

بررسی اثر صمغ‌های بامیه و کربوکسی‌متیل سلولز بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری نان بربری

بهزاد ناصحی^{۱*}، راضیه رضوی^۲

۱- دانشیار گروه مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران

۲- دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۲۰)

چکیده

امروزه هیدروکلوئیدها یکی از افزودنی‌های رایج در صنعت نانوائی می‌باشند که با افزایش جذب آب منجر به افزایش ویسکوزیته و پایداری خمیر می‌شوند. صمغ بامیه نیز به دلیل دارا بودن ویژگی قوام‌دهندگی کاربرد زیادی در صنایع غذایی دارد. در این پژوهش اثر صمغ‌های بامیه و کربوکسی‌متیل سلولز بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و نان با استفاده از طرح کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش میزان هیدروکلوئید درصد جذب آب، انرژی، مقاومت به تغییر شکل و زمان گسترش خمیر با افزایش همراه بود، اما پایداری و توسعه خمیر کاهش یافت. از آنجایی که خمیرهای حاوی ۱/۵٪ صمغ ترکیبی، ۳٪ کربوکسی‌متیل سلولز و ۳٪ بامیه بهترین خصوصیات رئولوژیکی را داشتند، اقدام به تهیه نان از آنها شد. همچنین بررسی ویژگی‌های نان شامل میزان رطوبت، حجم مخصوص و سفتی بافت نمونه‌ها و خصوصیات حسی شامل ظاهر، بافت، قابلیت جویدن، عطر و طعم و ارزیابی کلی در روزهای ۱، ۳ و ۵ نگهداری نشان داد که با افزایش میزان صمغ رطوبت نان و حجم مخصوص افزایش و سفتی بافت کاهش می‌یابد. گذشت زمان منجر به کاهش رطوبت و حجم مخصوص و افزایش سفتی بافت شد. نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که برای بهبود خصوصیات کیفی نان و افزایش عمر ماندگاری آن استفاده از ۳٪ صمغ بامیه در فرمول خمیر مفیدتر است.

کلید واژگان: بامیه، بربری، بیاتی، هیدروکلوئید

* مسئول مکاتبات: Nasehi.b@pnum.ac.ir

۱- مقدمه

بربری یکی از نان های سنتی ایران است. این نان از ترکیب آرد گندم، نمک، مخمر و یا خمیر ترش و سپس عملیات تخمیر، شکل دهی و پخت تهیه می شود. نان بربری عموماً بیضی کشیده بوده و ضخامت آن از نان های مسطح بیشتر است [۱]. امروزه محققان به دنبال روش های جدید برای افزایش ماندگاری، کیفیت و ارزش تغذیه ای نان هستند. نشاسته و گلو تن گندم به عنوان اجزا اصلی در تولید نان مطرح هستند و بیشترین نقش را در کیفیت محصول نهایی ایفا می کنند. تقویت این دو جز در فرمول خمیر باعث بهبود و اصلاح محصول مورد نظر خواهد شد [۲]. محصولات صنایع پخت پس از طی فرآیند پخت دستخوش تغییرات فیزیکی و شیمیایی می شوند که در مفهوم کلی آن را بیاتی می نامند. فرآیند بیاتی با ایجاد تغییر در ویژگی های ظاهری و باطنی طعم، مزه، عطر و قابلیت جویدن منجر به کهنه شدن نان می شود. انتقال مواد آروماتیک و رطوبت از بخش های داخلی نان به پوسته، در نهایت منجر به از بین رفتن بو و مزه نان می شود. در نتیجه این فرآیند پوسته نان چرمی شده، تردی و پوکی خود را از دست می دهد و تراکم پذیریمغز نان کاهش می یابد [۳]. روش های مختلفی برای بهبود بافت، تقویت شبکه گلو تنی، ایجاد نرمی، یکنواختی و به تعویق انداختن بیاتی وجود دارد که از آن جمله می توان به بهبود روش پخت، بسته بندی و نگهداری نان در دمای مشخص، استفاده از مواد افزودنی مانند امولسیفایرها، صمغ ها و انواع بهبود دهنده ها اشاره نمود [۴]. امروزه از بهبود دهنده های مختلفی به منظور اصلاح ساختار نان استفاده می شود که در این بین هیدروکلوئیدها به علت در دسترس بودن و کارایی بالا نقش به سزایی در بهبود کیفیت نان دارند [۵ و ۶]. هیدروکلوئیدها به عنوان ترکیبات محلول در آب، به طور گسترده به عنوان یک ماده افزودنی در تولید محصولات نانوائی مورد استفاده قرار می گیرند. از اثرات عملکردی آن ها می توان به توانایی آن ها به منظور اصلاح خصوصیات رئولوژی خمیرها تا توانایی حفظ کیفیت محصولات پخت اشاره نمود. بطوریکه هیدوکلوئیدها با ساختار منحصر به فرد و ظرفیت جذب آب بالا، توانایی بهبود خصوصیات رئولوژی خمیر و افزایش عمر ماندگاری نان را دارا می باشند [۷]. سلولز پلیمری آنیونیک و خطی از مولکول های گلوکز است که با پیوند (۱→۴) β به یکدیگر متصل شده اند [۸]. مشتقات مختلف سلولز از قبیل متیل سلولز،

کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، به طور گسترده تولید می شوند [۹]. کربوکسی متیل سلولز از طریق واکنش سلولز با هیدروکسید سدیم و اسید کلرواستیک تولید می شود. کربوکسی-متیل سلولز در صنایع غذایی به منزله غلیظ کننده، معلق و پایدارکننده و در صنایع بستنی سازی، شیرینی سازی، نوشیدنی، سس و مرباجات در حد وسیعی استفاده می شود [۱۰]. بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) که بطور متداول بامیه نامیده می شود تنها گیاه زراعی مهم در خانواده پنیرکیان است. کشت این گیاه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان رایج می باشد. این گیاه حاوی مقدار زیادی از پلی ساکاریدهای محلول در آب است و در غلظت های کم قادر به ایجاد ویسکوزیته بسیار بالایی است. این صمغ حاوی مقادیر بالایی از گالاکتوز، رامنوز و گالاکتورونیک اسید است [۱۱]. به دلیل این خصوصیات غلیظ شوندگی پلی ساکاریدهای صمغ بامیه به میزان زیادی در شیرینی های شکلاتی و به عنوان جایگزین سفیده تخم مرغ استفاده می شوند [۱۲-۱۴]. تاکنون پژوهش های بسیاری مبنی بر استفاده از هیدروکلوئیدها در افزایش ماندگاری انواع نان و نیز بهبود خصوصیات کیفی خمیر انجام شده است که از آن جمله می توان به بررسی اثرات افزودن صمغ های گوار و پکتین با متوکسیل بالا [۱۵]، آلزینات سدیم، زانتان و هیدروکسی متیل سلولز [۱۶]، پودر ژل آلوه ورا [۱۷] و صمغ های گوار، کاپاکاراگینان، زانتان و ترکیب زانتان و گوار [۱۸] بر خصوصیات کیفی خمیر و نان حاصل اشاره نمود. جستجو در منابع کتابخانه ای نشان می دهد تا کنون پژوهشی مبنی بر استفاده از غلظت های مختلف صمغ اکرا، کربوکسی متیل سلولز و ترکیب آن ها بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و نان حاصل انجام نشده است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

برای تهیه نان از آرد ستاره با درجه استخراج ۸۲٪ استفاده شد. آزمون های شیمیایی آرد شامل اندازه گیری میزان رطوبت، خاکستر، پروتئین، فیبر خام، عدد زلنی و گلو تن مرطوب با استفاده از روش مصوب استاندارد AACC [۱۹] به ترتیب به شماره های ۱۶-۴۴، ۰۸-۰۱، ۱۲-۴۶، ۵۶-۱۱، ۵۴-۲۱ و ۱۱-۳۸ انجام شد که در نهایت خصوصیات آرد مورد استفاده شامل

روش AACC به ترتیب به شماره ۵۴-۲۱ و ۵۴-۱۰ انجام شد. این آزمون‌ها ویژگی‌ها و پایداری خمیر را در برابر آمیختن و تنش کششی نشان می‌دهند [۱۹]. با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی این ویژگی‌های خمیر، بهترین نمونه‌ها تعیین و پس از پخت نان آن‌ها با نان فاقد هیدروکلوئید به عنوان شاهد مقایسه شدند.

۲-۲-۴- رطوبت

اندازه‌گیری میزان رطوبت نان با استفاده از روش مصوب AACC به شماره ۴۴-۱۶ انجام شد [۱۹].

۲-۲-۵- حجم مخصوص

حجم مخصوص نان با استفاده از روش جایجاییدانه‌های کلزا و مطابق با استاندارد مصوب AACC به شماره ۷۲-۱۰ انجام شد. بدین منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت بعد از پخت از مرکز هندسی نان قطعه‌ای به ابعاد $1 \times 1 \times 1$ سانتیمتر جدا شد و حجم مخصوص آن تعیین گردید [۱۹].

۲-۲-۶- ارزیابی بافت

ارزیابی بافت نان و بیاتیبا استفاده از دستگاه‌افستنج اینستران با فک کرامر برشی حاوی ۵ تیغه با سرعت ۱۲۰ میلی متر در دقیقه و نقطه پایان تا ۱۲ میلی متر صورت گرفت. مطابق با استاندارد AACC به شماره ۷۴-۰۹ ضخامت نمونه‌های نان مورد استفاده جهت انجام آزمون (که در جایگاه مخصوص دستگاه قرار داده شد) برای تمام نمونه‌های نان یکسان و حدود ۲۵ میلی متر در نظر گرفته شد. بعد از وارد شدن نیرو و فشردن نمونه‌ها، بالاترین نقطه منحنی به عنوان نیروی لازم برای برش نمونه و بر حسب نیوتون گزارش شد [۱۹].

۲-۲-۷- ارزیابی حسی

ارزیابی حسیبا استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه ایتوسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده انجام شد. ارزیاب‌ها به هر صفت امتیازی از ۱ تا ۵ دادند. پارامترها بظاهر، بافت، قابلیت جویدن، عطر و طعم و ارزیابی کلی توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده انجام شد [۲۱].

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

طرح آماری مورد استفاده در این پژوهش کاملاً تصادفی و شامل سه تکرار برای هر تیمار بود. داده‌های حاصل از اجزای این طرح با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند. در این پژوهش برای سنجش اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها از روش تجزیه واریانس دو طرفی (ANOVA) و

۱۴/۳٪ رطوبت، ۱۴/۶٪ پروتئین، ۰/۷۶٪ خاکستر، ۰/۹۱٪ فیبر، گلوتن مرطوب ۲/۸٪ و عدد زلنی ۲۵ میلی لیتر بود. از مخمر نانواپاز نوع مخمر خشک فعال ساخت شرکت خمیر مایه رضوی و نمک طعام ساخت شرکت گل‌ها استفاده شد. کربوکسی‌متیل سلولز با وزن مولکولی Da ۴۱۰۰۰ از شرکت کارگام پارسین تهیه شد. بامیه رقم شادگان از بازار محلی تهیه شد.

۲-۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۲-۱- استخراج موسیلاژ

استخراج موسیلاژ بامیه با استفاده از روش الامری و همکاران [۲۰] انجام شد. بدین منظور بعد از شستشو، غلاف بامیه‌ها شکاف داده شد و دانه‌ها از غلاف خارج شدند. بامیه بدون دانه با نسبت ۱ به ۵ (۱۰۰ گرم بامیه، ۵۰۰ میلی لیتر سود) با سود ۰/۰۵ مولار به مدت ۵ دقیقه با مخلوط کن ترکیب شدند. سپس با استفاده از سانتریفیوژ در ۲۰۰۰g سوپرناتانت جمع آوری شد و بعد از خشک کردن در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد.

