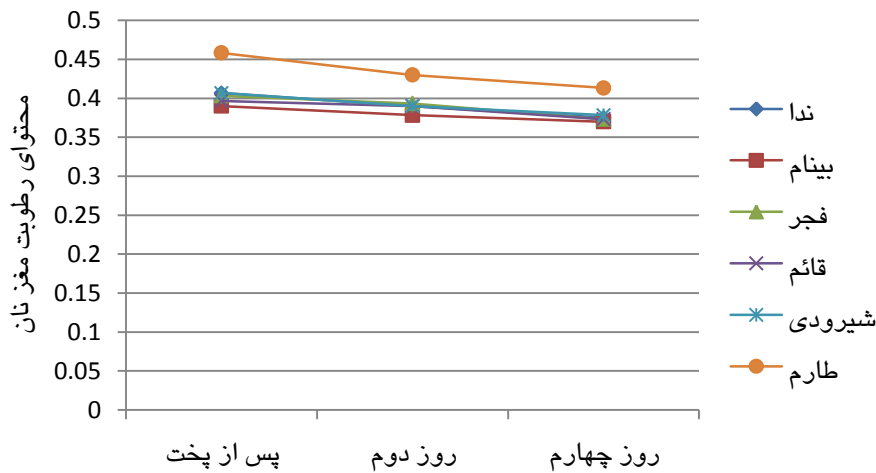
<sup>۵</sup>Retrogradation



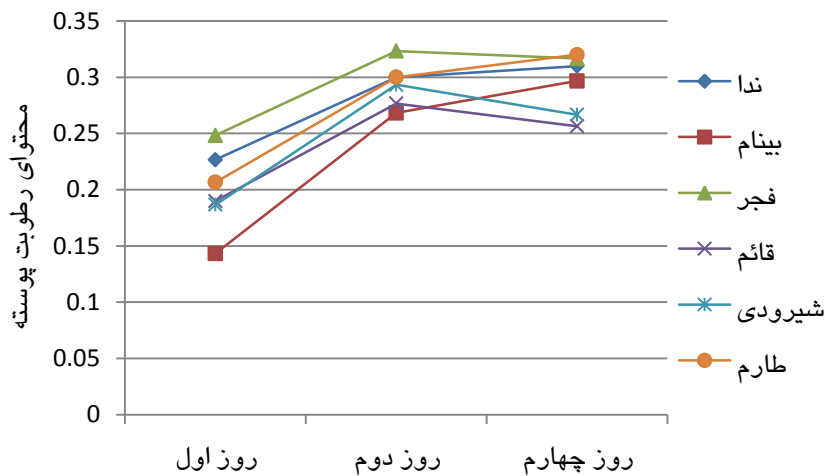
شکل ۱- سفتی مغز نان‌ها در زمان‌های مختلف.



شکل ۲- سفتی پوسته نان‌ها در زمان‌های مختلف.



شکل ۳- محتوای رطوبت مغز نان‌ها در روزهای مختلف.



شکل ۴- محتوای رطوبت پوسته نان ها در روزهای مختلف.

#### کالریمتری روبشی تفاضلی

نتایج آزمون کالریمتری روبشی تفاضلی نمونه های نان حاصل از ارقام برنج ایرانی پس از پخت و ۶ روز بعد از آن، در جدول ۲ نشان داده شده است. مقایسه مقادیر آنتالپی نمونه های نان حاصل از ارقام مختلف در روز اول و روز ششم در جدول ۲ نشان می دهد که با

نگهداری نمونه ها در دمای اتاق میزان آنتالپی تبلور نشاسته افزایش یافت. این افزایش میزان آنتالپی با گذشت زمان نگهداری، به معنای افزایش واگشتگی نشاسته است که خود یکی از عوامل کلیدی در بیاتی نان محسوب می شود (جاکوبز و دلکور ۱۹۹۸).

جدول ۲- نتایج آزمون DSC (دما: درجه سانتی گراد؛ آنتالپی: ژول بر گرم)

ارقام	روزاول			روزششم			
	دمای شروع	دمای حداکثر	دماينهايي	$\Delta H$	دمای شروع	دمای حداکثر	دماينهايي
بی نام	۹۵/۹۷	۱۰۷/۵۰	۱۲۲/۷۷	۵۶۹/۱۴۱	۹۴/۱۹	۱۰۸/۹۲	۱۲۲/۸۷
فجر	۹۴/۹۹	۱۰۷/۳۶	۱۲۱/۲۴	۶۰۳/۵۹	۹۶/۸۹	۱۲۰/۱۱	۱۳۴/۰۴
قائم	۹۶/۲۳	۱۱۲/۹۰	۱۲۷/۲۷	۵۷۸/۸۲۷	۹۶/۲۹	۱۱۰/۹۵	۱۲۵/۰۷
طارم	۸۱	۱۱۰/۷۰	۱۴۴/۹	۶۱۳/۶۳۶	۹۵/۴۴	۱۱۰/۷۰	۱۲۴/۶۳
شیرودی	۹۵/۸۷	۱۱۳/۷۵	۱۲۸/۲۰	۶۰۵/۲۹۳	۹۶/۲۷	۱۱۳/۱۳	۱۲۸/۰۶
ندا	۹۶/۲۶	۱۱۳/۵۳	۱۲۶/۵۵	۶۶۸/۱۳	۹۸/۵۹	۱۵۱/۱۵	۱۶۹/۸۷

