

## کاربرد سبوس گندم اکسترودی در نان بربری: ارزیابی ویژگی های حسی، رنگ و بافت نان و رئولوژی خمیر

غلامعلی گلی موحد<sup>۱</sup>، الناز میلانی<sup>۲\*</sup>، مرتضی جعفری<sup>۳</sup> و حامد انوری<sup>۴</sup>

۱- مربی گروه پژوهشی فرآوری غذایی پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی

۲- استادیار گروه پژوهشی فرآوری غذایی پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی

۳- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

۴- مدیر کنترل کیفی شرکت غله و خدمات بازرگانی منطقه ۵ مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۲۹)

### چکیده

افزایش مصرف نان در کشور با توجه به هزینه پایین، بیانگر اهمیت بررسی ارتقای آن می باشد. نقش فیبر بر سلامت افراد کاملاً به اثبات رسیده و طرفداران غذاهای حاوی فیبر بالا در حال افزایش است. راهکار مناسب جهت غنی سازی و بهبود ویژگی تکنولوژی و تغذیه اینان، استفاده از منابع مختلف فیبری نظیر انواع سبوس فرایند شده می باشد. در این مطالعه تأثیر سبوس گندم اکستروود شده بر خصوصیات رئولوژیکی، تکنولوژیکی و حسی خمیر و نان بربری مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور ابتدا سبوس تحت شرایط بهینه رطوبت ۲۱٪، پخت ۱۲۰ °C و دور مارپیچ ۳۰۰ rpm اکستروود و در سطوح ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵٪ با آرد گندم جایگزین گردید. نتایج نشان داد؛ افزودن سبوس اکستروود در مقایسه سبوس خام سبب افزایش جذب آب (۶۲/۳۹٪)، پایداری (۲/۵۶ min)، زمان توسعه خمیر (۴/۶۶ min) و میزان گسترش (۲۲/۶۸ mm) شد. از طرف دیگر، افزودن سبوس اکستروود تا سطح ۱۰٪ سبب بهبود رنگ، طعم، پذیرش کلی شد. ارزیابی خصوصیات رنگی نان بربری نشان داد افزودن سبوس اکستروود شده سبب کاهش شاخص  $L^*$  شد؛ ولیکن مقدار شاخص های  $a^*$  و  $b^*$  افزایش یافت. ارزیابی سختی بافت نمونه های نان بیانگر کاهش سختی بافت نان بربری حاوی سبوس (۶/۱۳ N) و در نتیجه نقش ویژه سبوس بافت داده شده در به تأخیر انداختن بیاتی نان به مدت ۷۲ ساعت بود.

**کلید واژگان:** سبوس گندم، نان بربری، اکستروژن، فارینوگراف، کشش پذیری.

## ۱- مقدمه

نان گردید. بوناند-دوکاسی و همکارانش [۶] نیز بیان کردند؛ به دلیل رقابت ایجاد شده بین فیبرها و سایر ترکیبات موجود در آرد، مقاومت خمیر و زمان گسترش خمیر کاهش می یابد. یافتن راهکار برای بهبود خصوصیات تکنولوژیکی سبوس اهمیت زیادی دارد [۸]. اکستروژن یک فرایند دمای بالا-زمان کم برای تولید طیف گسترده‌ای از مواد غذایی است. در حین اکستروژن مواد تحت اثر ترکیبی از رطوبت، فشار، دما و برش مکانیکی قرار می‌گیرند. این فرایند دارای مزایای خاص، مانند کاهش محتوای میکروبی، غیر فعال کردن برخی از آنزیم‌ها و فاکتورهای ضد تغذیه (کاهش فیتات در سبوس) است. در این فرایند ساختار فیبر تغییر کرده و میزان فراکسیون های فیبر محلول افزایش می یابد [۸]. گومز و همکاران [۸] تأثیر سبوس گندم اکستروود شده را بر رئولوژی خمیر و کیفیت نان حجیم بررسی کردند. سبوس اکستروود با توجه به تولید گاز بیشتر، نان با حجم بالاتر و سفتی اولیه پایین‌تر از نان با سبوس خام نشان داد. با این حال، تفاوت چندانی در نتایج ارزیابی حسینی نبود. از این رو هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر افزودن سبوس اکستروود شده بر خصوصیات رئولوژیکی، بافتی و حسی خمیر و نان بربری حاصل از آن بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- مواد اولیه

آرد گندم با ۸۲ درصد استخراج (شرکت میثم مشهد)، سبوس گندم (شرکت میثم مشهد)، روغن ذرت تصفیه شده، نمک فوق تسویه، شکر و مخمر خشک فعال ساکارومایسس سرویسیه (شرکت ایران ملاس) تهیه گردیدند. اندازه‌گیری رطوبت، پروتئین، خاکستر، و چربی نمونه‌ها به روش AACC, 2000 انجام شد [۹].

افزودن منابع فیبری مختلف بر فرمولاسیون های غذایی بدلیل تأثیر بر سلامت دستگاه گوارش، کنترل فشارخون، جلوگیری از برخی انواع سرطان‌ها (سرطان روده بزرگ) و دیابت توصیه می شود [۱ و ۲].

