تأثیر ژل عربی به عنوان بهبود دهنده ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم و عامل ضد بیاتی نان بربری

منصوره سلیمانی فرد[1*]، مهران اعلمی[2]، یحیی مقصودلو[3]، گودرز نجفیان[4]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[2] استادیار دانشکده صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[3] دانشیار دانشکده صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[4] دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۱۲

چکیده

در این پژوهش اثر ژل عربی در سطوح مختلف ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (حجم، حجم ویژه، سفتی و نرمی بافت، افت پخت و فعالیت آبی)، بیاتی و حسی نان بربری مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر توسط دستگاه فارینوگراف ارزیابی شد. بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی رئولوژیکی خمیر افزودن ژل و افزایش سطوح آن، منجر به افزایش معنی‌داری در ظرفیت جذب آب، زمان گسترش خمیر، زمان پایداری خمیر نسبت به خمیر شاهد شد، در حالی که سست شدن خمیر بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه و شاخص تحمل به اختلاط در مقایسه با خمیر شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت. ولی به طور کلی در سطح ۱/۵٪ کاهش معنی‌داری در ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر نسبت به سطوح ۰/۵٪ و ۱٪ مشاهده شد. بر اساس نتایج حاصل، افزودن ژل عربی، فعالیت آبی را کاهش داد. در ارتباط با بافت سنجی نمونه‌های نان مشاهده شد، افزودن ژل عربی و افزایش غلظت آن، منجر به کاهش معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در بیاتی نمونه‌های نان در مقایسه با نان شاهد شد، به طوری که کم‌ترین و بیشترین میزان بیاتی به ترتیب مربوط به تیمار ۱/۵٪ و نان شاهد بود. بر مبنای نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های کیفی، افزودن ژل عربی در سطح ۱/۵٪ منجر به افزایش حجم و حجم ویژه نمونه‌های نان شد. نتایج حاصل از افت پخت نمونه‌های نان نشان داد با افزایش ژل عربی، افت پخت به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. علیرغم این که سطح ۱٪ موجب بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی شد، اما سطح مطلوب از نظر حسی، ۱/۵٪ بود. بنابراین می‌توان سطح ۱/۵٪ را به عنوان سطح بهینه از نظر حسی انتخاب نمود.

واژه‌های کلیدی: ژل عربی، رئولوژی خمیر، نان بربری، بیاتی، کیفیت.

*مسوول مکاتبه: mansoore.soleimani@yahoo.com

۱- مقدمه

هیدروکلوئیدها گروهی از مواد افزودنی هستند که به طور وسیعی در صنعت غذا استفاده می‌شوند، هر چند که در صنعت نانوایی کاربرد زیادی ندارند. این مواد که معمولاً صمغ نامیده می‌شوند، توانایی کنترل خصوصیات رئولوژیکی و بافتی سیستم-های پایدار با امولسیون‌ها، سوسپانسیون‌ها و کف‌ها را دارند. هیدروکلوئیدها، همچنین ژلاتیناسیون نشاسته را تغییر می‌دهند (۲۰)، و به طور کلی کیفیت محصول را در طول زمان حفظ می‌کنند. هیدروکلوئیدها همچنین به عنوان جایگزین گلوتن در فرمولاسیون نان عاری از گلوتن استفاده می‌شوند (۲۶). شالینی و همکاران (۲۰۰۷)، با افزودن هیدروکلوئیدهای گوار، کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کاپا کاراگینان به آرد مورد استفاده در نان چاپاتی، نشان دادند که این هیدروکلوئیدها سبب بهبود در پارامترهای کیفی نان از قبیل کشش پذیری، مقاومت در برابر پاره شدن، رنگ و ویژگی‌های حسی می‌شوند (۲۳). هم‌چنین در تحقیقات مشابهی توسط برزگر و حجتی (۱۳۸۷)، تأثیر هیدروکلوئیدهای گوار، پکتین و زانتان را در مقادیر ۰/۵ و ۱ درصد بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان باگت مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که تغییر خصوصیات رئولوژیکی خمیر، به ساختار شیمیایی هیدروکلوئیدها بستگی دارد و بیشترین تأثیر و نه بهترین، مربوط به صمغ زانتان و سپس گوار است (۱). صمغ عربی ماده تراوش شده از درختی از نوع آکاسیا می‌باشد که در اثر ضربه وارد شده به پوسته آن، به دست می‌آید. این صمغ در آب بسیار محلول بوده و به راحتی در آب حل می‌شود (۸). این نکته قابل توجه است، که بر خلاف بسیاری از پلی‌ساکاریدهای دیگر که در غلظت‌های کم، سبب افزایش زیاد ویسکوزیته می‌شوند، افزایش ویسکوزیته در غلظت-های پایین صمغ عربی، کم می‌باشد، ولی در غلظت‌های زیاد، ویسکوزیته به سرعت افزایش می‌یابد. از صمغ عربی در سیستم‌های غذایی، هم به منزله امولسیون کننده و هم پایدار کننده استفاده می‌شود. صمغ عربی دارای واحد ساختمانی L-آرابینوز، L-رامنوز، D- گالاکتوز و D- گلوکورونیک اسید می‌باشد. این صمغ یک محلول شفاف در محدوده رنگی، از زرد روشن تا قهوه‌ای- پرتقالی با یک pH= ۴/۵ تشکیل می‌دهد(۲۸). از جمله هیدروکلوئیدها می‌توان به صمغ عربی اشاره کرد، که در این پژوهش با هدف، تولید خمیری با ویژگی‌های رئولوژیکی مطلوب، بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، کاهش شدت بیاتی و افزایش عمر انباری نان بربری مورد استفاده قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد اولیه

آرد گندم مورد آزمایش (رطوبت ۱۳/۶۵ درصد، پروتئین ۱۲/۵ درصد، خاکستر۰/۶۹۳ درصد، خاکستر غیر محلول۰/۳ درصد، گلوتن مرطوب ۳۲/۰۶ درصد، شاخص گلوتن ۶۲/۱۶، عدد فالینگ۳۵۱، اسیدیته ۲/۱ و pH برابر ۶) برای تهیه نان بربری از آرد ستاره با درجه استخراج ۷۵ درصد، از کارخانه آرد زاهدی واقع در استان گلستان، شهرستان گرگان تهیه شد. صمغ مورد آزمون در این تحقیق، به صورت پودری، در بسته‌بندی‌های ۱۰۰ گرمی از یکی از شرکت‌های پخش مواد و وسایل آزمایشگاهی شهرستان گرگان تهیه و به صورت ژل مورد استفاده قرار گرفت. خمیرمایه خشک فعال فوری با نام تجاری دز مایه، ساخت شرکت خمیرمایه خوزستان، در بسته‌بندی‌های ۵۰۰ گرمی با پوشش‌های چند لایه از جنس فویل آلومینیوم، از یکی از سوپرمارکت‌های شهرستان گرگان خریداری شد.

