

بررسی افزودن آرد جو و لاکتوباسیلوس پلانتروم (ATCC43332) بر خواص کیفی نان های تست

سارا موحد^{۱*}، ندا میرزایی^۱، حسین احمدی چناربن^۲

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

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین - پیشوا، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ورامین، ایران.

(تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۲۳)

چکیده

آرد جو یک ماده غذایی ارزان، مغذی و پرفیبر بوده و کاربرد فراوانی در صنایع غذایی به ویژه در محصولات پخت دارد. امروزه نقش فیبر در رژیم غذایی انسان و تاثیر آن در سلامت و پیشگیری از بیماری های مزمن نظیر چاقی، بیماری های قلبی عروقی، دیابت و سرطان های دستگاه گوارش حائز اهمیت می باشد. در این تحقیق، ابتدا آرد جو در مقادیر مختلف ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد به آرد گندم مصرفی در تولید نان های تست اضافه گردید و سپس به منظور ارزیابی کیفی آردهای گندم و جو، آزمون های شیمیایی مختلفی انجام گردید و مشخص شد که آرد گندم مصرفی با ۲۹/۷۵ درصد گلو تن مرطوب و آرد جو با دارا بودن ۶/۵ درصد فیبر از کیفیت تغذیه ای بالایی برخوردار بودند. پس از آن خمیر در دو مرحله مختلف تهیه گردید در مرحله اول، آرد جو در مقادیر ذکر شده به آرد گندم اضافه شد و در مرحله دوم، آرد جو با همان مقادیر به همراه ۲۵٪ خمیر ترش تهیه شده از تخمیر لاکتیکی با باکتری لاکتوباسیلوس پلانتروم (ATCC43332) به آرد گندم مصرفی اضافه گردید. در ادامه به منظور بررسی تاثیر مخلوط های نامبرده بر خمیر نان تست از آزمون های رئولوژیکی (فارینوگراف و اکستنسوگراف) استفاده و مشخص شد که بیشترین مقدار جذب آب مربوط به تیمار B₃ (حاوی ۴۵ درصد آرد جو) و بیشترین میزان زمان گسترش خمیر، پایداری خمیر، عدد کیفیت فارینوگراف و مقدار انرژی مربوط به خمیر شاهد بوده است. در نهایت میزان بیاتی نمونه های نان توسط دستگاه بافت سنج و ویژگی های حسی توسط پانلیست ها مورد ارزیابی و مشخص گردید که تیمارهای B₁ (حاوی ۱۵ درصد آرد جو) و B₃ (۱۵ درصد آرد جو به همراه ۲۵ درصد خمیر ترش) از کمترین میزان بیاتی در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند، ضمن این که تیمار B₃ از لحاظ ارزیابی ویژگی های حسی بیشترین امتیاز را دارا بود.

کلید واژگان: آرد جو، اکستنسوگراف، فارینوگراف، لاکتوباسیلوس پلانتروم، نان تست

۱- مقدمه

در سال های اخیر، توسعه محصولات غذایی که از ارزش غذایی و با مدت زمان ماندگاری بالا برخوردار باشند بسیار مورد توجه قرار گرفته است. مطالعات اکثر محققین نشان می دهد که وجود غلات در رژیم غذایی، موجب کاهش احتمال بروز برخی بیماری ها نظیر دیابت، چاقی، سرطان، قلبی و عروقی می گردد، درحالی که استفاده از غذاهایی با اندیس گلیسمیک^۱ (GI) بالا باعث افزایش ریسک بیماری های مذکور در انسان می شود. یکی از دانه های با ارزش غلات، دانه جو بوده که دارای انواع و ارقام متفاوتی است و امروزه با توجه به خواص مفید و مغذی بودن آن، در اکثر کشورهای دنیا مصرف آن رو به افزایش است. نان جو یکی از محصولات فرآوری شده جو بوده که در تامین سلامت تغذیه ای افراد نقش مهمی ایفا می نماید [۱] و [۲]. اهمیت نان در سبد خانوارها بر هیچکس پوشیده نیست و در بسیاری از کشورها، نان تامین کننده اصلی انرژی و پروتئین روزانه مردم می باشد. لذا امروزه افزایش ارزش تغذیه ای نان، یکی از اهداف مهم صنایع نانوايي است. به عبارتی چنانچه بخشی از آرد گندم مصرفی در تولید - نان، با ترکیبات دیگری نظیر آرد جو جایگزین گردد، نان حاصل به دلیل داشتن بتاگلوکان (۸-۴ درصد)، ضمن آن که در کاهش اندیس گلیسمیک خون افراد نقش دارد، سبب افزایش ارزش غذایی محصول نیز می گردد [۳] و [۴].

بتاگلوکان، پلی ساکاریدی خطی است و از واحدهای بتاگلوکز با اتصالات (۱-۳) و (۱-۴) تشکیل شده و در واقع نوعی فیبر محلول در دانه غلات به شمار می رود. در اکثر دانه های غلات، فیبر صرفاً در لایه های خارجی دانه قرار داشته که میزان آن طی فرآیند پوست گیری، کاهش می یابد ولی فیبر موجود در دانه جو، در سراسر دانه پراکنده بوده و طی آسیاب کردن دانه و تولید آرد، مقدار قابل توجهی بتا گلوکان در آرد باقی می ماند [۵] و [۶].

نتایج تحقیقات Newman در سال ۲۰۰۵ نشان می دهد که - مصرف نان های حاوی آرد جو و بتاگلوکان در کنترل قند خون، کاهش میزان کلسترول و چربی خون، کاهش بروز بیماری های قلبی عروقی و کاهش وزن افراد موثر می باشد [۷] و [۸].