نان بربری از نان‌های رایج ایرانی می‌باشد. آرد مورد استفاده برای تهیه آن باید آرد ستاره با درصد استخراج ۷۸-۸۲ درصد برای باشد. لذا افزودن سبوس امری ضروری به نظر می‌رسد. از مهم‌ترین منابع فیبری مورد استفاده در محصولات نانوایی، سبوس غلات به‌ویژه سبوس گندم می‌باشد. سبوس گندم به‌عنوان منبع غنی از فیبر رژیمی، پروتئین (۱۴/۶ درصد)، مواد معدنی (۷ درصد)، اسید چرب غیراشباع (اسید اولئیک، لینولئیک و لینولنیک) (۱۷ درصد) و انواع ویتامین شناخته می‌شود [۳].

استفاده از آرد دبا درصد استخراج پایین در فرمولاسیون نانهای سنتی از چند جنبه به عنوان تهدید تلقی میگردد. با این حال، حضور سبوس گندم از جنبه تکنولوژیکی (تیره‌تر شدن رنگ نانو گسترش دانه بندی مغز نان به صورت نامنظم) و تغذیه‌ای (مقادیر بالای اسید فیتیک) کاربرد آنرا در تولید نان محدود کرده است. در مطالعه مردانی قهفرخی و یارمند [۴] افزودن سبوس گندم باعث افزایش میزان جذب آب و کاهش مقاومت خمیرگردید، در سطوح بالاتر از ۷ درصد نیز موجب بهبود عطر و طعم، افزایش سفتی و کاهش روشنایی نسبت به نان معمولی شد اما روند بیاتی در نان به تعویق افتاد. مطابق نتایج میلانی و همکاران [۳] نان‌ها با سبوس برنج بالا در طی نگهداری سفتی و بیاتی کم‌تری داشتند. حضور سبوس بیشتر، سبب تأخیر در ژلاتینه شدن و رتروگراداسیون نشاسته نان شد. نتایج کاتیانو و همکاران [۵] نشان داد، افزودن سبوس تا ۲۰ درصد سبب کاهش کشش‌پذیری، مقاومت به کشش خمیر و کاهش حجم

Table 1. Raw materials properties

Compounds	Wheat bran	Wheat flour (extraction rate of 82%)
Moisture (%)	12.21±0/14	11.59±0/2
Protein (%)	16.89±0.34	11.5±0/41
Ash (%)	7.49±0/22	0/51±0/12
Fat (%)	3.99±0/11	1.25±0/09

## ۲-۲- تهیه سبوس گندم اکستروود شده

سبوس گندم اکستروود شده تحت شرایط بهینه رطوبت ۲۱٪، دمای پخت °C ۱۲۰، دور مارپیچ rpm ۳۰۰، میزان سرعت خوراک‌دهی ۴۰ کیلوگرم بر ساعت و قطر دای ۴ میلی‌متر تولید شد [۳]. مشخصات سبوس خام در جدول ۱ قابل مشاهده است.

## ۲-۳- تهیه خمیر و نان بربری

برای تهیه خمیر با توجه به فرمول متداول نان بربری در نانوائی‌های سطح شهر از فرمول ۱۰۰ قسمت آرد، ۶۵ قسمت آب، ۱ درصد نمک، ۲ درصد روغن و ۰/۵ درصد مخمر استفاده گردید. خمیر به روش مستقیم تهیه شد. در این روش تمامی مواد اولیه به‌طور هم‌زمان به دستگاه خمیرگیر اسپیرال آزمایشگاهی منتقل و به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط شدند. سپس، خمیر تولیدی به مدت ۲ ساعت جهت طی شدن زمان تخمیر در دمای °C ۳۰، نگهداری شد. برای تهیه نان، قطعات ۳۴۰ گرمی از خمیر چانه‌گیری و سپس در درجه حرارت °C ۲۰ ± ۳۰ به مدت ۲/۵ دقیقه پخت گردید. نان‌ها پس از سرد شدن در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در دمای اتاق، نگهداری شدند.

## ۲-۴- آزمون فارینوگراف

این آزمون بر اساس استاندارد ۲۱-۵۴ AACC و به‌وسیله‌ی دستگاه فارینوگراف برابندر انجام می‌شود. کمیت‌هایی از قبیل جذب آب‌خیمیر (درصد آب لازم برای رسیدن به قوام ۵۰۰ برابندر)، زمان توسعه خمیر (زمان لازم برای رسیدن به حداکثر قوام) و میزان پایداری خمیر (مدت‌زمانی که خمیر در قوام ۵۰۰ برابندر است) از روی منحنی فارینوگرام و بر اساس استاندارد (2000) AACC از روی منحنی‌های رسم شده محاسبه شد [۸].

## ۲-۵- قابلیت کشش پذیری خمیر

برای این منظور از دستگاه آنالیز بافت (AMETEK Lloyd, USA) استفاده شد. نمونه‌های خمیر بین گیره‌های مخصوص این کار قرار گرفتند؛ سپس چنگک مخصوص این آزمون از وسط خمیر عبور کرد و این عمل تا نقطه‌ی پاره شدن خمیر ادامه پیدا کرد. سرعت حرکت چنگک ۳۰ mm/min در نظر گرفته شد. حداکثر نیرو و طول کشش در نقطه‌ی پاره شدن ثبت گردید [۵].