۲-۲-آزمون فارینوگرافی خمیر

ویژگی‌های فارینوگرافی آرد گندم و مخلوط آرد گندم و هیدروکلوئید عربی با استفاده از روش AACC شماره ۲۱-۵۴ توسط دستگاه فارینوگراف (مدلOHG) ساخت شرکت برابندر آلمان اندازه‌گیری شد. پس از انجام آزمون، شاخص‌هایی از جمله جذب آب آرد، زمان دست‌یابی به خط ۵۰۰ برابندر، زمان گسترش خمیر، زمان پایداری خمیر، زمان ترک خمیر از خط ۵۰۰ برابندر، نرم شدن بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، شاخص تحمل به اختلاط، زمان شکست و عدد والریمتری محاسبه شد (۱۱).

۲-۳-پخت نان

نمونه‌های نان از آرد گندم و ژل عربی (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد)، به روش خمیر مستقیم تهیه شدند. بدین صورت که آرد گندم با مواد دیگر از جمله: ۱/۵ درصد نمک، ۱/۵ درصد مخمر و به مقدار لازم آب جهت تهیه خمیر (تعیین شده توسط دستگاه فارینوگراف)، همراه با مقادیر مختلفی از صمغ عربی به شکل ژل، در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد، بکار برده شد. تمام ترکیبات در

مخلوط‌کن (مدل HR، هلند)، با سرعت ۶۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه با هم مخلوط و سپس خمیر حاصل، به منظور انجام سازگاری مخمر با محیط و تکثیر آن، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد، سپس گرمخانه‌گذاری در اتاقک تخمیر در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ دقیقه انجام شد. بعد از انجام گرمخانه‌گذاری، خمیر حاصل به صورت چانه‌های ۴۰۰ گرمی تقسیم و به شکل کره‌هایی با دو انتهای مسطح تهیه شد. بعد از آن، عملیات پخت در فر، حدود ۱۵ دقیقه در دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت، نان حاصله به مدت یک ساعت، خنک و سپس در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی شد.

۲-٤-اندازه‌گیری ویژگی‌های تکنولوژیکی نان

حجم نان بربری با استفاده از روش AACC شماره ۰۵-۱۰ توسط جابه‌جایی دانه کلزا انجام شد، حجم مخصوص نان‌ها با استفاده از روش AACC شماره ۵۰-۵۵ محاسبه شد. ضخامت نان با استفاده از کولیس و قطر خارجی و قطر داخلی نان با کمک پرگار و خط کش اندازه‌گیری شد. فعالیت آبی با استفاده از روش AACC (۲۰۰۰) توسط دستگاه سنجش فعالیت آب، مدل TH500سوئیس، تعیین گردید (۱۱).

۲-۵-تعیین افت پخت نان

جهت تعیین افت پخت، وزن چانه‌ها (۴۰۰ گرم) و وزن نان‌های حاصل، پس از پخت و سرد کردن به مدت یک ساعت، اندازه‌گیری شده و از طریق فرمول زیر، افت پخت نان محاسبه شد (۱۹).

$$\text{افت پخت (درصد)} = \frac{\text{(وزن نان پس از پخت} - \text{وزن چانه)}}{\text{وزن چانه نان}} \times ۱۰۰$$

۲-٦-آزمون بیاتی نان

آزمون بافت سنجی نان با استفاده از تست فشردگی و به کمک دستگاه اینسترون (مدل TESTO 405-V1 ساخت آلمان) با سرعت ۱۰۰ میلی متر بر ثانیه، انجام گرفت.

۲-۷-آزمون حسی نان

سنجش حسی نان با استفاده از روشAACC شماره A ۵۰-۳۳، توسط ده نفر (۵ نفر زن و ۵ نفر مرد) آموزش دیده، نسبت به نان شاهد سنجیده شد. تیمارهای مختلف و نان شاهد تازه و نگهداری شده، در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفتند، سپس تیمارها و نمونه شاهد با امتیازدهی(از ۱ تا ۵) مورد سنجش قرار گرفتند. به گونه‌ای که ماکزیمم امتیاز به یکی از نمونه‌های مورد سنجش، با بهترین ویژگی تعلق گرفت (۲۷).

۲-۸-آنالیز آماری

در این تحقیق جهت تحلیل نتایج، از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تجزیه و تحلیل سایر داده‌ها، با استفاده از روش آنالیز واریانس[1]، و مقایسه میانگین داده‌ها، توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد. کلیه آزمون‌ها در ۳ تکرار و با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-آزمون فارینوگرافی خمیر

۳-۱- ۱- تأثیر سطوح مختلف صمغ عربی بر جذب آب مخلوط آردی

هیدروکلوئیدها به دلیل داشتن گروه‌های آب دوست قابلیت بالایی در جذب آب دارند. بدین منظور افزودن ژل عربی به آرد گندم باعث افزایش معنی‌داری در میزان جذب آب خمیرهای حاوی ژل عربی، نسبت به خمیر شاهد شد. نتایج مشابهی با افزودن هیدروکلوئیدهای زانتان، پکتین، گوار، صمغ عربی و کاراگینان به نان حجیم، توسط راسل و همکاران (۲۰۰۱)، کوچکی و همکاران (۲۰۰۹b)، بارسناس و همکاران (۲۰۰۹) و سلیمانی فرد و همکاران (۱۳۹۰) مشاهده شد (۶، ۷، ۱۱، ۱۷).