1. Glycemic Index

همچنین تحقیقات Ereifej در سال ۲۰۰۶ نشان داد که به کارگیری آرد جو سبب افزایش ارزش تغذیه ای نان شده ولی موجب کاهش کیفیت ویژگی حسی نان می گردد. امروزه تمایل اکثر افراد، مصرف نان هایی سالم با طعم مناسب، بافت مطلوب و ماندگاری طولانی و بدون هرگونه مواد نگهدارنده می باشد که بدین منظور روش های مختلفی مورد استفاده قرار گرفته که یکی از این روش ها، افزودن خمیر ترش به منظور بهبود پخت و تاخیر بیای نان می باشد [۲]. لاکتوباسیلوس ها، مهم ترین باکتری های تخمیر کننده مواد غذایی بوده و در بیشتر موارد به عنوان بخشی از میکرو فلور طبیعی یا به عنوان آغازگر کشت به کار می روند. صادقی در سال ۲۰۰۷، با بررسی خواص نان بربری با استارتر *Lactobacillus plantarum* (ATCC43332)، مشخص نمود که نان های حاصل، دارای کیفیت برتر از نظر حسی، رئولوژیکی و ماندگاری بوده به طوری که نمونه های تولیدی با ۲۴ ساعت زمان تخمیر در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد، بیشترین مدت زمان ماندگاری را داشتند همچنین نسبت به سایر نمونه ها، میزان فساد نخ نخ شدن در آن ها به دلیل تولید اسید و سایر متابولیسیم های آنتی باکتریال خمیر ترش، کمتر مشاهده شد [۹]. خمیر ترش تحت تاثیر عامل های داخلی و خارجی قرار گرفته و جمعیت میکروبی آن بر ویژگی های نهایی محصول نظیر حجم، بافت، عطر و ارزش غذایی تاثیر گذاشته ضمن آن که سبب افزایش میزان دسترسی - برخی مواد معدنی و کاهش میزان کپک زدگی می گردد [۱۰]. از سایر ویژگی های مفید خمیر ترش می توان به بهبود ویژگی های حسی نان، کاهش اثرات گلوتن در مبتلایان به بیماری سلیاک، توسعه مواد ضد میکروبی، اثرات ضد قارچی و بهبود خواص رئولوژیکی خمیر اشاره نمود [۱۱] و [۱۲]. با توجه به این که یکی از مهم ترین ویژگی هایی که بر قابلیت مصرف و پذیرش نان تاثیر دارد، بیای است. لذا کاربرد خمیر ترش تخمیر شده با باکتری های لاکتیکی به واسطه وجود باکتری های لاکتیکی در تولید برخی پلی ساکاریدهایی نظیر دکستران، زانتان، گلوکان، فروکتان و لوان در خارج سلولی، سبب افزایش میزان جذب آب شده که نتیجه آن جلوگیری از انتقال رطوبت مغز نان به سمت پوسته و به تعویق انداختن بیای نان است [۱۳] و [۱۴]. به علاوه مشخص گردید ترکیبات مذکور تاثیر قابل توجهی بر حجم و زمان ماندگاری نان ها

دارند. در ضمن خمیر ترش مصرفی با ممانعت از فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، در کاهش میزان هیدرولیز نشاسته، کاهش تولید دکستروز با وزن مولکولی پایین و کاهش کریستالیزه شدن نشاسته موثر است [۱۵] و [۱۶]. تحقیقات دیگری نشان داده خمیر ترش بر رئولوژی خمیر تاثیر داشته و نتیجه آن، افزایش میزان انحلال پذیری پروتئین‌ها، کشش‌پذیری و نرم شدن خمیر مصرفی می‌باشد [۱۷].

۲- مواد و روش‌ها

- مواد اولیه

آرد گندم نول مخصوص نان تست با درجه استخراج ۶۸ درصد و آرد جو، از تعاونی نان سحر، مخمر نانویی خشک (ساکارومایسس سروزیه) از شرکت ایران ملاس و ویال لیوفیلیزه شده باکتری لاکتوباسیلوس پلانتراروم (ATCC ۴۳۳۳۲) از مرکز پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه گردید. در کلیه آزمون‌ها تیمار شاهد با کد C، تیمار ۱۵ درصد آرد جو با کد B₁، تیمار ۳۰ درصد آرد جو با کد B₂، تیمار ۴۵ درصد آرد جو با کد B₃، تیمار ۱۵ درصد آرد جو به همراه ۲۵٪ خمیر ترش با کد BS₁، تیمار ۳۰ درصد آرد جو به همراه ۲۵٪ خمیر ترش با کد BS₂ و تیمار ۴۵ درصد آرد جو به همراه ۲۵٪ خمیر ترش با کد BS₃ مشخص شدند.

- روش‌ها

- آزمون‌های شیمیایی نمونه‌های آرد

آزمون‌های شیمیایی به عمل آمده روی آرد گندم شامل اندازه‌گیری رطوبت (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره ۴۴-۱۶)، خاکستر (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره ۰۸-۰۱)، پروتئین (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره ۱۲-۴۶)، گلوتن مرطوب (طبق استاندارد بین‌المللی ICC شماره ۱۱-۳۸)، pH (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره ۵۲-۰۲)، عدد رسوبی (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره ۱۱۶) و فیبر خام (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره ۱۰-۳۲) بودند. همچنین آزمون‌های شیمیایی به عمل آمده روی آرد جو شامل اندازه‌گیری رطوبت، خاکستر، پروتئین و فیبر بود که مطابق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره‌های ذکر شده انجام گردید [۱۸].

- آزمون‌های رئولوژیکی خمیر

به منظور تعیین برخی ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌های خمیر شاهد و نیز خمیر حاوی ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد آرد جو، از آزمون فارینوگراف (طبق استاندارد بین‌المللی AACC شماره ۵۴-۲۱) استفاده شد. به علاوه بر روی سه نمونه خمیر دیگر (شاهد، مقادیر مختلف آرد جو و آرد جو به همراه ۲۵ درصد خمیر ترش) نیز آزمون اکستنسوگراف (طبق استاندارد بین‌المللی AACC شماره ۵۴-۱۰) انجام پذیرفت [۱۸].

- روش تهیه سوسپانسیون میکروبی

ابتدا مطابق دستورالعمل صادره از مرکز پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، آمپول لیوفیلیزه شده لاکتوباسیلوس پلانتراروم (ATCC ۴۳۳۳۲) در شرایط استریل به محیط کشت "Sourdough Media Broth" منتقل و در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت انکوبه شد. از آن جایی که به منظور تلقیح سوسپانسیون میکروبی به خمیر نان، زمان لازم برای رشد باکتری و ظاهر شدن کلنی الزامی است، پس بایستی ابتدا محیط کشت مذکور در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتیفریژ (۵۰۰۰ دور طی ۱۵ دقیقه) شود. پس از شستشو با سرم فیزیولوژی و سانتیفریژ کردن مجدد توسط اسپکتوفوتومتری (با طول موج ۶۰۰ نانومتر) میزان جذب نوری تعیین و شمارش باکتری‌ها انجام گرفت [۹].