۲-۲-۲-۲- تهیه نان

برای تهیه خمیر از روش AACC به شماره ۱۰-۱۰B استفاده شد [۱۹]. مقدار آرد مصرفی برای تهیه هر چانه ۱۰۰ گرم بود که با در نظر گرفتن ۱۰۰ گرم آرد میزان ۰/۵، ۱/۵ و ۳٪ صمغ به طور جداگانه توزین شد. نمک و مخمر هر یک به میزان ۲٪ توزین شدند. آب مصرفی ۷۵ میلی لیتر بود. به منظور تهیه خمیر ابتدا آرد توزین شده درون ظرف ریخته شد و با مخمر و هیدروکلوئید مخلوط شد. در ظرف دیگری نمک با ۷۳ میلی لیتر آب مخلوط و به ظرف آرد اضافه شد و با همزن خانگی با دور متوسط به مدت ۵ دقیقه مخلوط شد. سپس خمیر درون ظرف یک بار مصرف به طور جداگانه قرار گرفت تا مراحل تخمیر اولیه انجام شود. طی این مدت درب ظروف با استفاده از پارچه نمدار پوشانده شد و سپس خمیرها در فرمول بهینه در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۵-۳۰ دقیقه پخته شدند [۱۹].

۲-۲-۳- آزمون‌های رئولوژی

آزمون‌های اندازه‌گیری جذب آب، زمان توسعه خمیر و پایداری خمیر با استفاده از دستگاه فارینوگراف برابندر (مدل OHGA آلمان) و رفتار ویسکوالاستیک خمیر (مدل OHGA آلمان) با استفاده از دستگاه اکستنسوگراف بر اساس

جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با حداکثر خطای قابل قبول، ۵ درصد استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر

۳-۱-۱- درصد جذب آب

در جدول ۱ مشاهده می‌شود که با افزایش میزان هیدروکلوئید به کار رفته در فرمول خمیر میزان جذب آب افزایش یافته است که با نتایج روبرت و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد [۲۲]. آن‌ها ضمن بررسی تاثیر جایگزینی صمغ استخراج شده از دانه شنبلیله به میزان ۰، ۵ و ۱۰٪ اعلام نمودند که با افزایش میزان هیدروکلوئید میزان جذب آب آرد افزایش می‌یابد. دلیل این امر را می‌توان به افزایش میزان فیبر خمیر مرتبط دانست که مطابق با نتایج پژوهش ماریوتی و همکاران (۲۰۰۶) و پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۲) است [۲۳ و ۲۴]. بطور کلی افزایش گروه‌های هیدروکسیل در خمیر اجازه اضافه کردن مقادیر بیشتر آب را می‌دهد که به دلیل شکل گیری پیوندهای هیدروژنی است [۲۵]. مشاهده می‌شود که استفاده از صمغ ترکیبی در فرمول خمیر منجر به جذب آب بیشتری شده است. فعل و انفعالات فیزیکی که در زمان استخراج صمغ و ترکیب شدن هیدروکلوئیدها با هم اتفاق می‌افتد ممکن است منجر به در معرض قرار گرفتن گروه‌های آب دوست بیشتری شود، لذا میزان جذب آب در خمیر حاوی صمغ ترکیبی بیشتر است [۲۲].

۳-۱-۲- زمان پایداری خمیر

در جدول ۱ مشاهده می‌شود که نمونه‌های حاوی ۰/۵٪ هیدروکلوئید دارای زمان پایداری خمیر کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند. افزایش مقدار هیدروکلوئید از ۰/۵ به ۳ درصد منجر به افزایش پایداری خمیر شد. به استثنای خمیر حاوی

۱/۵ درصد اکرا، سایر نمونه‌های خمیر حاوی ۱/۵ و ۳ درصد هیدروکلوئید از نظر پایداری با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار آماری داشتند. نوع هیدروکلوئید مورد استفاده بر خصوصیات خمیر تاثیر دارد. قرایی و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که استفاده از هیدروکلوئید منجر به افزایش زمان مقاومت خمیر می‌شود و میزان مقاومت بستگی به نوع و میزان هیدروکلوئید بکار رفته دارد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد [۲۶]. دلیل این امر را می‌توان به رقابت هیدروکلوئیدها و گلوتن برای اتصال به آب نسبت داد. قابلیت اتصال آب در هیدروکلوئیدها بالاتر از گلوتن است [۲۷]. افزودن هیدروکلوئیدها به آرد با افزایش جذب آب آرد منجر به افزایش زمان توسعه خمیر و افزایش پایداری در هنگام هم زدن خمیر می‌شود [۲۸]. این نتایج با نتایج سحری و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. آن‌ها نشان دادند استفاده از صمغ فارسی، ثعلب و ترکیب آن‌ها منجر به افزایش پایداری خمیر می‌شود [۲۹].

۳-۱-۳- زمان گسترش خمیر

با افزایش میزان صمغ در فرمول خمیر، زمان گسترش خمیر افزایش یافت. نمونه شاهد و خمیر حاوی ۰/۵ درصد صمغ بامیه‌کمترین زمان گسترش را داشتند. روبرت و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که با افزایش میزان صمغ شنبلیله زمان گسترش خمیر نسبت به نمونه شاهد افزایش می‌یابد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد [۳۰]. افزایش زمان پایداری و زمان گسترش خمیر منجر به بهبود توانایی تولید نان می‌شود. دلیل این امر را می‌توان به نرخ آهسته هیدراتاسیون و توسعه گلوتن نسبت داد [۲۵]. در پژوهش دیگر گواردا و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند با افزایش میزان صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، زانتان و کاراگینان زمان گسترش خمیر افزایش می‌یابد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد [۳۱].

Table 1 Results of dough Farinograph containing different levels of hydrocolloids

Sample	Water absorption (%)	Dough Stability Time (min)	Dough Extension Time (min)
Con	38.17±5.11 ^f	7.1±1.0 ^d	3.7±0.14 ^d
Okra0.5	39.06±3.11 ^{ef}	6.9±1.73 ^d	3.7±0.22 ^d
Okra1.5	41.22±5.05 ^{de}	7.2±1.66 ^d	4.0±0.25 ^{cd}
Okra3	44.88±2.11 ^b	7.8±2.56 ^c	4.4±0.16 ^b
CMC0.5	39.48±2.15 ^{ef}	7.1±2.8 ^d	3.8±0.18 ^d
CMC1.5	42.36±5.29 ^{cd}	7.8±1.39 ^c	4.2±0.18 ^{bc}
CMC3	45.43±4.24 ^b	8.3±2.25 ^b	4.5±0.21 ^{ab}
Mix0.5	40.32±4.21 ^{def}	7.0±1.43 ^d	4.0±0.2 ^{cd}
Mix1.5	44.09±3.18 ^{bc}	8.6±1.09 ^{ab}	4.4±0.11 ^b
Mix3	48.74±3.09 ^a	8.9±7.74 ^a	4.8±0.13 ^a