۳-۱-۲- تأثیر سطوح مختلف صمغ عربی بر زمان رسیدن خمیر به خط ۵۰۰ برابندر

با افزایش میزان ژل تا سطح ۱ درصد تغییری در زمان رسیدن خمیر به خط ۵۰۰ برابندر مشاهده نشد، ولی در سطح ۱/۵ درصد، کاهش معنی‌داری در زمان رسیدن خمیر، نسبت به سطوح ۰/۵ و ۱ درصد و نمونه شاهد مشاهده شد.

[1] Analysis of variance

۳-۱-۳- تأثیر سطوح مختلف صمغ عربی بر زمان گسترش خمیر

با افزودن ژل عربی، تغییر معنی‌داری در زمان گسترش خمیر در سطوح ۰/۵٪ و ۱٪ درصد ژل عربی، نسبت به خمیر شاهد مشاهده نشد. ولی در سطح ۱/۵ درصد ژل عربی، مدت زمان گسترش خمیر نسبت به دو تیمار ۰/۵٪ ، ۱٪ و نمونه شاهد، به طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج بدست آمده، موافق با نتایج گواردا و همکاران (۲۰۰۴)، شالینی و لاکسمی (۲۰۰۷) و سلیمانی فرد و همکاران (۱۳۹۰) با افزودن صمغ‌های زانتان، پکتین، کربوکسی متیل سلولز، آلژینات سدیم، کاراگینان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به خمیر نان گندم بود(۶، ۷، ۱۵، ۲۳)، ولی با نتایج اسمیتا و همکاران (۲۰۰۸)، با افزودن هیدروکلوئیدهای گوار، صمغ عربی و کاراگینان به نان پاروتا، هم‌خوانی و مطابقت نداشت (۲۵).

۳-۱-٤- تأثیر سطوح مختلف صمغ عربی بر پهنای منحنی

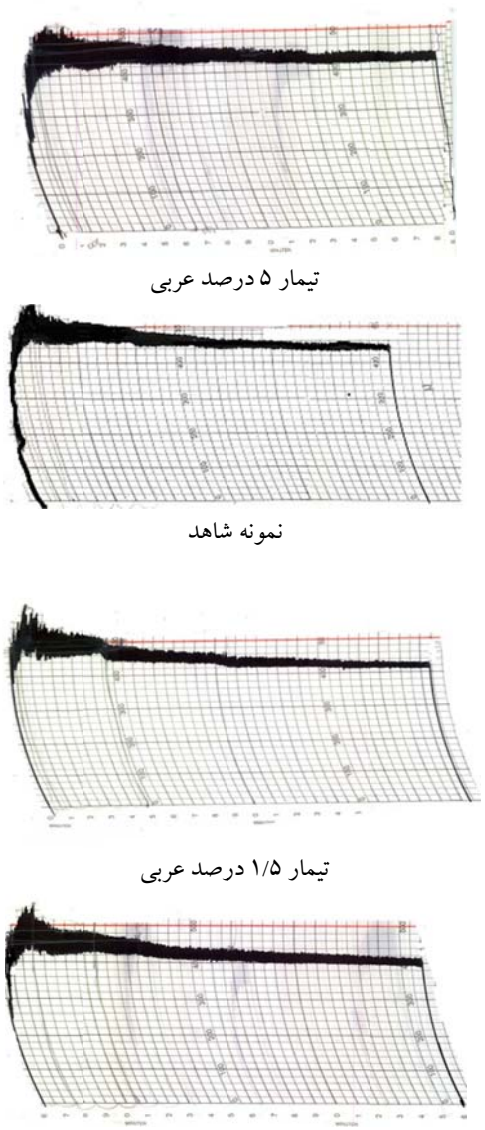
پهنای منحنی فارینوگرافی نمایانگر دو فاکتور چسبندگی و الاستیسیته می‌باشد. پهنای منحنی با افزایش سطوح هیدروکلوئید، کاهش یافت با توجه به مطالب ذکر شده و منحنی‌های ذیل، سطح ۱/۵ درصد ژل عربی، کم‌ترین اثر مثبت را بر منحنی فارینوگرافی داشت (شکل ۱)، نتایج حاصل با نتایج سلیمانی فرد و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی تأثیر ژل زانتان و پکتین بر خمیر آرد گندم مطابقت و هم‌خوانی نداشت (۶، ۷).

۳-۱-۵- تأثیر سطوح مختلف صمغ عربی بر زمان پایداری خمیر

افزودن ژل عربی، باعث افزایش معنی‌داری در ثبات و قوام خمیرهای حاوی ژل، نسبت به خمیر شاهد شد؛ با این وجود با افزایش سطح ژل از ۱٪ به ۱/۵٪، پایداری خمیر کاهش یافت. ولی به طور کلی، تأثیر مثبت ژل عربی در تمامی سطوح بکار رفته، نسبت به خمیر شاهد قابل ملاحظه بود. بنابراین کم‌ترین و بیشترین مقدار مقاومت خمیر، به ترتیب، در نمونه شاهد و تیمار ۱٪ مشاهده شد. نتایج حاصل با نتایج لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷)، کوچکی و همکاران (۱۳۸۹)، سلیمانی فرد و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت و هم‌خوانی داشت (۶، ۷، ۹، ۱۸).

۳-۱-٦- تأثیر سطوح مختلف صمغ عربی بر زمان ترک خمیر از خط ۵۰۰ برابندر

بالا بودن فاکتور زمان ترک، نمایانگر قوی بودن آرد است. با افزودن ژل عربی از ۱ به ۱/۵ درصد، مدت زمان ترک کاهش یافت، ولی به طور کلی ژل در تمام سطوح بکار رفته در خمیر، نسبت به خمیر شاهد، اثر مثبتی نشان داد. بنابراین کم‌ترین و بیشترین زمان ترک به ترتیب در نمونه شاهد و نمونه حاوی ۱٪ ژل عربی مشاهده شد، نتایج بدست آمده با نتایج لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) و سلیمانی فرد و همکاران (۱۳۹۰) هم‌خوانی داشت (۶، ۷، ۱۸).