- روش تهیه خمیر ترش و چگونگی اضافه کردن آن

به خمیر نان

به منظور تهیه خمیر ترش، به ازای هر ۳۰۰ گرم آرد گندم، ۱۸۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون میکروبی (در هر میلی لیتر، CFU ۱۰^۸ و ۰/۲۵٪ مخمر ساکارومایسس سروزیه استفاده گردید. سپس به منظور داشتن خمیری همگن، از دستگاه مخلوط کن (۶۰ دور بر دقیقه) استفاده شد و پس از انتقال آن به ظروف استریل در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد برای ۲۴ ساعت انکوبه گردید. در نهایت ۲۵ درصد از خمیر ترش تهیه شده بر اساس وزن آرد گندم و جو با درصدهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ به هر یک از مخلوط‌ها اضافه و مجدداً با شدت ۶۰ دور در دقیقه مخلوط گردید [۹].

- روش تولید نان تست و چگونگی پخت آن

پس از تهیه و توزین مواد اولیه، آرد جو با مقادیر مختلف ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد به آرد گندم اضافه گردید و به مدت ۱۰ دقیقه

جدول ۲ نتایج میانگین آزمون‌های شیمیایی آرد جو

(برحسب درصد)

نمونه / ویژگی	رطوبت	خاکستر	*پروتئین	فیبر
آردجو	۵۱/۴۱	۲/۵±۰/۸۴	۹/۵۰±۲/۱۴	۱/۳۲±
				۶/۵

*در تعیین میزان پروتئین آرد جو از حاصل ضرب میزان ازت

در ضریب ۵/۸ استفاده شده است

نتایج میانگین آزمون‌های شیمیایی نشان می‌دهد که آرد نول - مصرفی با ۲۹/۷۵ درصد گلوتن مرطوب از کیفیت بالایی برخوردار بوده همچنین آرد جو با دارا بودن ۶/۵ درصد فیبر حاوی مواد مغذی فراوانی است و می‌تواند به عنوان یک ماده غنی کننده در فرمولاسیون نان تست مورد استفاده قرارگیرد.

-آزمون فارینوگراف نمونه‌های آرد-

نتایج مقایسه میانگین فارینوگراف نمونه‌ها در جدول ۳ نشان می‌دهد که درصد جذب آب آرد با افزودن آرد جو افزایش یافته است. از نظر میزان جذب آب بین تمامی تیمارها به جز نمونه شاهد و B₁ تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.01$). به علاوه درصد جذب آب در تیمار B₃ و سپس B₂ و B₁ دارای بیشترین و در تیمار شاهد کمترین مقدار است. به طور کلی در نمونه‌های حاصل با به‌کارگیری مقادیر بیشتر آرد جو و در نتیجه وجود فیبر و خاکستر بیشتر، میزان جذب آب افزایش می‌یابد. تحقیقات نشان داده که مقادیر بالای خاکستر (ذرات سیوس بیشترآرد) سبب افزایش میزان جذب آب می‌گردد [۱۹]. همچنین وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار هرگونه فیبر رژیمی، سبب ایجاد اتصالات هیدروژنی بیشتر و در نتیجه تبادل بیشتر با آب شده و به همین دلیل جذب آب افزایش می‌یابد [۱۹]. از نظر شاخص زمان گسترش خمیر، بین تیمارهای B₁ و B₂ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ولی تیمار شاهد دارای بیشترین زمان گسترش خمیر و تیمار B₃ کمترین زمان گسترش خمیر و دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.01$) با سایر تیمارها می‌باشند. از نظر زمان پایداری خمیر، تمامی تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.01$) نسبت به یکدیگر بودند. به طوریکه کمترین زمان پایداری خمیر را نمونه B₃ و بیشترین را نمونه شاهد دارا بود. لازم به ذکر است که درارزیابی خمیر بر اساس ویژگی‌های فارینوگراف، زمان پایداری خمیر بین ۰-۲ دقیقه کیفیت خیلی

در مخزن خمیر گیر مخلوط شد. سپس آب به مخلوط اضافه گردید. (این عملیات بار دیگر به همراه ۲۵ درصد خمیر ترش، بر اساس وزن آرد انجام شد). پس از اختلاط کامل آرد و آب و تشکیل توده فرم پذیر(خمیر)، استراحت اولیه نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. سپس قطعاتی از خمیر به وزن تقریبی ۴۵۰ گرم چانه گیری و گرد گردید و مجدداً پس از ۱۰ دقیقه استراحت تخمیر میانی انجام گرفت. در نهایت چانه‌ها پس از سپری کردن تخمیر نهایی (۴۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سلسیوس)، در قالب‌های نان تست انتقال و در فر گردان پخت گردید.

- آزمون بافت سنجی (بیاتی)

برای تعیین میزان بیاتی نمونه‌های نان در مدت زمان‌های صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از دستگاه بافت سنج (Instron) طبق روش استاندارد بین‌المللی AACC به شماره ۷۴-۰۹ استفاده گردید [۱۸].

- آزمون حسی نان

برای ارزیابی کیفی عطر و طعم نمونه‌های نان، از کاربرد حواس پنجگانه افراد متخصص و آموزش دیده، داوورهای حسی (پانلیست‌ها) بر اساس استاندارد بین‌المللی AACC به شماره ۷۴-۳۰ استفاده گردید [۱۸].

- روش تجزیه و تحلیل آماری

برای آزمون‌های آماری از تجزیه و تحلیل واریانس استفاده و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۴ انجام شد.

۳- نتایج و بحث

- آزمون شیمیایی نمونه‌های آرد

در جدول‌های ۱ و ۲ مشخصات نمونه‌های آرد گندم و جو که آزمون‌های شیمیایی روی آن‌ها انجام گرفته، نشان داده شده است.