The different letters in each column indicate a significant difference at the 5% level

۲-۳- نتایج اکستنسوگراف

۳-۲-۱- انرژی

اضافه کردن هیدروکلوئیدها به خمیر منجر به تغییر خصوصیات ویسکوالاستیک خمیر می‌شود. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میزان انرژی خمیر با افزایش میزان هیدروکلوئید بکار رفته در فرمول افزایش یافته است [۲۶] و کمترین انرژی مربوط به نمونه شاهد بود [۳۱]. همچنین افزایش زمان استراحت خمیر منجر به افزایش میزان انرژی خمیر شد [۳۲]. روسل و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که اضافه کردن صمغ زانتان منجر به افزایش انرژی خمیر می‌شود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد [۲۸]. سحری و همکاران

۳-۲-۲- توسعه خمیر

با افزایش میزان هیدروکلوئید به کار رفته در فرمول خمیر، میزان توسعه خمیر کاهش یافت که با نتایج قنبری و فرمانی (۲۰۱۳) مطابقت دارد. آن‌ها ضمن بررسی تاثیر استفاده از مقادیر مختلف صمغ‌های زانتان، کاراگینان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بر میزان توسعه خمیر اعلام نمودند که میزان توسعه خمیر به نوع هیدروکلوئید استفاده شده بستگی دارد و با افزایش میزان هیدروکلوئید، میزان توسعه خمیر افزایش می‌یابد [۳۲].

Table 2 Extensograph characteristics of wheat flour dough containing different level of hydrocoloids

Time (Min)	Sample	Energy (cm ²)	Extensibility (mm)	Resistance to stretch (gr)	Ratio
45	CON	112.3±3.5 ^f	158.5±18.5 ^{ab}	229.04±13.8 ^g	1.53±0.75 ^{de}
	Okra0.5	116.9±8.5 ^e	160.1±14.3 ^a	237.86±15.2 ^f	1.36±0.64 ^e
	Okra1.5	123.5±5.4 ^d	156.1±8.2 ^{bc}	241.48±18.2 ^e	1.86±0.93 ^{bcd}
	Okra3	136.7±2.1 ^b	123.9±12 ^f	276.53±12.5 ^b	1.90±0.92 ^{bc}
	CMC0.5	118.4±4.9 ^e	159.3±15.1 ^a	219.25±9.8 ^h	1.49.0±0.58 ^e
	CMC1.5	118.0±4.1 ^e	141.3±13.1 ^d	238.7±11.1 ^f	1.99±0.88 ^{bc}
	CMC3	118.4±3.1 ^e	103.8±9.8 ^g	257.82±7.7 ^d	2.47.0±0.8 ^a
	Mix0.5	129.7±2.8 ^c	154.0±12.7 ^c	263.17±9.4 ^c	1.65±0.4 ^{cde}
	Mix1.5	137.2±9.9 ^b	134.0±11.4 ^e	282.58±8.3 ^f	2.09±1.1 ^b
90	Mix3	145±10.6 ^a	94.2±8.5 ^h	293.08±12.2 ^a	2.53±0.76 ^a
	CON	112.8±9.3 ^e	163.5±14.6 ^b	237.8±17.5 ⁱ	2±0.62 ^{bc}
	Okra0.5	121.5±7.2 ^c	160.1±10.5 ^b	273.22±19 ^e	1.52±0.26 ^e
	Okra1.5	125.3±6.5 ^b	153.4±11.1 ^b	308.6±16.4 ^c	1.88±0.81 ^{cde}
	Okra3	128.6±2.1 ^b	138.2±12 ^d	321.72±12.1 ^a	1.97±0.29 ^{bc}
	CMC0.5	113.5±4.4 ^e	159.2±9.0 ^c	222.61±15.0 ^g	1.54±0.34 ^{de}
	CMC1.5	118.4±7.3 ^d	144.1±8.7 ^c	247.05±8.1 ^f	1.9±0.67 ^{cd}
	CMC3	119.1±5.7 ^d	123.6±13.5 ^{fg}	293.31±9.8 ^d	2.47±0.65 ^a
	Mix0.5	123.5±5.7 ^c	157.4±10.8 ^e	272.88±6.7 ^e	1.7±0.46 ^{cde}
135	Mix1.5	135.2±11.5 ^a	134.8±11.1 ^e	315.77±11.3 ^b	1.91±0.84 ^{cd}
	Mix3	136.3±4.2 ^a	102.4±9.4 ^g	327.16±10.5 ^a	2.32±0.13 ^{ab}
	CON	113.1±8.1 ^d	105.2±5.2 ^c	238.49±14.2 ⁱ	2.73±1.3 ^{cd}
	Okra0.5	121.6±12.0 ^c	148.6±7.8 ^a	292.85±13.2 ^g	2.62±0.62 ^{cde}
	Okra1.5	131.2±12.6 ^a	148.6±8.8 ^a	321.08±9.6 ^d	1.97±0.92 ^g
	Okra3	128.3±9.6 ^a	135.8±8.6 ^b	338.08±5.1 ^b	2.08±0.94 ^g
	CMC0.5	113.2±8.4 ^d	145.1±9.9 ^a	256.38±10.9 ^h	2.95±1.0 ^b
	CMC1.5	125.1±3 ^b	135.7±12.3 ^b	317.8±4.5 ^e	2.15±0.66 ^{fg}
	CMC3	121.4±4.5 ^c	102.6±11.8 ^d	337.8±8.2 ^b	2.32±0.86 ^{efg}
	Mix0.5	120.3±7.9 ^c	69.2±10.2 ^g	303.06±6.3 ^f	3.41±0.9 ^a
	Mix1.5	123.8±8.3 ^b	73.5±3 ^f	335.06±8.0 ^c	3.11±0.73 ^{ab}
	Mix3	128.4±5.1 ^a	95±2.1 ^c	376.6±7.2 ^a	2.50±0.72 ^{def}

The different letters in each column indicate a significant difference at the 5% level

شاهد استفاده شد.