تیمار ۵ درصد عربی

نمونه شاهد

تیمار ۱/۵ درصد عربی

نمونه شاهد

شکل ۱- تأثیر ژل عربی بر ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر آرد گندم

جدول ۱- تأثیر سطوح مختلف ژل عربی بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم

نمونه‌ها	آرد شاهد	۰/۵ درصد	۱ درصد	۱/۵ درصد
جذب آب (میلی لیتر)	۲۶/۱ ±۰/۱۵d	۲۶/۵ ±۰/۱ c	۲۶/۹ ±۰/۱ b	۲۸ ±۰/۱a
زمان ورود خمیر به خط ۵۰۰ برابندر (دقیقه)	a ۰/۰۱ ۰/۷۵ ±	a/۷۵±۰/۰۱	a۰/۷۵±۰/۰۱	b/۱ ۰/۵±۰
زمان گسترش (دقیقه)	۱/۵±۰/۱a	۱/۵±۰/۰۲a	۱/۵±۰/۰۱ a	۱/۲۵±۰/۰۳b
زمان ترک خمیر از خط ۵۰۰ برابندر (دقیقه)	۴/۷۵±۰ /۰۱d	۷±۰/۱b	۷/۲۵ ±۰/۳a	۵/۲۵±۰/۲c
پایداری خمیر (دقیقه)	۴±۰/۱d	۶/۲۵±۰/۰۳b	۶/۵±۰/۳۵ a	۶±۰/۲۶c
نرم شدن بعد از ۱۰ دقیقه (درجه برابندر)	۲۲±۱a	۲۲±۱a	۲۲±۰/۰۴a	۲۲±۰/۲۶a
نرم شدن بعد از ۲۰ دقیقه (درجه برابندر)	۶۰±۱ b	۴۰±۱c	۴۰± ۱c	۷۰±۱a
شاخص تحمل به اختلاط (درجه برابندر)	۸۰±۰/۰۰a	۵۰±۲c	۴۰±۲d	۶۰±۳b
زمان شکست (دقیقه)	۲/۷۵±۰/۰d	۱۰/۵±۰/۰۱ b	۱۱/۵±۰/۰۱a	۱۰±۱c
والریمتری	۴۶±۱c	۴۷±۱b	۵۰± ۰/۰۳a	۵۰± ۰/۰۴a

حروف غیر یکسان در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) می باشند.

جدول ۲- نتایج تعیین افت پخت نان

نمونه	وزن اولیه (گرم)	اختلاف وزن چانه خمیر و نان حاصل(گرم)	افت پخت (درصد)
شاهد	۲۹۴/۵۸	۱۰۵/۵۴۲	۲۶/۳۸
تیمار ۰/۵ درصد	۳۴۲/۸	۵۷/۲	۱۴/۳
تیمار ۱ درصد	۳۴۵/۸۳	۵۴/۱۷	۱۳/۵۴
تیمار ۱/۵ درصد	۳۶۱/۵	۳۸ /۵	۱۲/۱۳

۳-۱- ۷- تأثیر سطوح مختلف صمغ عربی بر درجه سست شدن خمیر

با افزودن ژل عربی در سطوح بکار رفته، بعد از ۱۰ دقیقه، تغییر معنی‌داری در میزان سست شدن خمیرهای حاوی صمغ عربی در مقایسه با خمیر شاهد مشاهده نشد، اما بعد از ۲۰ دقیقه، در سطوح ۰/۵٪ و ۱٪ ژل عربی، درجه سستی خمیر در مقایسه با نمونه شاهد، به طور معنی‌داری کاهش یافت. در حالی که در سطح ۱/۵٪ سست شدن به طور چشمگیری نسبت به سایر تیمارها و نمونه شاهد افزایش یافت. نتایج مشابهی حاصل از کاهش درجه سست شدن با افزودن برخی هیدروکلوئیدها توسط کوهاجدوا و کارووویکوا (۲۰۰۸) و مویدی (۱۳۸۹) گزارش شد (۱۰، ۱۶).

۳-۱-۸- تأثیر سطوح مختلف صمغ عربی بر شاخص تحمل به اختلاط خمیر

رابطه معکوسی بین کیفیت آرد و شاخص تحمل به اختلاط خمیر وجود دارد، در این پژوهش، افزودن ژل عربی در سطوح ۰/۵٪ و ۱٪ باعث کاهش معنی‌داری در شاخص تحمل به اختلاط خمیر، نسبت به خمیر شاهد شد و با افزایش سطح هیدروکلوئید، میزان شاخص تحمل به اختلاط خمیر، به طور معنی‌داری کاهش یافت. در حالی که با افزایش سطح ژل از ۱٪ به ۱/۵٪، شاخص تحمل به اختلاط افزایش یافت، با این وجود نسبت به نمونه شاهد شاخص تحمل به اختلاط پایین‌تری داشت. در رابطه با زمان شکست، با افزودن ژل عربی، مدت زمان شکست افزایش یافت. سیدهو و باوا (۲۰۰۲) و کوچکی و همکاران (۱۳۸۹) با افزودن صمغ زانتان و صمغ‌های دانه قدومه شیرازی به خمیر آرد گندم نتایج مشابهی را مشاهده نمودند (۹، ۲۴).

۳-۱-۹-تأثیر سطوح مختلف صمغ عربی بر عدد کیفی فارینوگرافی

ژل عربی باعث افزایش عدد کیفی فارینوگراف شد، که این افزایش در تمامی سطوح مورد بررسی، در مقایسه با خمیر شاهد معنی‌دار بود. کم‌ترین میزان این فاکتور به نمونه شاهد و بیشترین مقدار آن به نمونه حاوی ۰/۵٪ ژل عربی تعلق گرفت. نتایج حاصل با نتایج اسمیتا و همکاران (۲۰۰۸)، مویدی و همکاران (۱۳۸۹) و سلیمانی فرد و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت و هم‌خوانی داشت (۶، ۷، ۱۰، ۱۳).