جدول ۱ نتایج میانگین آزمون‌های شیمیایی آرد گندم

نول

*در تعیین میزان پروتئین آرد نول، از حاصل ضرب میزان ازت در

نمونه / ویژگی	رطوبت %	خاکستر %	*پروتئین %	pH	گلوتن مرطوب %	عدد زلنی ml
آرد گندم (نول)	۱۳/۳۳	۰/۴۶	۱۰/۶۲	۵/۹	۲۹/۷۵	۳۵

ضریب ۵/۷ استفاده شده است

رقیق شدن شبکه گلوآنی به دلیل فعالیت‌های آنزیمی بود [۲۲].

میزان مقاومت به کشش خمیر طی زمان‌های ۹۰، ۴۵ و ۱۳۵ دقیقه با افزایش درصد آرد جو، با افزایش روبرو بود. زیاد بودن مقاومت به کشش نشان دهنده افزایش پایداری خمیر می‌باشد. همچنین با افزودن خمیرترش به نمونه‌ها (به جز تیمار BS_3 در ۴۵ دقیقه)، کاهش مقاومت به کشش مشاهده شد و کمترین مقاومت به کشش متعلق به تیمار BS_3 و بیشترین آن مربوط به تیمارهای B_2 و B_3 بود. همچنین قابلیت کشش پذیری - خمیر در زمان‌های ۹۰، ۴۵ و ۱۳۵ دقیقه با افزایش درصد آرد - جو کاهش و با اضافه کردن خمیرترش به نمونه‌ها، این روند کاهش ادامه داشت ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. بیشترین عدد نسبی (نسبت مقاومت به کشش) در زمان‌های ۹۰، ۴۵ و ۱۳۵ دقیقه مربوط به تیمار B_3 و کمترین آن متعلق به تیمار BS_2 و شاهد محاسبه شد. به طور کلی با افزایش زمان تخمیر در تمامی تیمارها، نسبت مقاومت به کشش افزایش یافت یعنی مصرف خمیرترش، تأثیر فراوانی بر رئولوژی خمیر داشته است. Cangno و همکاران (۲۰۰۳)، اظهار نمودند که کاهش مقاومت در مقابل گسترش و افزایش قابلیت کشش پذیری آن، سبب تولید خمیری نرم‌تر و با ویسکوزیته کمتر می‌شود [۲۳].

- نتایج ارزیابی بیاتی نان‌ها به روش دستگاهی (اینستران)

با توجه به نتایج مقایسه میانگین بدست آمده از جدول ۵ میزان نیروی لازم جهت متراکم کردن نان‌های تولیدی بر حسب نیوتن، طی زمان‌های صفر (بلافاصله بعد از پخت نان)، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از پخت توسط دستگاه اینستران ارزیابی شد. بر طبق داده‌های ارائه شده در جدول مذکور، کمترین میزان بیاتی در زمان صفر مربوط به تیمارهای B_1 و BS_1 بوده که دارای اختلاف معنی‌دار با کلیه تیمارها (به جز BS_2) می‌باشد و بیشترین امتیاز بیاتی مربوط به تیمار B_3 و سپس BS_3 است که البته بین این دو اختلاف معنی‌دار مشاهده نمی‌شود. از سویی افزودن آرد جو به مقدار ۱۵ درصد به تنهایی و نیز به همراه خمیرترش سبب کاهش میزان بیاتی نمونه‌های نان در کلیه زمان‌ها شده است ولی مصرف مقادیر بیشتر آرد جو، در کلیه زمان‌ها موجب افزایش میزان بیاتی نان‌ها گردیده است.

ضعیف، ۴-۲ دقیقه کیفیت ضعیف، ۷-۴ دقیقه کیفیت متوسط قوی، ۱۰-۷ دقیقه کیفیت قوی، ۱۵-۱۰ دقیقه کیفیت خیلی قوی خمیر را نشان می‌دهد [۲۰].

از نظر درجه سست شدن خمیر، بعد از ۱۰ دقیقه بین تیمارهای شاهد و B_1 تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ولی کمترین مقادیر آن به ترتیب مربوط به نمونه B_1 و شاهد و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار B_3 می‌باشد. یعنی افزودن آرد جو تا ۱۵ درصد باعث قوی شدن نمونه و کاهش میزان سست شدن خمیر می‌شود ولی مقادیر بیشتر آرد جو باعث افزایش این شاخص می‌گردد. همچنین نتایج درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۲ دقیقه مشابه درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۰ دقیقه بود.

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های اندازه‌گیری شده در فارینوگراف، تعیین ارزش نانوایی یا والوریمتری آرد است. به این مفهوم که آرد جو تا چه اندازه قابلیت پخت و تولید نان را دارا می‌باشد. با افزایش میزان غنی‌سازی با آرد جو، کیفیت و ارزش نانوایی کاهش می‌یابد به طوری که بیشترین عدد والوریمتری مربوط به نمونه شاهد می‌باشد هر چند اختلاف معنی‌داری بین نمونه شاهد و نمونه B_1 مشاهده نشد و کمترین این شاخص مربوط به نمونه‌های B_3 و سپس B_2 بود که اختلاف معنی‌دار بین آن‌ها نیز مشاهده نشد. به طور کلی با افزایش میزان غنی‌سازی با آرد جو، میزان شاخص‌های زمان گسترش خمیر، پایداری و عدد کیفیت کاهش و میزان زمان سست شدن خمیر بعد از ۱۰ دقیقه و ۱۲ دقیقه افزایش می‌یابد که به دلیل تضعیف شبکه گلوآنی خمیر می‌باشد در نتیجه کیفیت خمیر با افزایش درصد آرد جو کاهش می‌یابد. نتایج به دست آمده با پژوهش‌های به عمل آمده توسط Basman & Koksel (۲۰۰۱) مطابقت می‌نماید [۲۱].