۳-۳-۳ ویژگی های نان

۳-۳-۳-۱-رطوبت نان

تغییرات بافت و محتوای رطوبت در نان بیشترین تغییرات کیفی نان را طی دوره نگهداری ایجاد می نمایند که در مجموع بیاتی خوانده می شود [۳۷]. گذشت زمان منجر به کاهش رطوبت در تمام نمونه های مورد بررسی شد و اختلاف معنی دار آماری ($P < 0.05$) ایجاد شد. با افزایش میزان هیدروکلوئید میزان رطوبت موجود در نان افزایش یافت [۳۸].

Table 3. Change in moisture content (%) of different samples during storage days

Sample	1	3	5
CON	34.25±2.5 ^{Ad}	32.19±3.2 ^{Bd}	30.82±2.8 ^{Cd}
Mix1.5	39.73±1.9 ^{Ab}	37.74±2.3 ^{Bb}	35.98±1.3 ^{Cb}
CMC3	38.67±2.6 ^{Ac}	36.03±1.7 ^{Bc}	32.55±2.4 ^{Cc}
Okra3	42.36±3.1 ^{Aa}	40.81±2.0 ^{Ba}	39.26±3.1 ^{Ca}

The different lowercase and capital letters in each column and row indicate a significant difference at the 5% level

افزایش می یابد و حفره های بیشتری در بافت نان شکل می گیرد [۳۹]. این نتایج با نتایج لور و جیمز (۲۰۱۵) مطابقت دارد [۴۰]. با گذشت زمان نگهداری، حجم مخصوص نان کاهش یافت. ادواردو و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که بین حجم مخصوص نان و نرمیافت همبستگی بالایی وجود دارد و طی دوره نگهداری با کاهش حجم مخصوص نان، سفتی بافت افزایش می یابد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد [۴۱].

Table 4 Change inspecific volume (cm³) of different samples during storage days

Sample	1	3	5
CON	679.5±1.4 ^{Ad}	675.1±0.9 ^{Bd}	668.7±1.1 ^{Cd}
Mix1.5	681.0±1.7 ^{Ab}	678.4±1.3 ^{Bb}	674.7±0.6 ^{Cb}
CMC3	680.5±0.8 ^{Ac}	677.9±1.4 ^{Bc}	672.2±1.8 ^{Cc}
Okra3	682.0±2.2 ^{Aa}	680.7±1.0 ^{Ba}	675.3±1.4 ^{Ca}

The different lowercase and capital letters in each column and row indicate a significant difference at the 5% level

باعث سفتی بیشتر بافت می شوند [۴۲]. با گذشت زمان نگهداری سفتی بافت در تمام نمونه های مورد بررسی افزایش یافت. بالاترین میزان سفتی مربوط به نمونه شاهد بود و نمونه های حاوی ۳٪ صمغ بامیه کمترین میزان سفتی بافت را داشتند. نمونه های شاهد به دلیل از دست دادن مقادیر بالاتر آب به میزان بیشتر کریستاله شدند و دلیل آن را می توان به عدم وجود هیدروکلوئید در فرمول خمیر نسبت داد. مقادیر بالای هیدروکلوئید منجر به نگهداری بیشتر آب در نان طی مراحل نهایی پخت می شود و کریستالیزاسیون نشاسته را کاهش

ساختار شیمیایی هیدروکلوئیدها نقش مهمی در میزان مقاومت آن ها دارد که به دلیل واکنش بین پروتئین های آرد و هیدروکلوئیدها می باشد [۳۶]. پیوندهای اتری گروه های هیدروکسیل با هیدروکسی پروپیل و متوکسیل موجود در صمغ ترکیبی منجر به جذب آب بیشتر و مقاومت بالاتر خمیر می شود. با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی ویژگی های خمیر، مشخص شد که نمونه های خمیر حاوی ۳ درصد کربوکسی متیل سلولز یا بامیهو ۱/۵ درصد صمغ ترکیبی دارای بهترین خصوصیات رئولوژیکی هستند لذا از این سه تیمار برای پخت نان ها و مقایسه با نان فاقد هیدروکلوئید به عنوان

۳-۳-۳-۲-حجم مخصوص

افزایش میزان هیدروکلوئید در ساختار فرمول خمیر منجر به افزایش حجم نان شد (جدول ۴). نمونه شاهد کمترین حجم و نمونه حاوی ۳٪ صمغ بامیه بالاترین حجم را داشتند. بین حجم نان و میزان رطوبت خمیر رابطه مستقیمی وجود دارد. استفاده از هیدروکلوئیدها با افزایش قابلیت نگهداری آب در خمیر منجر به نگهداری آب در مراحل پخت می شود. این آب در مراحل بعدی بخار می شود و در نتیجه تولید گاز حجم نان

۳-۳-۳-۳-بافت نان

فرآیند پخت نان یک فرآیند پیچیده است که منجر به تغییر در ساختار نشاسته می شود. نشاسته موجود در آرد نان دارای ساختاری با زنجیره های خطی و منشعب است. طی فرآیند پخت گرانول های نشاسته آب جذب می کنند و زنجیره های خطی به بیرون پخش می شوند. بعد از اینکه نان سرد شد زنجیره های خطی به یکدیگر می پیوندند و شکل اولیه قرص نان را شکل می دهند. زنجیره های منشعب در داخل گرانول ها باقی می مانند و طی نگهداری به تدریج به یکدیگر می پیوندند و

(۲۰۱۵) مطابقت دارد [۳۸]. آن‌ها ضمن بررسی تاثیر مقادیر مختلف صمغ‌های کربوکسی‌متیل سلولز، زانتان و کاراگینان بر سفتی بافت، میزان سفتی بافت را به میزان و نوع هیدروکلوئید مرتبط دانستند و اعلام نمودند که با افزایش میزان هیدروکلوئید، سفتی بافت کاهش می‌یابد.