نمونه نان حاصل از رقم بی نام با کمترین محتوای آمیلوز هم در روز اول و هم در روز ششم آنتالپی کمتری دارد. همچنین رقم ندا با بیشترین محتوای آمیلوز در مقایسه با سایر ارقام، هم در روز اول و هم در روز ششم

آنتالپی بیشتری دارد. آرد برنج با محتوای آمیلوز بالاتر سریع تر و به میزان بیشتری نسبت به آرد برنج با محتوای آمیلوز پایین تر رتروگرید می شود. در جدول ۲ دمای شروع، دمای حداکثر و دمای نهایی تبلور در روز

بطور کلی تحلیل نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که نمونه‌های حاوی آمیلوز کمتر محتوای رطوبتی بالاتر، سفتی کمتر و تنزل کیفیت کمتری نیز نشان دادند. نمونه نان حاصل از رقم بی‌نام با کمترین محتوای آمیلوز، کمترین میزان سفتی و تنزل کیفیت نشاسته را نشان داد. بنابراین با استفاده از آن می‌توان تا حدودی بیاتی نان فاقد گلوتن را به تاخیر انداخت. از طرف دیگر، نمونه حاصل از رقم ندا با بیشترین محتوای آمیلوز، بیشترین سفتی بافت و سرعت تنزل کیفیت نشاسته را نشان داد که این موضوع بر بیاتی سریع‌تر این رقم دلالت دارد. همچنین در بیشتر ارقام با گذشت زمان نگهداری، از رطوبت مغز کاسته شده و بر رطوبت پوسته افزوده شد. میزان آنتالپی با گذشت زمان افزایش یافت و در نتیجه انتقال رطوبت از مغز به پوسته و افزایش تنزل کیفیت نشاسته، بر سفتی بافت مغز نان افزوده و از سفتی پوسته کاسته شد.

#### تشکر و قدردانی

انجام این تحقیق بدون یاری اساتید محترم گروه صنایع غذایی دانشکده مهندسی زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، خصوصا جناب آقای دکتر جعفر محمدزاده میلانی امکان پذیر نبود که نهایت تقدیر و تشکر را از ایشان دارم.

اول و ششم نشان داده شده است. پایین بودن دمای حداکثر و دمای تبلور در برخی از ارقام نشان دهنده ژلاتینه شدن کمتر و تنزل کیفیت کمتر می‌باشد. ژلاتینه شدن کمتر منجر به باقی ماندن برخی گرانول‌ها شده که شرایط برای نوبشان فراهم نشده و وارد فرآیند ژلاتینه شدن نشده‌اند. چنین گرانول‌های بلوری در مرحله قرار دادن در دستگاه کالریمتری روبشی تفاضلی در دماهای پایین نوب می‌شوند و سبب پایین آمدن دمای شروع و حداکثر می‌شوند [صالحی فر و همکاران ۱۳۸۸]. بطور کلی رقم ندا به دلیل محتوای آمیلوز بالاتر آنتالپی، دمای شروع، دمای حداکثر و دمای نهایی بالاتری را بخود اختصاص می‌دهد.

#### نتیجه گیری کلی

بیاتی نان مربوط به تغییراتی است که پس از پخت در نان رخ می‌دهد. نشاسته ترکیب اصلی ساختار نان است که نقش تعیین کننده‌ای در تنزل کیفیت دارد (مور و همکاران ۲۰۰۷). بیاتی نان، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی در آن موثر می‌باشند. رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت، توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی و ساختار ماکروسکوپی مغز در فرآیند بیاتی سهیم می‌باشند (گوردا و همکاران ۲۰۰۴).

تغییرات فیزیکی شیمیایی نان طی مدت نگهداری، بیشتر تحت تاثیر نشاسته است. نشاسته از دو بخش آمیلوز و آمیلوپکتین تشکیل شده است، در حین نگهداری، به دلیل کاهش آب یا تغییر وضعیت آن به کریستال تبدیل می‌شود. این واکنش‌ها در آمیلوز به دلیل عدم ممانعت هوایی شاخه‌ها، سریع‌تر رخ داده و پیوندهای محکم‌تری بوجود می‌آیند. سفت شدن نان طی اولین روزهای نگهداری به این دلیل است. پس از این، شاخه‌های آمیلوپکتین که عامل اصلی بیاتی نان هستند، به آهستگی کنار هم قرار گرفته، کریستاله می‌شوند (ناصحی و همکاران ۱۳۸۴).