۳-۲-نتایج تعیین افت پخت نان

افت پخت نمایانگر کاهش وزن در اثر پخت یا به عبارتی تبخیر آب در نان می‌باشد، که این فاکتور از نظر اقتصادی دارای اهمیت می‌باشد. با افزایش میزان ژل، میزان افت کاهش یافت و به همان نسبت، وزن نهایی نان بیشتر شد که این امر به دلیل جذب بیشتر آب توسط هیدروکلوئید مورد نظر، کاهش فعالیت آبی و به همان نسبت کاهش تبخیر آب در حین پخت و افزایش رطوبت نهایی در نمونه‌های حاوی ژل بود (جدول ۲)، سلیمانی فرد و اعلمی (۱۳۹۰) با بررسی اثر برخی هیدروکلوئیدها بر ویژگی‌های نان بربری (قلاچ) نتایج مشابهی را گزارش نمودند (۲، ۳، ۴، ۵).

۳-۳-سنجش فعالیت آبی نان

تأثیر ژل عربی در سطوح ۰/۵٪، ۱٪ و ۱/۵٪ بر فعالیت آبی و خصوصیات کیفی و ماندگاری نان بربری مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به شکل ۲، هیدروکلوئید، به دلیل قدرت جذب و نگهداری بیشتر آب، منجر به کاهش بیشتری در فعالیت آبی نان-های حاصل شد، که این عملکرد هیدروکلوئید به افزایش طول عمر نان منتهی شد. بنابراین از بین درصدهای مختلف بکار برده شده، تیمار ۱/۵ درصد را می‌توان به عنوان درصد بهینه انتخاب کرد، چون این تیمار کم‌ترین فعالیت آبی را به خود اختصاص داد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج شالینی و لاکسمی (۲۰۰۷) با افزودن هیدروکلوئیدهای گوار، کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کاپا کاراگینان به خمیر نان حجیم و نتایج سلیمانی فرد و همکاران (۱۳۹۰) با افزودن صمغ کربوکسی متیل سلولز، زانتان، آلژینات سدیم و پکتین به نان بربری (یا قلاچ) هم‌خوانی و مطابقت داشت (۲، ۴، ۶، ۷، ۲۳).

۳-٤- نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های تکنولوژیکی نان

تأثیر هیدروکلوئید عربی در سطوح ۰/۵٪، ۱٪ و ۱/۵٪ بر ویژگی‌های تکنولوژیکی نان از جمله: ضخامت لبه و میانی نان، وزن، قطرهای داخلی و خارجی، حجم و حجم ویژه و فعالیت آبی نان‌ها، در جدول ۳ آورده شده است.

با افزایش در سطح ژل عربی، حجم نان‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت. احتمالاً افزایش حجم، به دلیل افزایش پایداری در سطح مشترک مجموعه سلول‌های گازی در طی پخت است که توانایی نگهداری گاز در آن‌ها را افزایش داده است و در نهایت

منجر به بهبود و به عبارتی افزایش حجم نان شده است. با افزایش سطح ژل عربی در فرمولاسیون، در سطوح ۰/۵٪ و ۱٪، در حجم ویژه نان تغییری حاصل نشد. با این وجود، در سطح ۱/۵٪ افزایش معنی‌داری در حجم ویژه نان‌ها، حاصل شد. نتیجه این تحقیق موافق با نتایج روسل و همکاران (۲۰۰۱ و ۲۰۰۷)، سلیمانی فرد و اعلمی (۱۳۹۰) با افزودن هیدروکلوئیدهای زانتان، آلژینات سدیم، کاپاکاراگینان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به نان حجیم و افزایش غلظت آن‌ها بود (۲، ۳، ۴، ۵، ۲۱).

۳-۵-آزمون بیاتی نان

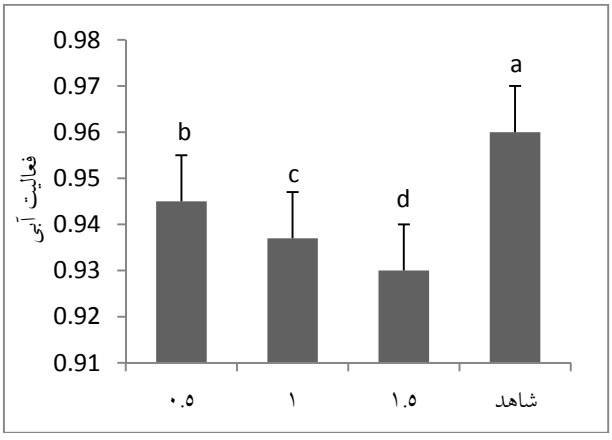
بیاتی مجموعه تغییرات پیچیده فیزیکی، شیمیایی و حسی نان در طی نگهداری، ازجمله تغییر در بافت (افزایش در سختی و شکنندگی)، مهاجرت رطوبت، کریستالیزاسیون نشاسته، تغییر در شبکه پروتئینی گلوتن و یا واکنش بین پروتئین گلوتن و گرانول‌های نشاسته، کاهش قابلیت جذب آب، کاهش قابلیت فشردگی و تراکم پذیری نان، کاهش حساسیت به آنزیم آلفا آمیلاز و کاهش محتوای نشاسته محلول می‌باشد که در نهایت با کاهش پذیرش توسط مصرف کننده همراه است (۱۴). با توجه نتایج آزمون بیاتی (جدول ۴ و شکل ۳) مشخص شد که در تمام سطوح مورد ارزیابی، طی نگهداری نمونه‌های نان، به دلیل خارج شدن آب از شبکه گلوتن و به عبارتی افزایش آب آزاد[1]، سفتی مغز نان افزایش یافت. ولی نان‌های حاوی صمغ نسبت به نان شاهد، روند بیاتی کندتری را طی کردند، این روند به وجود صمغ و خاصیت آب دوست بودن آن نسبت داده می‌شود.نتایج حاصل با نتایج روسل و همکاران (۲۰۰۱)، بارسناس و همکاران (۲۰۰۹)، و سلیمانی فرد و همکاران (۱۳۹۰) و مویدی همکاران (۱۳۸۹) هم‌خوانی و مطابقت داشت. از طرفی در مقایسه تیمارهای مختلف با نمونه شاهد بعد از زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت مشاهده شد، با افزودن ژل عربی و همچنین افزایش سطح آن، میزان بیاتی نان‌ها کاهش یافت. در مقایسه تیمارها با هم، تیمار ۱/۵ درصد و ۰/۵ درصد به ترتیب دارای کم‌ترین و بیشترین میزان بیاتی بودند و میزان تغییرات بیاتی، در نمونه‌های حاوی صمغ، نسبت به نمونه شاهد، از شدت کمتری برخوردار بودند. بنابراین از بین درصدهای مختلف بکار برده شده، تیمار ۱/۵ درصد را می‌توان به عنوان درصد بهینه انتخاب کرد، چون این تیمار کم‌ترین میزان بیاتی را داشت (۶، ۷، ۱۰، ۱۱، ۲۲).