- نتایج آزمون اکستنسوگراف نمونه‌های آرد

با توجه به نتایج مقایسه میانگین بدست آمده از جدول ۴ بیشترین مساحت زیر منحنی (انرژی) طی زمان‌های ۹۰، ۴۵ و ۱۳۵ مربوط به خمیر شاهد می‌باشد که با افزایش درصد آرد جو میزان این شاخص کاهش می‌یابد به طوری که کمترین میزان، مربوط به تیمار B_3 است البته بین تیمارهای B_2 و B_3 اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. همچنین مساحت زیر منحنی (انرژی) با افزودن خمیرترش به نمونه‌ها با کاهش روبرو شد در نتیجه خمیر حاصل نرم‌تر گردید که علت آن، تشکیل برخی اسیدها و

جدول ۳ نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های فارینوگراف*

تیمار/ویژگی	میزان جذب آب(درصد)	زمان گسترش خمیر (دقیقه)	زمان پایداری (دقیقه)	درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه (فارینو)	درجه سست شدن خمیر پس از ۱۲ دقیقه (فارینو)	عددکیفیت فارینوگراف (والوریمتری)
C	۶۰/۹۵±۵/۴۷ ^c	۴/۸۵±۱/۲۱ ^a	۶/۲۵±۱/۷۸ ^a	۶۱/۵۰±۳/۶۲ ^b	۹۲±۴/۱۱ ^b	۷۳/۵۰±۲/۲۵ ^a
B ₁	۶۱/۵۰±۴/۸۹ ^c	۴/۵۰±۱/۰۱ ^b	۵/۳۰±۴/۰۹ ^b	۶۰±۱/۰۷ ^b	۹۵±۴/۰۲ ^b	۶۸±۳/۱۵ ^a
B ₂	۶۳/۵۰±۳/۱۵ ^b	۴/۳۰±۰/۹۵ ^b	۴/۳۰±۶/۱۱ ^c	۷۲±۴/۳۷ ^{ab}	۱۰۵±۶/۳۴ ^{ab}	۶۰±۱/۰۵ ^b
B ₃	۶۴/۵۰±۵/۴۲ ^a	۴/۱۰±۰/۸۸ ^c	۳/۹۰±۱/۰۱ ^d	۷۷/۵۵±۵/۰۵ ^a	۱۱۱±۲۱۲ ^a	۵۸/۵۰±۳/۴۵ ^b

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱٪ و با استفاده از آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

C (تیمار شاهد)، B₁ (تیمار ۱۵ درصد آرد جو)، B₂ (تیمار ۳۰ درصد آرد جو)، B₃ (تیمار ۴۵ درصد آرد جو)

جدول ۴ نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های اکستنسوگراف*

تیمار	انرژی	مقاومت به کشش	کشش پذیری	نسبت مقاومت به کشش	تیمار	انرژی	مقاومت به کشش	کشش پذیری	نسبت مقاومت به کشش
	۴۵	۹۰	۱۳۵	۴۵	۹۰	۱۳۵	۴۵	۹۰	۱۳۵
C	۸۵±۷/۲۵ ^a	۱۰۸±۱۷/۱ ^a	۱۰۸±۱۸/۵ ^a	۲۲۸±۲۱/۱ ^c	۴۴۸±۲۴/۳ ^a	۵۳۲±۱۷/۶ ^a	۱۵۴±۱۳/۶ ^{ab}	۱۳۸±۱۱/۰۲ ^c	۱۲۸±۷/۰۲ ^c
B ₁	۶۱±۶/۵۵ ^c	۶۳±۹/۳۶ ^b	۶۵±۱۰/۱ ^b	۲۹۰±۱۸/۱ ^c	۳۴۹±۲۷/۱ ^b	۳۸۷±۱۹/۳ ^b	۱۳۲±۱۸/۳ ^{ab}	۱۱۹±۱۹/۱ ^b	۱۱۴±۸/۱۷ ^b
B ₂	۵۴±۷/۴۵ ^d	۴۸±۸/۵۴ ^c	۴۶±۹/۸۵ ^c	۳۳۱±۲۷/۳ ^{ab}	۳۵۱±۲۶/۸ ^b	۳۵۶±۲۰/۱ ^{bc}	۱۰۸±۹/۳ ^c	۹۸±۱۲/۸ ^c	۹۳±۶/۳۴ ^c
B ₃	۴۸±۷/۱۵ ^e	۴۷±۹/۹۸ ^c	۴۱±۱۰/۸۵ ^c	۳۴۹±۲۳/۳ ^a	۳۶۶±۲۶/۸ ^b	۳۴۰±۲۳/۷ ^{bc}	۹۳±۸/۵ ^{cd}	۹۱±۹/۷ ^{cd}	۸۴±۸/۹۶ ^d
BS ₁	۶۸±۸/۳۴ ^b	۴۵±۷/۶۳ ^d	۴۹±۹/۳۶ ^c	۳۰۷±۱۹/۷ ^b	۲۶۶±۲۷/۳ ^c	۲۴۶±۲۸/۹ ^d	۱۳۶±۱۶/۳ ^b	۹۷±۷/۲۲ ^c	۹۰±۹/۲ ^{cd}
BS ₂	۷۵±۵/۶۳ ^f	۴۰±۶/۸۵ ^e	۳۵±۶/۴۲ ^c	۱۷۶±۱۶/۹ ^e	۲۷۳±۱۵/۱ ^c	۲۷۱±۱۶/۸ ^c	۹۵±۹/۷ ^{cd}	۹۷±۸/۸۶ ^c	۸۶±۷/۴۹ ^d
BS ₃	۲۹±۶/۴۲ ^f	۳۲±۷/۸۴ ^e	۳۴±۷/۲۲ ^e	۲۱۰±۲۷/۸ ^d	۲۵۲±۱۷/۶ ^c	۲۷۵±۲۴/۶ ^c	۸۵±۹/۹ ^d	۷۰±۸/۶ ^d	۸۲±۶/۳ ^e

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱٪ و با استفاده از آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

C (تیمار شاهد)، B₁ (تیمار ۱۵ درصد آرد جو)، B₂ (تیمار ۳۰ درصد آرد جو)، B₃ (تیمار ۴۵ درصد آرد جو)، BS₁ (تیمار ۱۵ درصد آرد جو به همراه ۲۵٪ خمیر ترش)، BS₂ (تیمار ۳۰ درصد آرد جو به همراه ۲۵٪ خمیر ترش)، BS₃ (تیمار ۴۵ درصد آرد جو به همراه ۲۵٪ خمیر ترش)