## منابع مورد استفاده

- ابراهیم پور ن، پیغمبردوست ه و آزادمرد دمیرچی ص، ۱۳۸۹. تاثیر افزودن پکتین، گوار و کاراگینان بر روی ویژگی های کیفی نان حجیم بدون گلوتن. پژوهش های صنایع غذایی، شماره ۲. صفحه ۸۶ تا ۹۸.
- ابراهیم پور ن، پیغمبردوست ه، آزادمرد دمیرچی ص و قنبرزاده ب، ۱۳۸۹. تاثیر افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف روی ویژگی های حسی و بیاتی نان بدون گلوتن. پژوهش های صنایع غذایی، شماره ۱. صفحه ۱۰۰ تا ۱۱۵.
- پوراسماعیل ن، عزیزی م، عباسی س و محمدی م، ۱۳۹۰. فرمولاسیون نان بدون گلوتن با استفاده از گوآر و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی. پژوهش های صنایع غذایی، شماره ۱. صفحه ۶۹ تا ۸۱.
- صالحی فر م، سیدین اردبیلی م و عزیزی م، ۱۳۸۸. روند ژلاتینه شدن و بیاتی در نان های لواش و تافتون. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال چهارم، شماره ۲. صفحه ۱۳ تا ۲۴.
- ناصری ب، مرتضوی ع و رضوی م، ۱۳۸۴. بررسی تغییرات آنتالپی نان های مسطح ایرانی و باگت طی مدت نگهداری. مجله علمی پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، سال اول، شماره ۲. صفحه ۶۵ تا ۷۲.
- AACC, 2000. Approved methods of the AACC, 10<sup>th</sup> ed., method (44-15A), method (74-09), St. Paul, MN, USA: American Association of cereal chemists.
- Biliaderis CG, Izydorczyk MS and Rattan O, 1995. Effect of arabinoxylans on breadmaking quality of wheat flours. *Food Chemistry*, 53: 165–171.
- Chiavaro EE, Vittadini M, Musci FB and Curti E, 2008. Shelf-life stability of artisanally and industrially produced durum wheat sourdough bread (Altamura bread). *Lebensm Wiss Technol* 41: 58-70.
- Gallagher E, Gormley TR and Arendt EK, 2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *Journal of Food Engineering*, 56: 153-161.
- Gallagher E, Gormley TR and Arendt EK, 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 143–152.
- Guarda A, Rosell CM, Benedito C and Galotto MJ, 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and anti-staling agents. *Food Hydrocolloid* 18: 241-247.
- Gujral HS, Guardiola I, Carbonell JV and Rosell CA, 2003. Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51(13): 3814–3818.
- Gujral HS, Haros M and Rosell CM, 2003b. Starch hydrolysing enzymes for retarding the staling for rice bread. *Cereal Chemistry*, 80: 750–754.
- He H and Hoseney RC, 1990. Changes in bread firmness and moisture during long-term storage. *Cereal Chemistry*, 67: 603-605.
- Jacobs H and Delcour JA, 1998. Hydrothermal modifications of granular starch, with retention of granular starch. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46: 2895-2905.
- Ji Y, Zhu K, Qian H and Zhou H, 2007. Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. *Food Chemistry* 104: 53-58.
- Juliano BO, 1985. Polysaccharides, proteins, and Lipids of rice. Pp. 59-174. In: Juliano BO (eds). *Rice chemistry and technology*. 2<sup>nd</sup> Ed. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemistry, USA.
- Kadan RS, Robinson MG, Thibodeux DP, Pepperman A, 2001. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. *Journal of Food Science*, 66: 940–944.
- King JE, 2006. *Mayo Clinic on Digestive Health*. Mayo Clinic Proceedings, second ed. Mayo Clinic, USA.
- Kulp K, Hepburn FN and Lehmann TA, 1974. Preparation of bread without gluten. *Bakers Dig* 48(3): 34.
- McCarthy DF, Gallagher E, Gormley TR, Schober TJ and Arendt EK, 2005. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. *Cereal Chemistry*, 82: 609–615.
- Moore MM, Juga B, Schober TJ and Arendt EK, 2007. Effect of lactic acid bacteria on properties of gluten-free sourdoughs, batters, and quality and ultrastructure of gluten-free bread. *Cereal Chem* 84: 357-364.
- Nishita KD, Roberts RL, Bean MM and Kennedy BM, 1976. Development of a Yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chemistry*, 53: 626–635.
- Nishita KD and Bean MM, 1979. Physico-chemical properties of rice in relation to rice bread. *Cereal Chemistry*, 56: 185–189.

Yu S, Ying M and Da-Wen S, 2009. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. *Journal of Cereal Science*, 50: 139-144.