## ۲-۶- خصوصیات بافتی

جهت انجام آزمون بافت سنجی (حداکثر نیرو و انرژی موردنیاز برای پاره شدن نان)، از دستگاه بافت سنج مدل (AMETEK Lloyd, TA-Plus instruments Ltd, USA) با مشخصات پروباستوانه‌ای ته گرد با قطر خارجی ۱/۹ cm استفاده گردید. بر این اساس ابتدا قطعات مستطیلی (۳\*۴ سانتی متر) شکل از مرکز نان بریده و در زیر کاوشگر قرار گرفت. سرعت حرکت کاوشگر ۳۰ mm/min و نقطه شروع ۵ g بود. این آزمون در پنج نقطه مختلف از نان تکرار شد و میانگین آن‌ها تعیین گردید.

## ۲-۷- آزمون رنگ

جهت تعیین رنگ فرآورده‌های تولیدشده از دستگاه هانترلب استفاده شد. بر این اساس، کل نمونه‌های پودر شده و بعد از همگن شدن در ظرف مخصوص دستگاه ریخته شد به‌طوری‌که سطح آن کاملاً پوشانده شود. سپس محفظه تاریک بر روی ظرف گذاشته شد و در سیستم \*CIE L\*a\*b\* پارامترهای رنگی تعیین شدند. مقادیر \*L\* به‌عنوان شاخص روشنی هست و بین صفر (سیاه رنگ) تا ۱۰۰ (سفید رنگ) متغیر است، همچنین مقادیر \*a\*+ شاخص قرمزی و مقادیر \*a\*- شاخص سبزی نمونه‌ها هست و \*b\*+ برای شاخص زردی نمونه‌ها و \*b\*- برای شاخص رنگ آبی نمونه‌ها گزارش می‌شود [۱۰].

## ۲-۸- ارزیابی حسی

برای انجام ارزیابی حسی از ۲۰ نفر داور (۱۰ نفر زن و ۱۰ نفر مرد در بازه ی سنی ۱۸ الی ۵۰ سال) استفاده شده و ارزیابی حسی به روش هدونیک ۵ نقطه انجام شد. ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی شامل: فرم و شکل ظاهری (وجود پارگی و حفره)، سفتی و نرمی بافت (خمیری بودن، سفت شدن، تردی غیرعادی و شکنندگی)، رنگ، عطر و طعم و پذیرش کلی بودند. عدد ۱ برای بدترین حالت (کمترین امتیاز) و عدد ۵ برای مطلوب ترین حالت (بیشترین امتیاز) در نظر گرفته شد.

## ۲-۹- آنالیز داده‌ها یا روش آماری تحلیل نتایج

تجزیه و تحلیل نتایج در چارچوب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی (۳): دو نوع سبوس خام و اکستروودی و سه سطح جایگزینی ۵، ۱۰ و ۱۵٪ در کنار نمونه شاهد انجام شدند. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند. همچنین، برای

آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار Minitab 17 استفاده شد. آزمون‌های مورد بررسی در این تحقیق حداقل با ۲ تکرار انجام شدند.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- تأثیر افزودن سبوس بر خصوصیات فارینوگرافی خمیر

افزودن هردو نوع سبوس معمولی و اکستروود شده و افزایش مقدار جایگزینی آن‌ها موجب افزایش جذب آب خمیر نسبت به نمونه شاهد (فاقد سبوس) شدند. همچنین مشاهده شد خمیر حاوی سبوس اکستروود شده جذب آب بالاتری داشت ( $p < 0.05$ ). به گونه‌ای که بیشترین جذب آب (۶۲/۳۶٪) در خمیر حاوی ۱۵٪ سبوس اکستروود شده مشاهده شد. این نتایج با مشاهدات اندیس جذب آب در تطابق می‌باشد. افزایش جذب آب خمیر می‌تواند به دلیل میزان بالای فیبر و به خصوص پنتوزان‌های محلول سبوس گندم باشد. همان‌گونه که قبلاً مشخص شد در اثر فرایند اکستروژن میزان فیبرهای محلول سبوس گندم افزایش یافت. این امر بالا بودن میزان جذب آب خمیر حاوی سبوس اکستروود شده را توجیه می‌نماید. از طرف دیگر، فیبر با داشتن گروه‌های هیدروکسیل فراوان از طریق پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب برهمکنش داده و از این طریق میزان جذب آب خمیر را افزایش می‌دهد. همچنین نشاسته پیش ژلاتینه ایجاد شده در اثر فرایند اکستروژن نیز به دلیل جذب آب بالا در افزایش جذب آب خمیر مؤثر می‌باشد [۸، ۱۱].

نتایج حاکی از آن بود افزودن سبوس و افزایش میزان جایگزینی آن موجب افزایش زمان توسعه خمیر شد. در مقایسه خمیر حاوی سبوس معمولی و اکستروود شده مشخص شد

خمیر حاوی سبوس اکستروود شده زمان توسعه بیشتری داشت (جدول ۲) ( $p < 0.05$ ). کاهش جذب آب گلوتن در اثر برهمکنش فیبر-گلوتن می‌تواند در افزایش زمان توسعه خمیر مؤثر باشد. همچنین رقابت بین گلوتن و سایر ترکیبات موجود در سبوس و به خصوص فیبرهای محلول و نشاسته پیش ژلاتینه می‌تواند موجب افزایش زمان توسعه خمیر شود [۸، ۱۱].