جدول ۵ نتایج مقایسه میانگین اندازه گیری بیاتی به روش دستگاهی در نان های تولیدی (برحسب نیوتن)*

زمان (ساعت) / تیمار	C	B ₁	B ₂	B ₃	BS ₁	BS ₂	BS ₃
صفر	۱/۲۸±۰/۱۲ ^b	۱/۱±۰/۱ ^a	۱/۸۵±۰/۳ ^{bc}	۲/۰۱±۰/۶ ^c	۱/۱±۰/۱۷ ^a	۱/۵۹±۰/۳۱ ^{ab}	۱/۹۲±۰/۶ ^{bc}
۲۴	۱/۳۶±۰/۸۷ ^{ab}	۱/۲۶±۰/۱۹ ^{ab}	۲/۱۶±۰/۴۲ ^b	۲/۳۵±۰/۸۸ ^c	۱/۱۰۵±۰/۸۷ ^a	۱/۶±۰/۴۲ ^{ab}	۲/۰۸±۰/۸ ^{bc}
۴۸	۱/۴۵±۰/۶۱ ^b	۱/۳۰±۰/۶۳ ^{ab}	۲/۸±۰/۲۷ ^{cd}	۲/۷±۰/۹۳ ^{cd}	۱/۱۱۵±۰/۵۳ ^a	۱/۶۶±۰/۳۶ ^{bc}	۲/۶۶±۰/۹ ^{cd}
۷۲	۱/۴۶±۰/۴۲ ^a	۱/۹۵±۰/۴۸ ^b	۳/۰۱±۱/۰۲ ^c	۳/۴۱±۱/۱۸ ^d	۱/۸۸±۰/۲۲ ^b	۲/۹۸±۰/۲۲ ^c	۳/۳۸±۱/۰۲ ^d

*در هر ردیف، میانگین های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی دار ندارند

C (تیمار شاهد)، B₁ (تیمار ۱۵ درصد آرد جو)، B₂ (تیمار ۳۰ درصد آرد جو)، B₃ (تیمار ۴۵ درصد آرد جو)، BS₁ (تیمار ۱۵ درصد آرد جو به همراه ۲۵٪ خمیر ترش)، BS₂ (تیمار ۳۰ درصد آرد جو به همراه ۲۵٪ خمیر ترش)، BS₃ (تیمار ۴۵ درصد آرد جو به همراه ۲۵٪ خمیر ترش)

دار با تیمارهای شاهد و B₁ نداشت و کمترین آن مربوط به تیمار B₃ بود. به طور کلی امتیاز به عمل آمده از لحاظ این شاخص در تیمارهای حاوی خمیر ترش نسبت به تیمارهای فاقد خمیر ترش بیشتر بود. وجود آنزیم های پروتئولیتیکی در - خمیر ترش، سبب تجزیه برخی پروتئین های خمیر و تولید اسیدهای آمینه آزاد می شود که در ایجاد عطر و طعم محصول موثر است. هرچند اسید آمینه آزاد به تنهایی در ایجاد آرومای خوب نقش نداشته، بلکه حضور برخی آلدئیدها و کتون ها نیز نقش تعیین کننده ای در این زمینه دارند. به عبارت دیگر نان های حاوی خمیر ترش، از میزان ترکیبات فرار بیشتری برخوردار بوده و در نتیجه امتیاز بالاتری را در ارزیابی حسی به خود اختصاص داده است. به طور کلی باکتری های لاکتیکی می توانند مواد معطر مختلفی تولید کنند، به گونه ای که ویژگی های اصلی آن (عطر و طعم خمیر ترش و تولید متابولیت های مناسب) تابع گونه میکروبی مورد استفاده، مواد خام، فراهم بودن کربوهیدرات ها و چگونگی فرآیند می باشد. همچنین اسید لاکتیک و استیک محصولات دیگری از فرآیند تخمیر در خمیر ترش می باشند که از مواد مولد طعم هستند و به نظر می رسد اسید استیک سبب تشدید اثر سایر مواد معطر می گردد [۱۳] و [۲۴].

- تاثیر افزودن خمیر ترش و مقادیر مختلف آرد جو

روی طعم و مزه

باتوجه به نتایج نمودار ۲، بیشترین امتیاز از لحاظ ویژگی طعم و مزه، مربوط به تیمار شاهد بود که دارای اختلاف معنی دار با کلیه تیمارها به جز تیمار BS₃ بود از سوی دیگر کمترین امتیاز برای تیمارهای B₂، B₃ و BS₁ محاسبه شد که

به عبارت دیگر تیمارهای B₁ و BS₁ بهترین نان ها از نظر تاخیر در بیاتی بودند و حتی نسبت به تیمار شاهد از میزان بیاتی کمتری برخوردار بودند. این مساله نشان می دهد که افزودن مقادیر پایین آرد جو و خمیر ترش در کاهش میزان بیاتی نان ها موثر بوده است. به عبارتی افزودن آرد جو موجب افزایش میزان رطوبت نان شده، همچنین در اثر تولید برخی پلی ساکاریدها توسط لاکتوباسیلوس های موجود در خمیر ترش، میزان جذب آب افزایش یافته و از انتقال رطوبت از مغز نان به سمت پوسته جلوگیری می کند که نتیجه آن نرمی بافت نان حاصل می باشد. همان طور که اشاره شد مصرف مقادیر بیشتر آرد جو (از ۱۵ درصد به ۳۰ درصد) در کاهش میزان بیاتی نان ها تاثیری نداشته که به دلیل تضعیف شبکه گلوئی می باشد و سبب کاهش حجم نان، فشرده شدن بافت و سفت شدن آن می گردد. البته میزان بیاتی در تیمار BS₃ نسبت به تیمار B₃ کمتر شده هرچند بین این دو اختلاف معنی دار مشاهده نمی شود. براساس تحقیقات Katina (۲۰۰۶) مشخص گردید که یکی از مهم ترین دلایل کاهش بیاتی نان های فرآوری شده با خمیر ترش مربوط به اسید لاکتیک تولیدی بوده که سبب افزایش تخیل، غیرفعال سازی آنزیم آلفا آمیلاز و افزایش نرمی بافت نان می گردد که با نتایج به دست آمده از تحقیق مطابقت دارد [۱۶].