می‌دهد [۴۳]. بین میزان رطوبت و سفتی بافت با گذشت زمان رابطه معکوسی وجود دارد. سفتی بافت ممکن است به دلیل شکل‌گیری پیوندهای عرضی بین بخش محلول نشاسته و پروتئین‌های گلوتن باشد. زمانی که میزان رطوبت کاهش می‌یابد، این اتصالات به سرعت شکل می‌گیرند و بافت نان سفت تر می‌شود [۴۴]. این نتایج با نتایج داس و همکاران

Table 5 Change in hardness (N) of different samples during storage days

Sample	1	3	5
CON	11.76±1.3 ^{Ca}	23.74±2.1 ^{Ba}	32.66±2.6 ^{Aa}
Mix1.5	10.84±2.0 ^{Cb}	15.1±1.8 ^{Bc}	20.18±1.5 ^{Ac}
CMC3	11.38±1.4 ^{Ca}	17.24±1.1 ^{Bb}	21.42±1.4 ^{Ab}
Okra3	10.25±1.0 ^{Cb}	13.04±1.6 ^{Bd}	17.51±2.1 ^{Ad}

The different lowercase and capital letters in each column and row indicate a significant difference at the 5% level

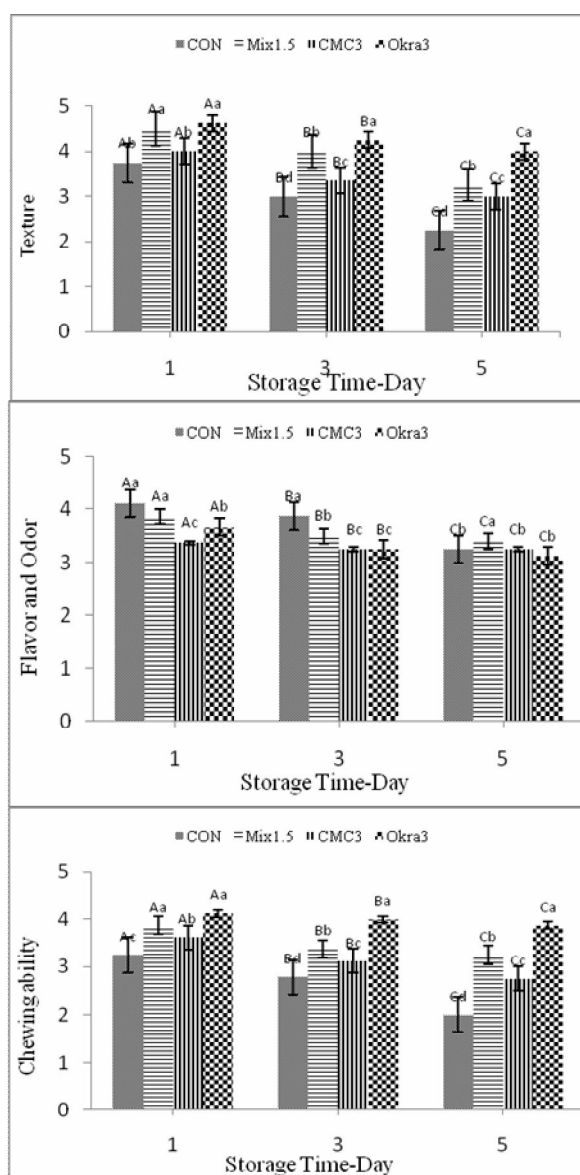
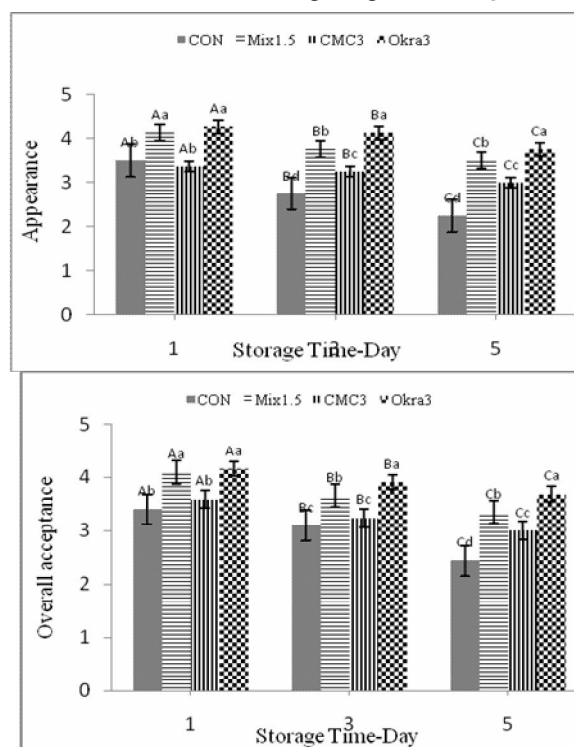


Fig 1 Sensory evaluation of different samples during storage

۳-۳-۴-ارزیابی حسی

نتایج آزمون حسی نمونه‌های نان طی دوره نگهداری در شکل ۱ نشان داده شده است. با گذشت زمان نگهداری امتیاز ارزیابی حسی نان کاهش یافت. نوع و مقدار هیدروکلوئید بکار رفته بر خصوصیات حسی نان تاثیر داشت. افزودن هیدروکلوئیدها منجر به بهبود خواص ظاهری، بافت و قابلیت جویدن نان شد. نمونه‌های حاوی صمغ بامیه به میزان ۳٪ بیشترین امتیاز ارزیابی حسی را داشتند.