٦-۳-نتایج ارزیابی کلی نان

ارزیابی حسی نان‌ها، شامل بررسی تأثیر سطوح ۰/۵٪، ۱٪ و ۱/۵٪ هیدروکلوئید عربی بر روی ویژگی‌های خارجی و داخلی نان‌ها می‌باشد، که در جداول ۵ و ۶ ارائه شده‌اند.

با افزودن صمغ عربی، شکل نان بهبود یافت، کاهش امتیاز مربوط به رنگ مغز نان‌ها، به دلیل تیرگی در رنگ آن‌ها بود، که احتمالاً ناشی از تشدید واکنش قهوه‌ای شدن مایلارد بوده است. ولی رنگ پوسته به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر نیافت. کاهش امتیاز مربوط به ویژگی‌های ظاهری نان‌های حاصل (ویژگی پوسته، شکستگی و پارگی) نیز، مشابه نتایج سلیمانی فرد و اعلمی (۱۳۹۰)، شالینی و لاکسمی (۲۰۰۷)، اسمیتا و همکاران (۲۰۰۸) و مویدی (۱۳۸۹) بود (۱۰، ۱۳، ۲۳). در رابطه با قابلیت جویده شدن و تردی مشاهده شد، با افزایش صمغ عربی قابلیت جویده شدن و تردی بهبود داده شد.

با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های نان، مشخص شد که نان حاوی ۱/۵ درصد ژل عربی بیشترین امتیاز یا به عبارتی بهترین کیفیت را داشت. بنابراین از بین درصدهای مختلف بکار برده شده، تیمار ۱/۵ درصد را می‌توان به عنوان درصد بهینه انتخاب کرد، چون این تیمار بیشترین نمره را داشت.



شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف ژل عربی بر فعالیت آبی نان بربری و مقایسه آن با نان شاهد

[1] Water activity

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف ژل عربی بر ابعاد نان

نوع نان	ضخامت لبه نان(سانتیمتر)	ضخامت میانی نان(سانتیمتر)	قطر خارجی	قطر داخلی
شاهد	۰/۴۱۶۷±۰/۰۷b	۱/۴± ۰/۱ b	۴۰/۶۶±۰/۵۷ b	۴۰/۶۶±۰/۵۷ c
تیمار ۰/۵ درصد	۰/۶±۰/۱ a	۲/۰۳± ۰/۱۵ a	۴۳±۱ b	۴۲±۱ b
تیمار ۱ درصد	۰/۶۱±۰/۱ a	۱/۹±۰/۲۶ a	۵۳±۱ a	۴۵±۱ a
تیمار ۱/۵ درصد	۰/۵۱±۰/۱ a	۱/۸±۰/۱ a	۵۱/۵۰±۱/۵ a	۴۷±۱ a

حروف غیر یکسان در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) می‌باشند.

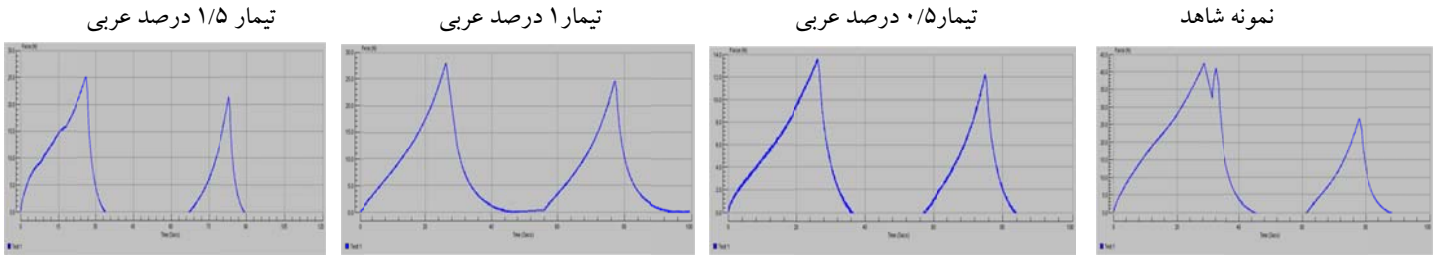
ادامه جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف ژل عربی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی نان