نتایج ارزیابی حسی

- تاثیر افزودن خمیر ترش و مقادیر مختلف آرد جو

روی عطر و بو

با توجه به نتایج نمودار ۱، بیشترین امتیاز از نظر ویژگی عطر و بو متعلق به تیمار BS₁ بود هرچند هیچ گونه اختلاف معنی

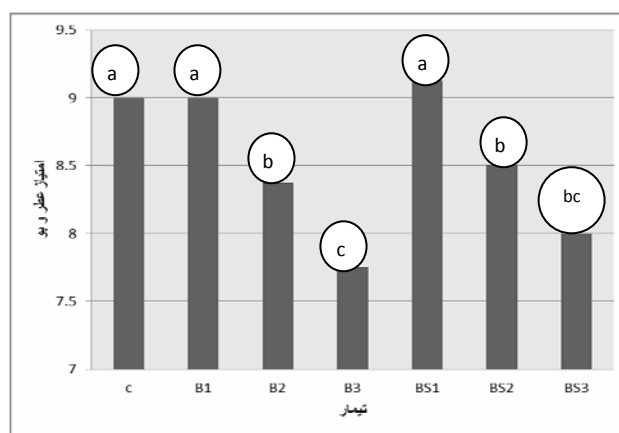
۴- نتیجه گیری

نان‌هایی که در تهیه آن‌ها از آردهای کامل و سبوس‌دار استفاده شد، در مقایسه با نان‌های تهیه شده از آرد سفید به مراتب ارزش غذایی بالاتری داشتند و مصرف روزانه آن‌ها می‌تواند مقداری از نیاز روزانه بدن به املاح، پروتئین، فیبر و ویتامین‌ها را تامین نماید. افزودن آرد جو به آرد گندم سبب افزایش ارزش غذایی نان شده، همچنین بتاگلوکان موجود در نان‌های حاصل، سبب کاهش پیک قند خون، کنترل وزن و جلوگیری از بروز بیماری‌های قلبی - عروقی در انسان می‌شود. نتایج شاخص‌های فارینوگراف و اکستنسوگراف مشخص نمود که افزودن آرد جو به آرد گندم سبب افزایش جذب آب در کلیه تیمارها می‌شود به علاوه تیمار B₃ نسبت به سایر تیمارها از قابلیت کشش پذیری کمتری برخوردار بود که نتیجه آن داشتن نانی سنگین و سفت می‌باشد. به علاوه نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از خمیرترش باعث نرم شدن بیشتر نمونه های خمیر شده به طوری که خمیرهای حاصل از میزان مقاومت به کشش کمتری برخوردار بودند. از لحاظ ارزیابی بیاتی، نمونه های نان B₁ و BS₁ در مقایسه با سایر نمونه‌ها از میزان بیاتی کمتری برخوردار بودند، هرچند اختلاف معنی‌داری بین این تیمارها با تیمار BS₂ مشاهده نشد و حتی میزان بیاتی این دو نمونه نان از نان شاهد کمتر بود. همچنین بر اساس نتایج کاربرد ۲۵ درصد خمیرترش باعث بهبود عطر و بو و مزه در نان های حاصل شد که دلیل آن پروتئولیزهای انجام گرفته و تولید مواد مختلف آروماتیک در خمیر می‌باشد.

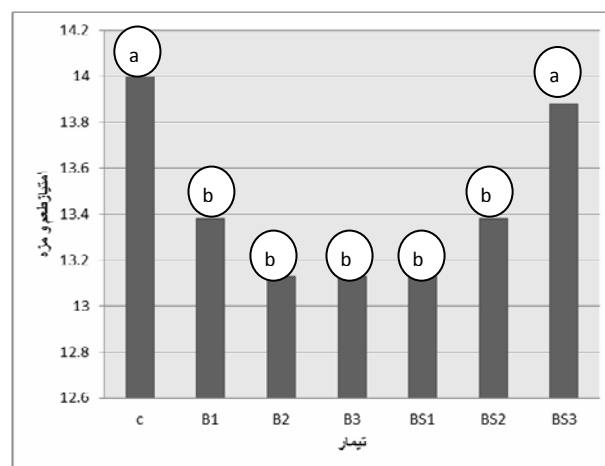
۵- منابع

- [1] Cossani, M., Gustavo, A., Savin, R. (2009), Yield and biomass in wheat and barley under a range of conditions in a Mediterranean, content lists available at Science direct. 8: 123-127.
- [2] Ereifej, K. I., Mahasaneh, M. A. I., Rababah, A. (2006), Effect of Barley flour on quality of Barley bread. International Journal of food Properties. 9 (1): 39-49.
- [3] Izydorczyk, M. S., Dexter, E. (2008), Barleyb glucan sandarabinoxylan smolecular structure physicochemical properties.

هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار بین این تیمارها و تیمارهای B₁ و BS₂ دیده نشد. همچنین در میان نان‌های حاوی خمیرترش، کمترین امتیاز مربوط به تیمار BS₁ و بیشترین مربوط به تیمار BS₃ به دست آمد. یعنی به کارگیری خمیرترش موجب تشدید عم و مزه نان شد، درحالی‌که با افزایش مصرف آرد جو، طعم و مزه نان‌ها به دلیل طعم نامطلوب جو کاهش یافت. با اضافه کردن خمیرترش، طعم تیمار BS₃ در مقایسه با تیمار B₃ بهبود یافت که به علت تاثیر مثبت اسید لاکتیک و اسید استیک موجود در خمیرترش بود. قابل توجه این که اگر میزان اسید استیک موجود در خمیرترش بیش از حد افزایش یابد، رشد مخمرهای موجود در خمیر ترش مهار و حتی متوقف می‌شود که در چنین شرایطی مزه نان نامطلوب خواهد شد [۲۴].