- calorimetric parameters of frozen bread dough. *Journal of Cereal Science*, 48, 741-746.
- [3] Nasehi, B., Azizi, M.H. & Hadian, Z. (2009). Different approaches for determination of bread staling. *Journal of Food Science and Technology*, 6(1), 53-63. (In persian).
- [4] Gomes-Ruffi, C.R., Cunha, R.H., Almeida, E. L., Chang, Y.K. & Steel, C.J. (2012). Effect of the emulsifier sodium stearoyl lactate and of the enzyme maltogenic α -amylase on the quality of pan bread during storage. *LWT - Food Science and Technology*, 49, 96-101.
- [5] Mettler, E. & Seibel, W. (1993). Effects of emulsifiers and hydrocolloids on wholewheat bread quality: a response surface methodology study. *Cereal Chemistry*, 70, 373-377.
- [6] Rodge, A.B., Ghatge, P.U., Wankhede, D.B., & Kokate R.K. 2006. Isolation, purification & rheological study of guar genotypes RGC-1031 and RGC-1038. *J Arid Legumes* 3: 41-43.
- [7] Bárcenas, M.E. & Rosell, C.M. (2005). Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. *Food Hydrocolloids*, 19, 1037-1043.
- [8] Hattori, K., Abe, E., Yoshida, T. & Cuculo, J.A. (2004). New solvents for cellulose II ethylene diamine/thiocyanate salt system. *Polymer Journal*, 36, 123-130.
- [9] Olivas, G.I. & Barbosa-Canovas G.V. (2005). Edible coatings for fresh-cut fruits. *Food Science and Nutrition*, 45, 657-670.
- [10] Hussain, P.R., Suradkar, P.P., Wani, A.M. & Dar, M.A. (2015). Retention of storage quality and post-refrigeration shelf-life extension of plum (*Prunus domestica* L.) cv. Santa Rosa using combination of carboxy methyl cellulose (CMC) coating and gamma irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 107, 136-148.
- [11] Sengkhamparn, N., Sagis, L.M.C., Vries, D., Schols, H.A., Sajjaanantakul, T. & Voragen, A.G.J. (2010). Characterisation of cell wall polysaccharides from okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Food Hydrocolloids*, 24, 35-41.
- [12] Costantino, A.J., & Romanchick-Cerpoviez, J.E. (2004). Physical and sensory measures indicate moderate fat replacement in frozen dairy dessert is feasible using okra gum as a milk-fat ingredient substitute. تمام نمونه های تهیه شده دارای امتیاز خوبی بودند. سحری و همکاران (۲۰۱۴) اختلاف خصوصیات حسی نان های تهیه شده از انواع مختلف صمغ را معنی دار ندانستند و اعلام کردند نمونه های حاوی صمغ کیفیت بالاتری نسبت به نمونه شاهد داشته است [۲۹].
- ### ۴- نتیجه گیری
- یکی از راه های کاهش بیاتی و افزایش ماندگاری نان بربری استفاده از هیدروکلوئیدها در فرمول خمیر می باشد. نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از این ترکیبات منجر به افزایش درصد جذب آب، انرژی، مقاومت به تغییر شکل خمیر و زمان گسترش خمیر می شود و با حفظ رطوبت و افزایش حجم مخصوص نان، منجر به کاهش سفتی بافت شده و کیفیت نان طی دوره نگهداری را بهبود می بخشد. نانومحصولات صنایع پخت پس از طی فرآیند پخت، دستخوش تغییرات فیزیکوشیمیایی مختلف می شوند. گیاه بامیه بومی استان خوزستان است و دارای موسیلاژ فراوان می باشد، لذا با توجه به اینکه کیفیت آرد نقش تعیین کننده ای در خصوصیات نان حاصل دارد، با استفاده از صمغ بامیه به میزان ۳٪ می توان بیاتی را به تاخیر انداخت و از نظر اقتصادی نیز ضایعات نان را کاهش داد.
- ### ۵- نمادها
- نمونه فاقد هیدروکلوئید (CON)، نمونه حاوی ۰/۵، ۱/۵ و ۳٪ بامیه (Okra3, Okra1.5, Okra0.5)، نمونه حاوی ۰/۵، ۱/۵ و ۳٪ کربوکسی متیل سلولز (CMC1.5, CMC0.5)، نمونه حاوی ۰/۵، ۱/۵ و ۳٪ صمغ ترکیبی (Mix3, Mix1.5, Mix0.5).
- ### ۶- منابع
- [1] Hejrani, T., Sheikholeslami, Z., Mortazavi, A. & Ghiyafe Davoodi, M. (2016). The properties of part baked frozen bread with guar and xanthan gums, *Food Hydrocolloids* (2016), *Food Hydrocolloids*, 1(5):1-6.
- [2] Matuda, T.G., Chevallier, S., Filho, P.A., LeBail, A. & Tadini, C. (2008). Impact of guar and xanthan gums on proofing and

- [23] Mariotti, M., Lucisano, M. & Pagani, A. (2006). Development of a baking procedure for the production of oat-supplemented wheat bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 151-157.
- [24] Peyghambari, S. H., Azadmard, D. S., Fathnejhad, R., Neamatti, M. & Rafat, S. A. (2012). Application of Falsseed in breadmaking: effect on chemical characteristics, fat composition of flour and bread, and sensory quality of the enriched semi flat bread. *Journal of food research*, 232(2), 281-292. (In Persian).
- [25] Anil, M. (2007). Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in bread making. *Journal of Food Engineering*, 80, 61-67.
- [26] Gharaie, Z., Azizi, M. H., Barzegar, M. & Aghagholizade, R. (2016). Effects of Salep and Tragacanth Hydrocolloids on dough rheological properties and Barbari Bread Quality. *Journal of Food Science and Technology*, 50(13), 23-31. (in persian).
- [27] Sim, S.Y., Noor Aziah, A.A. & Chen, G.L.H. (2011). Characteristics of wheat dough and Chinese steamed bread added with sodium alginate or konjac glucomannan. *Food Hydrocolloids*, 25, 951-957.
- [28] Rosell, C.M., Collar, C. & Haros, M. (2007). Assessment of hydrocolloid effects on the thermo-mechanical properties of wheat using the Mixolab. *Food Hydrocolloids*, 21, 452-462.
- [29] Sahari, M.A., Mohammadi, R. & Hamidi Esfehiani, Z. (2014). Rheological and Quality Characteristics of Taftoon Bread as Affected by Salep and Persian Gums. *International Journal of Food Science*, 1, 1-7.
- [30] Roberts, K.T., Cui, S.W., Chang, Y.H., Ng, P.K.W. & Graham, T. (2012). The influence of fenugreek gum and extrusion modified fenugreek gum on bread. *Food Hydrocolloids*, 26(2), 350-358.
- [31] Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C. & Galotto, M.J. (2004). Different hydrocolloids as bread improvers and anti staling agents. *Food Hydrocolloids*, 18, 241-247.
- [32] Ghanbari, M. & Farmani, J. (2013). Influence of hydrocolloids on dough properties and quality of barbari: an Iranian leavened flat bread. *Journal of Agriculture Science and Technology*, 15, 545-555.
- [33] Tavakolipour, H. & Kalbasi-Ashtari, A. (2006). Influence of gums on dough properties and flat bread quality of two Persian wheat varieties. *Journal of Food Journal of American Dietetic Association*, 104, 44-52.
- [13] Romanchik-Cerpovicz, J.E., Costantino, A.C. & Laura, H.G. (2006). Sensory evaluation ratings and melting characteristics show that okra gum is an acceptable milk-fat ingredient substitute in chocolate frozen dairy dessert. *Journal of American Dietetic Association*, 106, 594-597.
- [14] Romanchik-Cerpovicz, J.E., Tilmon, R.W. & Baldree, K.A. (2002). Moisture retention and consumer acceptability of chocolate bar cookies prepared with okra gum as a fat ingredient substitute. *Journal of American Dietetic Association*, 102, 1301-1303.
- [15] Linlaud, N.E., Puppo, M.C. & Ferrero, C. (2009). Effect of hydrocolloids on water absorption of wheat flour and farinograph and textural characteristics of dough. *Cereal Chemistry*, 86, 376-382.
- [16] Rosell, C.M., Rojas, J.A. & Benedito, B.D. (2003). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15, 75-81.
- [17] Nasehi, B., Razavi, M.A. & Ghodsi, M. (2016). Investigation of the effect of aloe vera powder on the properties of Barbari bread during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 51(13), 195-203. (In Persian).
- [18] Ozkoc, S.O., Sumnu, G. & Sahin, S. (2009). The effects of gums on macro and micro-structure of breads baked in different ovens. *Food Hydrocolloids*, 23, 2182-2189.
- [19] AACC. (1999). Approved method the American Association of cereal chemists. The American Association of cereal chemists.
- [20] Alamri, M.S., Mohamed, A.A. & Hussain, Sh. (2012). Effect of okra gum on the pasting, thermal, and viscous properties of rice and sorghum starches. *Carbohydrate Polymers*, 89, 199-207.
- [21] Rajabzadeh, N. (1991). Iranian Flat Breads Evaluation. *Iranian Cereal and Bread Research Institute*, Publication no. 71, Tehran, Iran. (In Persian).
- [22] Roberts, K.T., Allen-Vercoe, E., Williams, S.A., Graham, T. & Cui, S.W. (2015). Comparative study of the in vitro fermentative characteristics of fenugreek gum, white bread and bread with fenugreek gum using human faecal microbes. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fiber*, 5, 116-124.