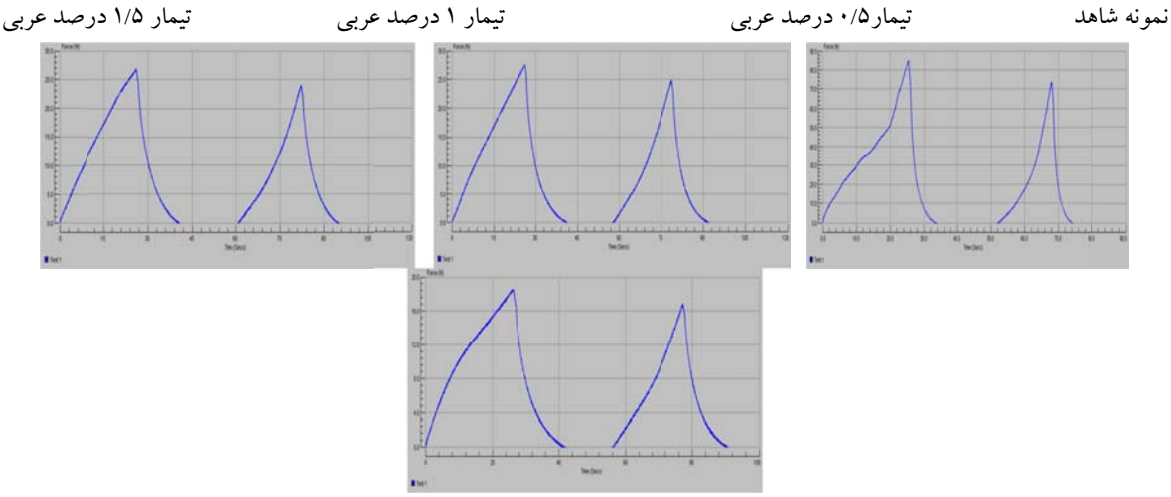
نوع نان	وزن (گرم)	حجم (سانتی مترمکعب)	حجم مخصوص (سانتیمتر مکعب/ گرم)
شاهد	۲۹۴/۴۵۸±۱/۳۷ d	۵۴۱/۱۱±۱ d	۱/۸۳±۰/۰۲ b
تیمار ۰/۵ درصد	۳۴۲/۸۰±۱/۹ c	۶۰۵/۶۷±۶/۰۲ c	۱/۷۶±۰/۰۲ b
تیمار ۱ درصد	۳۴۵/۸۳±۱/۴ b	۶۰۷/۶۷±۷/۵ b	۱/۷۸±۰/۰۳ b
تیمار ۱/۵ درصد	۳۶۱/۵۴±۲/۶۸ a	۸۰۳/۵±۴/۹۴ a	۲/۲۴±۰/۱ a

حروف غیر یکسان در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) می‌باشند.

جدول ٤- نتایج مقایسه بیاتی نان‌های تهیه شده از آرد گندم و درصدهای مختلف از ژل عربی توسط آزمون مقاومت نسبت به فشردگی (نیوتن بر میلی‌متر)

زمان انجام آزمون	شاهد	تیمار ۰/۵ درصد	تیمار ۱ درصد	تیمار ۱/۵ درصد
۲۴ ساعت بعد از پخت	۴۰/۳۷۶±۰/۲۴a	۲۷/۹۰۱±۰/۱۳b	۲۵/۰۸۰±۰/۱۸ c	۱۳/۵۸۸±۰/۱۶ d
۴۸ ساعت بعد از پخت	۸۴/۷۹۰±۰/۲۸ a	۲۷/۵۲۴±۰/۱۴ b	۲۶/۸۳۳±۰/۲۱ c	۱۸/۵۱۹±۰/۲۷ d





شکل۳- تأثیر افزودن سطوح مختلف ژل عربی بر منحنی‌های نیرو-مسافت مغز نان بربری بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (برای هر فرمولاسیون در هر روز، ۳ بار آزمون انجام شد. در پایان آزمون، کم‌ترین و بیشترین مقدار نیرو برای هر فرمولاسیون به صورت میانگین در قالب شکل‌های بالا ارائه شد).

جدول ۵ - امتیازدهی به نان بربری بر مبنای ارزیابی ویژگی‌های خارجی نان

	امتیاز سطوح تیمارهای حاوی عربی			
مشخصه	۰/۵ درصد	۱ درصد	۱/۵ درصد	شاهد
حجم	۰/۵	۲	۲/۵	۲
رنگ پوسته	۲	۲/۵	۳	۲/۵
تناسب شکل	۲/۵	۳	۳	۲
ویژگی پوسته	۳	۳	۳	۱/۵
شکستگی و پارگی	۳/۵	۳	۳	۲
جمع امتیاز خارجی	۱۱/۵	۱۳/۵	۱۴/۵	۱۰

نمره ۵: خیلی خوب، نمره ۵-۴ :خوب، نمره ۴-۳: متوسط ، نمره ۳-۲ بد، نره ۲-۱ خیلی بد

هرکدام از مشخصه‌ها ۲۰٪ امتیاز را به خود اختصاص می‌دهند.

جدول ٦ - امتیازدهی به نان بربری بر مبنای ارزیابی ویژگی‌های داخلی نان

مشخصه	امتیاز سطوح تیمارهای حاوی عربی			
	۰/۵ درصد	۱ درصد	۱/۵ درصد	شاهد
رنگ مغز نان	۲	۲/۵	۳	۳
عطر و بو	۳	۳	۳	۲/۵
طعم و مزه	۲	۳	۴	۲/۵
قابلیت جویده شدن	۲	۲/۵	۳	۲/۵
ویژگی‌های بافت مغز نان	۳	۲/۳	۲	۲
جمع امتیاز داخلی	۱۲	۱۳/۳	۱۵	۱۲/۵

نمره ۵: خیلی خوب، نمره ۵-۴ :خوب، نمره ۴-۳: متوسط ، نمره ۳-۲ بد، نره ۲-۱ خیلی بد

هرکدام از مشخصه‌ها ۲۰٪ امتیاز را به خود اختصاص می‌دهند.

٤-نتیجه‌گیری

یکی از راه‌های صحیح و مناسب جهت بهبود کیفیت نان و به تأخیر انداختن بیاتی آن، استفاده از هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون خمیر می‌باشد. این مواد مسئول افزایش ظرفیت جذب آب و نگهداری آن در نان می‌باشند. نتایج حاصل از آزمون فارینوگرافی نشان داد که افزودن ژل عربی، منجر به افزایش مقاومت خمیر به تغییر شکل، زمان شکست خمیر و زمان ترک خمیر و همچنین، کاهش در شاخص تحمل به اختلاط خمیر و درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه گردید. افزودن ژل عربی در افزایش حجم و حجم ویژه نان نیز اثر مثبتی نشان داد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که هیدروکلوئید عربی موجب بهبود کیفیت و کاهش فعالیت آبی نان‌های حاصله شد به گونه‌ای که تیمار ۱/۵٪ کم‌ترین فعالیت آبی را داشت. در ارتباط با بیاتی، هیدروکلوئیدها به دلیل قدرت بالای جذب آب، از دسترس خارج کردن آب آزاد و نرم نگه‌داشتن مغز نان‌ها منجر به افزایش عمر انباری و کاهش سفتی نمونه‌های نان شد. نتایج حاصل از نظر ارزیاب‌های حسی نشان داد که، سطح ۱/۵ درصد عربی بهترین کیفیت را در نان بربری به جا گذاشت.