در بررسی میزان پایداری خمیر مشخص شد افزودن سبوس گندم تأثیر منفی بر پایداری خمیر داشت و این تأثیر منفی با افزایش مقدار سبوس تشدید شد. از طرف دیگر مشخص شد فرایند اکستروژن سبب بهبود پایداری خمیر شد. این موضوع احتمالاً به دلیل بالا بودن میزان فیبرهای محلول در سبوس اکستروود شده (بخش ...) و برهمکنش این ترکیبات با گلوتن می‌باشد. در طی آماده کردن خمیر، باندهای دی سولفیدی به‌عنوان پل بین پروتئین‌های گلوتنی عمل کرده و در ایجاد الاستیسیته در شبکه گلوتنی و پایداری خمیر دخالت دارد [۱۲، ۱۳]. افزودن سبوس با تخریب این برهمکنش‌ها موجب تضعیف شبکه گلوتنی و کاهش پایداری خمیر می‌شود [۱۴]. همچنین پلی ساکارید های غیر نشاسته‌ای موجود در سبوس، از قبیل آرابینوزایلان از طریق اتصال بیشتر با آب در تشکیل شبکه گلوتنی مداخله می‌کنند [۱۲، ۱۳]. با افزایش جایگزینی سبوس از مقدار گلوتن موجود در سیستم کاسته شده و به تبع آن پایداری خمیر کاهش می‌یابد [۱۵]. در واقع، کاهش گلوتن به دلیل کاهش تعداد پل‌های دی سولفیدی پایداری خمیر را کاهش می‌دهد. همچنین، افزودن سبوس سبب تغییر ساختار ثانویه پروتئین و کاهش خاصیت عملکردی گلوتن می‌شود [۱۶]. از طرف دیگر، ناوروسکا و همکاران [۱۷] بیان کردند حضور فیبر سبب کاهش باند آلفا هلیکس و تهییج تشکیل ساختار صفحه‌ای بتای غیر موازی می‌شود.

**Table 2** Effect of extruded wheat bran incorporation on farinography and extension properties of Barbary dough

Type of Bran	Replacement (%)	Water absorption (%)	stability (min)	DDT (min)	extensibility (mm)	Force of extensibility (N)
Native	5	59.23±0.03 <sup>f</sup>	2.11±0.1 <sup>bc</sup>	3.49±0.14 <sup>de</sup>	22.08±0.02 <sup>d</sup>	138.48±3 <sup>c</sup>
	10	59.69±0.07 <sup>e</sup>	1.78±0.09 <sup>d</sup>	3.73±0.1 <sup>d</sup>	21.28±0.11 <sup>c</sup>	145.17±2 <sup>b</sup>
	15	60.46±0.04 <sup>d</sup>	1.28±0.14 <sup>e</sup>	4.09±0.2 <sup>c</sup>	20.73±0.16 <sup>f</sup>	149.9±1 <sup>a</sup>
Extrudate	5	61.03±0.07 <sup>c</sup>	2.56±0.12 <sup>a</sup>	4.04±0.06 <sup>c</sup>	22.67±0.07 <sup>b</sup>	135.19±1 <sup>c</sup>
	10	61.78±0.08 <sup>b</sup>	2.32±0.07 <sup>b</sup>	4.24±0.09 <sup>b</sup>	22.32±0.1 <sup>c</sup>	122.68±2 <sup>d</sup>
	15	62.39±0.06 <sup>a</sup>	1.95±0.06 <sup>cd</sup>	4.66±0.11 <sup>a</sup>	21.88±0.16 <sup>d</sup>	118.41±1 <sup>e</sup>
control		59.09±0.06 <sup>f</sup>	2.38±0.2 <sup>a</sup>	3.26±0.08 <sup>c</sup>	24.96±0.15 <sup>a</sup>	102.29±3 <sup>f</sup>

### ۲-۳- بررسی تأثیر سبوس گندم بر خصوصیات ککش پذیری خمیر

افزودن سبوس معمولی و اکستروود شده و افزایش مقدار جایگزینی آن‌ها سبب کاهش میزان ککش‌پذیری خمیر و افزایش نیروی لازم برای ککش خمیر نسبت به نمونه‌ی فاقد سبوس گندم شد (جدول ۲). این درحالی‌است که خمیرهای حاوی سبوس اکستروود شده میزان ککش‌پذیری بیشتر نیروی لازم برای ککش کمتری نسبت به نمونه‌های حاوی سبوس معمولی داشتند. با افزایش جایگزینی سبوس و کاهش مقدار گلوتن خمیر باندهای دی سولفیدی بین مولکول‌های گلوتن کاهش یافته و به تبع آن میزان ککش‌پذیری خمیر کاهش می‌یابد [۱۵]. همچنین، افزودن سبوس از طریق تداخل در شبکه گلوتهی خمیر می‌تواند ککش‌پذیری خمیر را کاهش دهد. از طرف دیگر، افزودن سبوس سفتی خمیر را افزایش داده [۸] و به تبع آن نیروی لازم برای ککش خمیر را افزایش می‌یابد. بهبود ککش‌پذیری خمیر در اثر فرایند اکستروژن احتمالاً به دلیل جذب آب بالای سبوس گندم اکستروود شده است. بدین گونه که خمیرهای حاوی سبوس گندم اکستروود شده به دلیل رطوبت بیشتر نرم‌تر بوده و در نتیجه نیروی کمتری برای ککش آن لازم است.