نمودار ۱ مقایسه میانگین عطر و بو



نمودار ۲ مقایسه میانگین طعم و مزه

- Environment Microbiology, 69(4): 2073–2079.
- [15] Bullerman, L., GiesovaHassan, M., Deibert, D., Rye, D. (2007), Antifungal activity of sourdough bread cultures, Department of Food Science and Technology, University of Nebraska, 1: 234.
- [16] Katina. K., Salmenkallio Marttila, K., Partanen, R., Forssell, P., Autio, K. (2006), Effects of sourdough and enzymes on staling of high fiber wheat bread, LWT, 39: 479–491.
- [17] Vogel, R. F., Ehrman, M. A., Gaenzle, M. G. (2002), Development and potential of starter lactobacilli resulting from, explra of the sourdough ecosystem Antion van leeu - wenhoke. Inter. J. Gernal and Molecular Microbiology, 81: 631-638.
- [18] AACC. (2003), Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. USA.
- [19] Sidhu, J. S., Al-Hooi, S. N., AlSaqer, J. M. (1999), Effect of adding wheat bran and germ fraction on the chemical composition of high fiber toast bread. Food Chemistry, 67:365-371.
- [20] Williams, P., Hamein, F. E. L., Rihawi, S. (1998), Crop quality evaluation methods and guidelines. International Center for Agricultural Researching Dry Areas (ICARDA).
- [21] Basman, A., Koksel, H. (2001), Effects of barley flour and wheat bran, supplementation on the properties and composition of Turkish flat bread Yufka. European Food Technology, 212: 198-202.
- [22] Arendt, E. K., Ryan, L. A. M., Dal BelloF, F. (2007), Impact of sourdough on the textureof bread. Food Microbiology, 24(2):165-174.
- [23] Cangno, D. R., Anglis, D. E., Corselis, A., Lavermicocca, P., Arnaut, P., Tossut, P., Gallo, G., Gobetti, M. (2003), Interactions between sourdough lactic acid acteria and exogenous enzymes: effects on the microbial kinetics and dough textural properties. Food Microbiology, 20: 67-75.
- [24] Gobetti, M., Angelis, M., Corsetti, A., Cagno, R. (2005), Biochemistry and physiology of sourdough lactic Acid Bacteria, Trends in Food Science Technology, 16:57-69.
- International Journal of food Properties. 7(3): 2850 -857.
- [4] Keough, K. (2005), Healthy body_ healthy food, Agricultural Research and Innovation in Alberta Agriculture & Food Council. 3: 5.
- [5] Casiraghi, M., Cristina, M., Garsetti, M. K., Testolin, M.D., Furio Brighenti, M. D. (2006), Post-Prandial Responses to Cereal Products Enriched with Barley Glucan. J. the American College of Nutrition. 25: 313-320.
- [6] Malcolmson, I. (2005), Milling and End Use Properties of CDC Candle Waxy Hullless Barley. Canadian International Grains Institute., 3: 4.
- [7] Newman, C. W., Newman, A. S., Elizabeth, A., Webster. F. (2005), The future of barley. Cereal food world. 50: 5.
- [8] Vaculova, k., Gabrovskaa, D., Prokes, J., Ouhrabkova, J., Hoke, K., houska, M., Rysova, J., Paulickova, I. (2005), Changesin Hullless Barley Nutritional Quality During Grain Processing and Utilization. International Congress Flour Bread.
- [9] Sadeghi, A., Shahidi, F., Mortazavi, S. A., Koochehi, A., Mohebbi, M. (2007), Evaluation of sourdough effect on Iranian Barbari staling, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. 490-495.
- [10] Zannini, E., Garofalo, C., Aquilanti, L., Santarelli, S., Silvestri, G., Clementi, F. (2009), Microbiological and technological characterization of sourdoughs destined for bread making with barley flour. Food Microbiology, 26:744–753.
- [11] Lopez, H.W., Vallery, F., Levrat-Verny, M. A., Coudray, C., Demigen, C. (2000), Dietary phytic acid and wheat bran enhance mucosal phytase activity in rat small intestine. J. Nutrition, 130:2020-2025.
- [12] Liu, B. L., Rafiq, A., Tzeng, Y. M., Rob, A. (1998), The induction and characterization of phytase and beyond. Enzyme and Microbial Technology, 22: 415-424.
- [13] Crowley, P., Schober, T., Clarke, C., Arendt, E. (2002), The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. European Food Research. Technology, 214: 489- 496.
- [14] Korakli, A., Pavlovic, M., Michael, G., Rudif, V. (2003), Exopolysaccharide and Kestose Production by Lactobacillus sanfranciscensis LTH2590. Applied

Evaluation Of additional barley flour and lactobacillus plantarum (ATCC 43332) on quality properties toast Breads

Movahhed, S.¹ *, Mirzaei, N.¹, Ahmadi Chenarbon, H.²

1. Department of Food Science and Technology, Varamin - Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

2. Department of Agronomy, Varamin - Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

(Received:89/7/6 Accepted: 90/6/23)

Barley flour is one of the cheap, nutritious and rich fiber food stuff and has many applications in food industries special in cooking products. Nowadays, regimen fibers role is very important on human health and preventing diseases such as fatness, heart and blood vessels diseases, diabet and digestive cancers. In this research, in the first stage, barley flour in levels of 15, 30 and 45 percent was added to wheat flour that used in toast breads. Then in order to evaluation of barley and wheat flour, different chemical experimental were done and results showed that wheat flour with 29.75% wet gluten and barley flour with 6.5% of fiber had the best quality of nutrition. Then dough prepared in two different stages. In the first, barley flour was added in different amounts and in the second, barley flour which had listed with 25% of sourdough that made of *lactobacillus plantarum* (ATCC43332). Then the rheological properties of dough were evaluated by Farinograph and Extensograph. Based on the results, B₃ (45% barley flour) had the most rate of water adsorption and control treatment had the most rate of development time, dough stability, quality, valorimetry number and energy consumption. Staling rate and sensory properties were evaluated by Instron and panel groups respectively. B₁ (15 percent barley flour) and BS₁ treatment (15 percent barley flour with 25 percent Sourdough) had the least staling rate in comparison with other existed samples, also BS₁ was the best in sensory evaluations.

Keywords: Barley Flour, Extensograph, Farinograph, *Lactobacillus Plantarum*, Toast Bread

* Corresponding Author E-mail address: movahhed@iauvaramin.ac.ir