۱- برزگر، ح.، و حجتی، م.۱۳۸۷. اثر برخی هیدروکلوئیدها بر خواص رئولوژیک خمیر و بیاتی نان باگت. هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی مشهد، ص ۱۸-۱۵.

۲-سلیمانی فرد، م و اعلمی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر صمغ آلژینات سدیم بر ویژگی‌های کیفی نان قلاچ. *مجموعه مقالات بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران*. صنعت شریف.

۳-سلیمانی فرد، م و اعلمی، م. ۱۳۹۰. هیدروکلوئید زانتان به عنوان بهبود دهنده نان قلاچ. *مجموعه مقالات بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران*. صنعت شریف.

۴-سلیمانی فرد، م و اعلمی، م. ۱۳۹۰. هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز به عنوان عامل ضد بیاتی نان بربری. مجموعه *مقالات بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران*. صنعت شریف.

۵-سلیمانی فرد، م و اعلمی، م. ۱۳۹۰. تأثیر صمغ پکتین بر ویژگی-های کیفی نان قلاچ به عنوان عامل ضد بیاتی. *مجموعه مقالات بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران*. صنعت شریف.

۶-سلیمانی فرد، م؛ اعلمی، م؛ مقصودلو، ی و نجفیان، گ. ۱۳۹۰. تأثیر عملکرد ژل پکتین بر ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر آرد گندم و کیفیت نان قلاچ. *فصلنامه پژوهشی فرآوری و نگهداری مواد غذایی*. گرگان (زیر چاپ).

۷-سلیمانی فرد، م؛ اعلمی، م؛ مقصودلو، ی و نجفیان، گ. ۱۳۹۰. کاربرد ژل زانتان در بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم و کیفیت نان قلاچ – نان تخمیری نیمه‌حجیم استان‌های شمالی. *فصلنامه پژوهشی فرآوری و نگهداری مواد غذایی*. گرگان (زیر چاپ).

۸-فاطمی، ح. ۱۳۸۴. شیمی مواد غذایی. *شرکت سهامی انتشار*. ص ۲۵۴.

۹-کوچکی، آ؛ شهیدی، ف؛ مرتضوی، س.ع؛ کریمی، م و میلانی، ا. بررسی اثر صمغ‌های دانه قدومه شیرازی (*Alyssum homolocarpum*) و گزانتان بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان حاصل از آرد گندم. *نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۷، شماره ۱، ص ۱۶-۹.

۱۰-مویدی، س؛ صادقی ماهونک، ع. ر و مقصودلو، ی. ۱۳۸۹. تأثیر صمغ کتیرا بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم و پارامترهای کیفی نان باگت فرانسوی. *فصلنامه پژوهشی فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، جلد ۴. ص۳۴-۲۵.

11- AAACC. AACC Nos. 02-51, 08-01, 10-05, 33-50, 38-12A, 44-16, 46-16, 54-21, 55-50, 56-81B. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, The Association, St. Paul, MN. 2000.

12- Barcenas, M.E., O-Keller, J. D. L., and Rosell, C.M. 2009. Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (gluten and starch). *Journal of Food Engineering*, 19, 1-7.

13-Dziezak JD. 1991. A focus on gums. *Food Technology*, 45, 115-132.

14-Gray, J.A., & Bemiller, J. N. 2003. Bread staling: Molecular basis and control. *Comrehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2, 1-21.

15-Guarda, A., Rosell, C. M., Benedito, C., and Galotto, M. J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food Hydrocolloids*, 18, 241-247.

16-Kohajdova, Z., Karovicova, J., and Schmidt, S. 2009. Significance of Emulsifiers and Hydrocolloids in Bakery Industry. *Acta Chimica Slovaca,* 2(1), 46 – 61.

17-Koochaki, A., Mortazavi, S. A., Nassiri Mahalati, M, and Karimi, M. (2009b). Effect of emulsifier and fungi α-amylase on rheological characteristics of wheat dough and quality of flat bread. *Journal of Food Process Engineering*, 32, 187- 205.

18-Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., and Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten- free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79, 1033-1047.

19-Phimolsiripol, Y., Siripatrawan, U., Tulyathan, V., and Cleland, D.J. 2008. Effects Of freezing and temperature fluctuation during frozen storage on frozen dough and bread quality. *Journal of Food Engineering*, 4, 48-56.

20-Rojas, J.A., Rosell, C.M., and Benedito de Barber, C. 1999. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. *Food Hydrocolloids*, 13, 27-33.

21-Rosell, C. M, and Foegeding, A. 2007. Interaction of hydroxypropylmethylcellulose with gluten proteins: Small deformation properties during thermal treatment. *Food Hydrocolloids*, 21, 1092-1100.

22-Rosell, C.M., Rojas, J.A., & Benedito, B.D. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15, 75-81.

23-Shalini G.K., and Laxmi 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.

24-Sidhu, J. P. S., and Bawa, A. S. 2002. Dough characteristics and baking studies of wheat flour fortified with xanthan gum. *International Journal of Food Properties*, 5, 1-11.

25-Smitha, S., Jyotsna Rajiv., KHyrunnisa Begum and Indrani, D. 2008. Effect of Hydrocolloids on rheological, microstructural and quality characteristics of parota- an unleavened Indian flat bread. *Blackwell Publishing*, 39, 267-283.

26-Toufeili I, Dagher S, Shadarevian S, Noureddine A, Sarakbi M, and Farran MT. 1994. Formulation of gluten-free pocket-type flat breads: optimization of methylcellulose, gum arabic, and albumen levels by response surface methodology. *Cereal Chemistry*, 71, 594-601.

27-Wattsw, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E, and Ellas, L.G. 1989. Basics Sensory Methods for Food Evaluation. *The International Development Centre Ottawa.*

28-William, P. A, and Phillips, G. O. 2009. Food Hydrocolloid. *CRC Press*, 9, 7-10.