### ۳-۳- تأثیر افزودن سبوس بر میزان سختی نان بربری

افزایش غلظت سبوس ابتدا تأثیر منفی بر بافت نان بربری داشت؛ به گونه‌ای که سبب افزایش سختی آن شد (جدول ۳). بیشترین سختی در نان حاوی ۱۵٪ سبوس معمولی مشاهده شد؛ درحالی‌که بین نمونه شاهد (نان بربری فاقد سبوس) و نمونه‌ی حاوی ۵٪ سبوس اکستروود شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $p < 0.05$ ). نتایج نشان داد به‌طور کلی فرایند اکستروژن تأثیر مثبتی بر بافت و سختی نان بربری داشت.

با جایگزینی سبوس، میزان گلوتن موجود در سیستم کاهش یافته و به تبع آن قابلیت نگهداری گاز کاهش می‌یابد. این پدیده می‌تواند در افزایش سختی نان مؤثر باشد. همچنین سبوس افزوده‌شده با اختلال در شبکه‌ی گلوتهی خمیر سبب تضعیف شبکه گلوتهی و به تبع آن کاهش قابلیت نگهداری گاز و افزایش سختی نان می‌شود [۱۸]. همچنین سبوس افزوده‌شده از طریق ضخیم کردن دیواره‌ی حباب‌های هوای نان، سختی نان را افزایش می‌دهد [۸]. یکی از دلایل افزایش سختی نان، کاهش میزان ککش‌پذیری خمیر می‌باشد. همان‌گونه که در بررسی میزان ککش‌پذیری خمیر مشاهده شد با افزودن سبوس میزان ککش‌پذیری خمیر کاهش یافت. از طرف دیگر، فرایند اکستروژن سبب بهبود ککش‌پذیری خمیر شد. این موضوع کمتر بودن سختی نمونه‌های حاوی سبوس اکستروود شده را توجیه می‌نماید. همچنین سبوس اکستروود شده به دلیل جذب آب بالا رطوبت نان را افزایش داده و از این طریق موجب نرم‌تر شدن نان و کاهش سختی آن می‌شود [۸]. از سوی دیگر، فرایند اکستروژن به‌واسطه از بین بردن بافت چوبی و خشن سبوس، بافت نرمی در خمیر ایجاد کرده و از تأثیر منفی سبوس بر بافت خمیر و محصول نهایی می‌کاهد.

در بررسی سختی نمونه‌های نان در طی زمان، مشخص شد سختی نان‌های حاوی سبوس اکستروود شده به‌مراتب کمتر از نان‌های حاوی سبوس معمولی بود؛ به گونه‌ای که تفاوت معنی‌داری بین سختی نان شاهد و نان حاوی ۵٪ سبوس اکستروود شده در طی زمان وجود نداشت (جدول ۳). پایین بودن سختی در نان‌های حاوی سبوس اکستروود شده به بالاتر بودن رطوبت این نمونه‌ها و قابلیت نگهداری آب سبوس اکستروود شده برمی‌گردد؛ به گونه‌ای که از خروج رطوبت از نمونه در طی زمان جلوگیری کرده و از این‌رو میزان رترোগراداسیون نشاسته و سختی محصول را کاهش می‌دهد.

**Table 3** Effect of extruded wheat bran incorporation on texture and color characteristics of Barbary bread

Type of Bran	Replacement (%)	Hardness (N) 2 (h)	Hardness (N) 24 (h)	Hardness (N) 72 (h)	L*	a*	b*
Native	5	7.28±0.06 <sup>cd</sup>	7.89±0.09 <sup>cb</sup>	8.27±0.1 <sup>ca</sup>	71.32±0.3 <sup>b</sup>	2.48±0.2 <sup>e</sup>	24.64±0.2 <sup>e</sup>
	10	7.67±0.17 <sup>bc</sup>	8.26±0.1 <sup>ba</sup>	8.97±0.2 <sup>ba</sup>	69.24±0.2 <sup>c</sup>	3.03±0.2 <sup>d</sup>	25.34±0.1 <sup>d</sup>
	15	8.94±0.1 <sup>ac</sup>	8.79±0.14 <sup>ab</sup>	9.52±0.2 <sup>a</sup>	68.73±0.09 <sup>d</sup>	3.76±0.2 <sup>c</sup>	25.76±0.2 <sup>cd</sup>
Extrudate	5	6.13±0.2 <sup>eb</sup>	6.31±0.15 <sup>eb</sup>	6.88±0.1 <sup>ea</sup>	69.09±0.1 <sup>c</sup>	3.74±0.2 <sup>c</sup>	25.91±0.3 <sup>c</sup>
	10	7.06±0.12 <sup>db</sup>	7.25±0.19 <sup>db</sup>	7.79±0.2 <sup>da</sup>	66.49±0.2 <sup>e</sup>	4.27±0.3 <sup>b</sup>	26.55±0.09 <sup>b</sup>
	15	7.44±0.1 <sup>cb</sup>	7.86±0.2 <sup>cb</sup>	8.44±0.2 <sup>ca</sup>	65.38±0.3 <sup>f</sup>	4.94±0.1 <sup>a</sup>	27.21±0.1 <sup>a</sup>
control		5.91±0.09 <sup>eb</sup>	6.19±0.1 <sup>eb</sup>	6.84±0.2 <sup>ea</sup>	74.77±0.1 <sup>a</sup>	0.93±0.2 <sup>f</sup>	22.76±0.1 <sup>f</sup>