- [39] López, E., Pérez, G., Erramouspe, P.L.J. & Cuevas, C. (2013). Effect of Brea Gum on the characteristics of wheat bread at different storage times. *Food Science and Technology (Campinas.)*, 33(4), 745-752.
- [40] Lopez, E.P. & Jimenez P.L. (2015). Effect of different proportions of brea gum in the functional characteristics of wheat flour starch: impact on the physical quality of bread. *Food Science and Technology*. 1, 1-7.
- [41] Eduardo, M., Svanberg, U. & Ahrne, L. (2014). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on baking quality of composite cassava-maize wheat bread. *International Journal of Food Science*, 1, 1-9.
- [42] Angioloni, A. & Collar, C. (2009) Gel, dough and fiber enriched fresh breads: relationships between quality features and staling kinetics. *Journal of Food Engineering*, 91:526-532.
- [43] Kohajdova, Z. & Karovicova, J. (2009). Application of hydrocolloid as baking improvers. *Chemical Papers*, 63: 26-38.
- [44] Martin, M.L., Zeleznak, K.J. & Hosney, R.C. (1991). A mechanism of bread firming I. Role of starch swelling. *Cereal Chemistry*, 68:498-503.
- Process Engineering*, 30(1), 74-87.
- [34] Smitha, S., Rajiv, J., Begum, K. & Indrani, D. (2008). Effect of Hydrocolloids on Rheological, Microstructural and Quality Characteristics of Parotta: An Unleavened Indian Flat Bread. *Journal of Text Studies*, 39, 267-271.
- [35] Moayedi, S., Sadegi, M. A., Azizi, M. H. & Maghsoudlou, Y. (2009). The effect of gum tragacanth on farinograph and extensibility properties of wheat flour dough. *Journal Food Processing And Preservation*, 2(2), 47-60. (In Persian).
- [36] Peressini, D., Pin, M. & Sensidoni, A. (2011). Rheology and breadmaking performance of rice-buckwheat batters supplemented with hydrocolloids. *Food Hydrocolloids*, 25, 340-349.
- [37] Shittu, T.A., Rashidat, A.A. & Abulode, E.O. (2009). Functional effect of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. *Food Hydrocolloids*, 23, 2254-2260.
- [38] Das, L., Raychaudhuri, U. & Chakraborty, R. (2015). Effects of hydrocolloids as texture improver in coriander bread. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3671-3680.

Evaluation of the effects of okra and carboxymethyl cellulose gums on quality properties and shelf life of Barbari bread

Nasehi, B.^{1*}, Razavi, R.²

1. Department of Agricultural Engineering and Technology, Payame Noor University (PNU), Iran

2. PhD student of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran.

(Received: 2019/05/28 Accepted: 2019/08/11)

Nowadays hydrocolloids are one of commonly additives used in baking industry. Gums are hydrocolloids increasing water absorption leads to increased viscosity and stability of some food systems. Okra gum due to have thickening properties used as hydrocolloid in food industry. In this study the effect of okra and carboxymethyl cellulose (CMC) gums in four levels (0, 0.5, 1.5 and 3%) on rheological properties of dough and breads were evaluated by using randomized complete block with factorial design. The results showed that an increase in hydrocolloids caused to increase in water absorption, energy of dough, resistance to deformation and extensibility while dough stability and dough development time reduced. Doughs containing 1.5% mixture gums, 3% CMC and 3% Okra have the best rheological properties and used to preparation breads. Evaluation of bread properties including moisture content, specific volume and firmness of samples and sensory properties including appearance, texture, chewability, Aroma and flavor and overall evaluation on day 1, 3 and 5 of storage showed that by increasing in hydrocolloids the moisture content and specific volume were increased and firmness was decreased. Over time lead to a decrease in moisture content and specific volume and it increased firmness of texture. According to the results of this research to improve the quality properties and shelf life extension of bread used of 3% okra gum in dough formulation can be useful.

Keywords: Okra, Barbari, Staling, Hydrocolloid

* Corresponding Author E-Mail Address: Nasehi.b@pnum.ac.ir