### ۳-۴- بررسی تأثیر افزودن سبوس بر پارامترهای رنگی نان بربری

رنگ یکی از مهم ترین فاکتورهای کیفی است که به طور مستقیم با پذیرش محصولات اکستروود شده نزد مصرف کننده در ارتباط است و می تواند اطلاعات مهمی درباره شدت تیمار حرارتی، تغییرات شیمیایی یا ترکیبات مغذی مواد غذایی در اختیار بگذارد [۱۹، ۲۰]. تغییران رنگ پوسته نان به رنگ سبوس اضافه شده بستگی ندارد؛ بلکه به واکنش های مایلارد و کاراملیزاسیون وابسته است [۲۱]. این واکنش ها به طور هم زمان رخ داده و به دما، فعالیت آبی و pH بستگی دارند [۲۱]. در طرف مقابل، معمولاً رنگ مغز نان به رنگ سبوس اضافه شده بستگی دارد؛ زیرا که دما در قسمت مرکزی نان پایین بوده و احتمال واکنش های ذکر شده کمتر می باشد. بررسی تغییران رنگی نان بربری نشان داد به طور کلی فرایند اکستروژن و افزایش مقدار سبوس سبب کاهش شاخص L و افزایش شاخص های a و b شد. بدین ترتیب میزان روشنایی نان بربری کاهش و میزان قرمزی و زردی آن افزایش یافت. تغییران رنگی نان بربری در محدوده ۶۵/۳۸-۷۴/۷۷ برای شاخص L، محدوده ۰/۹۳-۴/۹۴ برای شاخص a و محدوده ۲۷/۲۱-۲۲/۷۶ برای شاخص b بود (جدول ۳). دلایل عمده تغییر رنگ در اثر فرایند اکستروژن تخریب پیگمان های رنگی؛ انبساط محصول؛ افت رطوبت؛ اکسید شدن کاروتنوئید ها و واکنش های شیمیایی از قبیل کاراملیزاسیون کربوهیدرات ها، واکنش مایلارد و اثر تخریبی اکسیداتیو چربی و پروتئین محصول می باشند. هرچند واکنش های مایلارد و کاراملیزاسیون کربوهیدرات ها در دمای بالا دلیل اصلی قهوه ای شدن و در نتیجه کاهش شاخص روشنایی و ایجاد رنگ قرمز در طی اکستروژن می باشند [۱۹، ۲۰، ۲۱]. از پارامترهای مهم در طی فرایند اکستروژن می توان به رطوبت خوراک ورودی، دما و سرعت ماریچ اشاره کرد. با افزایش دما شاخص L کاهش یافته و در عوض شاخص های a و b افزایش می یابد. بنابراین افزایش دما سبب تیره تر شدن و افزایش قرمزی و زردی رنگ محصول می شود. با افزایش دما دکسترینه شدن نشاسته اتفاق افتاده و افزایش میزان قند احیا روی می دهد؛ از این رو، واکنش

قهوه ای شدن تشدید می گردد [۲۲]. واکنش کاراملیزاسیون با غلظت نشاسته و افزایش دما متناسب است اما با میزان رطوبت نسبت عکس دارد [۱۹]. از این رو با افزایش رطوبت خوراک ورودی، شاخص روشنایی افزایش ولیکن شاخص های قرمزی و زردی کاهش می یابد. همچنین با افزایش رطوبت خوراک ورودی و به دلیل نقش پلاستی سایزری آب، زمان ماند ماده در داخل اکسترودر کاهش یافته و در نتیجه اثر تخریبی اکسترودر بر پیگمان های رنگی و شدت واکنش مایلارد کاهش می یابد. از این رو نیز شاخص روشنایی افزایش ولیکن شاخص های قرمزی و زردی کاهش می یابد. تنش برشی اعمال شده توسط ماریچ ممکن است باعث تخریب پیگمان های کاروتنوئیدی در طی فرایند اکستروژن گردد. همچنین افزایش سرعت ماریچ موجب کاهش زمان ماند ماده در داخل اکسترودر و کاهش تغییرات رنگ می شود [۲۲].

### ۳-۵- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نشان داد نمونه ی حاوی ۱۵٪ سبوس معمولی کمترین امتیاز حسی را داشت (جدول ۴). از طرف دیگر، افزودن ۵٪ سبوس معمولی پتانسیل خوبی برای تولید نان پر فیبر نشان داد. فرایند اکستروژن سبب افزایش پذیرش حسی شد. همچنین مشخص شد در اثر فرایند اکستروژن امکان جایگزینی ۱۰٪ سبوس گندم بدون تأثیر منفی بر ویژگی های حسی فراهم شد. به گونه ای که تفاوت معنی داری بین نمونه ی شاهد و نمونه ی حاوی ۱۰٪ سبوس اکستروود شده از لحاظ ویژگی های حسی مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). بنابراین، فرایند اکستروژن پتانسیل بالایی برای بهبود کیفیت نان داشت. بیشترین تفاوت بین نمونه های حاوی سبوس اکستروود شده و سبوس معمولی از لحاظ ویژگی های رنگی، طعمی و پذیرش کلی بود. فرایند اکستروژن به دلیل واکنش مایلارد حالتی برشته مانند در نان ایجاد کرد؛ از این رو میزان پذیرش رنگی فرآورده را افزایش داد. از طرف دیگر، با توجه به اینکه سبوس معمولی دارای طعم تلخی است، فرایند اکستروژن با اصلاح آن سبب بهبود طعم و افزایش پذیرش کلی شد. گومز و همکاران [۸] نیز بیان کردند سبوس گندم اکستروود شده سبب بهبود طعم نان حجیم شد.

**Table 4** Effect of extruded wheat bran incorporation on Barbary bread sensory parameters

Type of Bran	Replacement (%)	Total Acceptability	Flavor	Color	Appearance	Texture
Native	5	4.14±0.3 <sup>c</sup>	4.11±0.14 <sup>b</sup>	4.19±0.1 <sup>c</sup>	3.96±0.08 <sup>cd</sup>	3.99±0.13 <sup>b</sup>
	10	3.73±0.1 <sup>d</sup>	3.56±0.12 <sup>c</sup>	3.98±0.16 <sup>d</sup>	3.89±0.17 <sup>d</sup>	4.02±0.08 <sup>b</sup>
	15	3.25±0.2 <sup>e</sup>	2.79±0.17 <sup>d</sup>	3.33±0.14 <sup>e</sup>	2.17±0.22 <sup>e</sup>	2.96±0.21 <sup>d</sup>
Extrudate	5	4.51±0.2 <sup>ab</sup>	4.26±0.1 <sup>b</sup>	4.39±0.2 <sup>bc</sup>	4.27±0.14 <sup>b</sup>	4.06±0.12 <sup>b</sup>
	10	4.47±0.2 <sup>b</sup>	4.33±0.12 <sup>b</sup>	4.44±0.2 <sup>b</sup>	4.14±0.09 <sup>bc</sup>	4±0.1 <sup>b</sup>
	15	4.06±0.1 <sup>c</sup>	3.81±0.11 <sup>c</sup>	4.07±0.16 <sup>d</sup>	3.90±0.13 <sup>d</sup>	3.34±0.16 <sup>c</sup>
control		4.69±0.1 <sup>a</sup>	4.61±0.19 <sup>a</sup>	4.64±0.2 <sup>a</sup>	4.73±0.16 <sup>a</sup>	4.75±0.14 <sup>a</sup>

#### ۴- نتیجه گیری

در این مطالعه تأثیر افزودن سبوس اکستروژن شده بر خصوصیات رئولوژیکی، بافتی و حسی نان بربری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد افزودن سبوس اکستروژن شده در مقایسه با سبوس معمولی سبب افزایش جذب آب، پایداری خمیر، زمان گسترش خمیر، میزان کشش پذیری و کاهش نیروی لازم برای کشش خمیر و سختی نان بربری شد. رنگ نان‌های بربری تهیه شده از سبوس اکستروژن شده به دلیل واکنش مایلارد ایجاد شده در سبوس، تیره تر و قرمزی بیشتری داشت. به طور کلی، فرایند اکستروژن به دلیل بهبود خصوصیات حسی پتانسیل بالایی برای کاربرد در محصولات نانوائی داشت. همچنین فرایند اکستروژن با تقلیل اثرات منفی سبوس بر ویژگی‌های محصول نهایی امکان جایگزینی ۱۰٪ سبوس گندم را در محصولات نانوائی میسر کرده و بیاتی نان را به تعویق انداخت.

#### ۵- منابع

- [5] Katina, K., Chiron, H., Requerre, A., Chanier, H., Poutanen, K., and Della, G. 2010. Influence of wheat bran on wheat dough rheology and subsequent texture of bread. *vancouver Talmud toran*.
- [6] Bonnard-Ducasse, M., Della Valle, G., Lefebvre, J., and Saulnie, L. 2010. Effect of wheat dietary fibers on bread dough development and rheological properties. *Journal of Cereal Science*, 52: 200-206.
- [7] Bagheri, R., and Seyedein, M. S. 2011. The Effect of Adding Rice Bran Fiber on Wheat Dough Performance and Bread Quality. *World Applied Sciences Journal 14 (Special Issue of Food and Environment)*, 14: 121-125.
- [8] Gómez, M., Jiménez, S., Ruiz, E., and Oliete, B. 2011. Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality. *LWT-Food Science and Technology*, 44: 2231-2237.
- [9] AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, methods 44-15A (moisture), 08-01(ash), 30-10(fat), 76-12(starch), 46-08 (protein).
- [10] Rashid, S., Rakha, A., Anjum, F. M., Ahmed, W., and Sohail, M. 2015. Effects of extrusion cooking on the dietary fiber content and Water Solubility Index of wheat bran extrudates. *International Journal of Food Science & Technology*, 50: 1533-1537.
- [11] Jafari, M., Koocheki, A., and Milani, E. 2017. Effect of extrusion cooking of sorghum flour on rheology, morphology and heating rate of sorghum-wheat composite dough. *Journal of Cereal Science*, 77: 49-57.
- [12] Wang, M., van Vliet, T., and Hamer, R. J. 2004. How gluten properties are affected by pentosans. *Journal of Cereal Science*, 39: 395-402.
- [13] Autio, K. 2006. Effects of cell wall components on the functionality of wheat
- [1] Majzobi, M., Farahnaki, A., Estekan, R., and Varadi, M. 2011. Effect of short bran and cross-linked wheat starch on characteristics of dough and Barbari bread (Iranian flat bread). *FSCT*, 8:69-79.
- [2] Nugent, A. P. 2005. Health properties of resistant starch. *Nutrition Bulletin*, 30: 27-54.
- [3] Millani, A., Pourazarang, H., and Mortazavi, S. A. 2009. Effect of rice bran addition on dough rheology and textural properties of Barbary bread. *FSCT*, 6:23-31.
- [4] Mardanighahgharani, A., and Yarmand, M. S. 2016. Investigation the effect of bran content on the rheological properties and the quality characteristics of Barbary bread. *FSCT*, 13: 11-21.

- induced by dietary fibres. *Food Chemistry* 194: 86- 94.
- [18] Shittu, T. A., Aminu, R. A., and Abulude, E. O. 2009. Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. *Food hydrocolloids*, 23: 2254-2260.
- [19] Camire, M. E., Camire, A., and Krumhar, K. 1990. Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. *CRC critical. Reviews in Food Science and Nutrition*, 29: 35- 57.
- [20] Lazou, A. and Krokida, M., 2010. Structural and textural characterization of corn-lentil extruded snacks. *Journal of Food Engineering*, 100: 392-408.
- [21] Purlis, E., and Salvadori, V. O. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
- [22] Guy, R. 2001. *Extrusion cooking: technologies and applications*, Woodhead publishing.
- gluten. *Biotechnology advances*, 24: 633-635.
- [14] Sullivan, P., O'Flaherty, J., Brunton, N., Arendt, E., and Gallagher, E. 2011. The utilization of barley middlings to add value and health benefits to white breads. *Journal of food engineering*, 105: 493-502.
- [15] Autio, K., Flander, L., Kinnunen, A., and Heinonen, R. 2001. Bread quality relationship with rheological measurements of wheat flour dough. *Cereal Chemistry*, 78: 654-657.
- [16] Bock, J. E., Connelly, R. K., and Damodaran, S. 2013. Impact of bran addition on water properties and gluten secondary structure in wheat flour doughs studied by attenuated total reflectance fourier transform infrared spectroscopy. *Cereal Chemistry* 90:377-386.
- [17] Nawrocka, A., Szymańska-Chargot, M., Miś, A., Kowalski, R., Gruszecki, W.I., 2016. Studies of gluten proteins aggregation



## Utilization of extruded wheat bran in Barbary bread: Evaluation of sensory, color and texture properties of bread and rheological properties of dough

Goli Movahed, G.<sup>1</sup>, Millani, E.<sup>2\*</sup>, Jafari, M.<sup>3</sup>

1. Lecturer, Faculty member of academic Center for Education Culture and Research, Mashhad
2. Assistant professor, Faculty member of academic Center for Education Culture and Research, Mashhad, PhD student of food science and technology, Ferdowsi university of Mashhad
3. PhD student of food science and technology, Ferdowsi university of Mashhad
4. Cereal company and commercial service zone 5, Mashhad

(Received: 2017/11/15 Accepted:2018/05/19)

Due to rapid growing of consumption of bread in Iran beside its low-cost, convincingly leads to improve bread quality. Since the positive effect of dietary fiber on human health has been proven, the rate of consumption of food product containing dietary fiber is increasingdramatically. Incorporation of fiber sources (i.e. processed bran) is one of the appropriate solutions to fortification and enhancement of nutritional and technological properties of bread. In this project the influences of extruded wheat bran (EWB) on the rheological, technological and sensory properties of Barbary bread were studied. EWB was provided under optimized condition (21% moisture content, 120°C heating temperature and 300 RPM screw rate) and incorporated to wheat flour in different level (0, 5, 10 and 15%). Results showed that, addition of EWB in comparison with raw bran led to an increase in to water adsorption (62.39%), stability (56.2 min), dough development time (4.66 min) and extensibility (22.68 mm). addition of EWB up to 10% caused an improvement of color, flavor andtotal acceptability. Hunter Lab L\* values of Barbary breads decreased but a\*and b\* increased with the increasing EWB level. Furthermore the hardness of samples indicated decreaseby incorporation of EWB (13.6 N) which demonstrated that EWB could maintain bread quality and delay bread staling rate during storage time 72 h.

**Keywords:** Wheat bran, Extrusion, Barbary bread, Farinograph, Extensibility

\* Corresponding Author E-Mail Address: [e.milani@jdm.ac.ir](mailto:e.milani@jdm.ac.ir) :