



## اثر آرد تریتیکاله و بتاگلوکان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان بربری

فروغ محترمی<sup>۱\*</sup>، انیس طالبی<sup>۲</sup>، پگاه بنایی کیا<sup>۳</sup>

۱-استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲-دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۳- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، موسسه آموزش عالی آفاق، ارومیه، ایران

## چکیده

## اطلاعات مقاله

## تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۱۴

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۲۷

## کلمات کلیدی:

نان بربری،

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی،

کالری،

فیبر.

DOI: 10.52547/fsct.18.04.28

\* مسئول مکاتبات:

f.mohtarami@urmia.ac.ir

هدف از این پژوهش بررسی اثر جایگزینی آرد تریتیکاله (در سطوح ۳۰-۰٪) و فیبر بتاگلوکان (در سطوح ۱۰-۰٪) با آرد گندم بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان بربری با استفاده از طرح فاکتوریل دو سطحی حاوی نقاط مرکزی بر مبنای **D-optimal** می‌باشد. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش جایگزینی این دو فاکتور میزان فعالیت آبی، رطوبت و خاکستر نمونه‌های نان به طور معناداری افزایش و میزان چربی، کربوهیدرات و کالری نمونه‌ها کاهش یافت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای پروتئینی نمونه‌های نان با افزایش جایگزینی آرد تریتیکاله افزایش یافت. در حالی که مقادیر بالای بتاگلوکان منجر به کاهش میزان پروتئین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها گردید. همچنین محتوای فیبر نمونه‌های نان با افزایش جایگزینی تریتیکاله و بتاگلوکان به ترتیب کاهش و افزایش یافت. اثر جایگزینی آرد تریتیکاله بر حجم مخصوص نان به مقدار بتاگلوکان وابسته بود؛ بطوریکه با افزایش تریتیکاله در نمونه‌های بدون بتاگلوکان حجم مخصوص طور معناداری کاهش یافته ولی در نمونه‌های حاوی سطوح بالای بتاگلوکان افزایش یافت. افت وزنی، پارامترهای رنگی مغز و پوسته نان‌ها تحت تاثیر فاکتورهای مورد مطالعه قرار نگرفتند. همچنین با افزایش جایگزینی آرد تریتیکاله سفتی و انرژی نفوذ نمونه‌های نان افزایش یافت ولی این افزایش از لحاظ آماری معنادار نبود. با توجه به نتایج ارزیابی حسی، افزایش جایگزینی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان باعث افزایش امتیاز عطر و طعم و پذیرش کلی نمونه‌های نان بربری گردید. با توجه به نتایج حاصله نمونه‌های نان غنی شده با ۳۰٪ آرد تریتیکاله و ۱۰٪ بتاگلوکان ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی مطلوبی داشته و به عنوان نمونه‌های بهینه جهت تولید پیشنهاد می‌شود.

## ۱- مقدمه

بررسی اثر جایگزینی آرد تریتیکاله در سطوح ۳۰-۰٪ و بتاگلوکان در سطوح ۱۰-۰٪ بر خواص فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی نان بربری و همچنین غنی سازی و تعریف فرمولاسیون جدید جهت تولید محصولی با ارزش تغذیه ای بالا می باشد.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد

آرد گندم با درجه استخراج ۱۸٪ (شرکت اطهر مراغه)، مخمر ساکارومایسس سرویزیه (شرکت خمیرمایه فریمان مشهد)، بهبود دهنده مخصوص نان بربری (شرکت اکسیر تهران)، بتاگلوکان (شرکت Lesen)، آرد تریتیکاله (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی)، نمک، شکر و روغن از بازار محلی تهیه گردید. همچنین سایر مواد شیمیایی از برند شرکت مرک (آلمان) خریداری گردید.

### ۲-۲- روش ها

#### ۲-۲-۱- تهیه نان

فرمولاسیون نان بربری بر مبنای ۱۰۰ گرم آرد گندم در جدول ۱، نشان داده شده است. آرد تریتیکاله در سطوح ۳۰-۰٪ و فیبر بتاگلوکان در سطوح ۱۰-۰٪ مطابق با طرح آماری جدول ۲ جایگزین آرد گندم گردیدند. برای تهیه نان، ابتدا تمامی ترکیبات خشک مخلوط، سپس سوسپانسیون مخمر فعال شده و آب مورد نیاز پس از توزین به مواد فوق اضافه و به خوبی با هم مخلوط گردیدند. خمیر نان بعد از ۱۰ دقیقه مخلوط شدن توسط میکسر، به مدت ۱ ساعت در اتاق تخمیر (رطوبت میانگین ۸۰ درصد و دمای ۲۸°C) مرحله تخمیر را سپری کرده و در نهایت توسط فریخت گردان در دمای ۱۶۰°C به مدت ۲۰ دقیقه پخت گردید. نمونه های نان پس از خروج از فر و سرد شدن در کیسه های پلی اتیلنی قرار گرفته و تا زمان آزمون در دمای اتاق نگهداری شدند [۲۹].

**Table 1** Formulation of control Barbaribread

Ingredients	%
Wheat bread	100
Sugar	2.5
Salt	1.5
Yeast	1.25
Improvement	0.5
Margarine	3.75
Water	50

فرآورده های غله ای اصلی ترین منبع کالری دریافتی هستند که از بین این فرآورده ها، نان سهم مهمی در تأمین برخی املاح مانند آهن، کلسیم و ویتامین های گروه B به ویژه تیامین را دارد [۱]. محصولات پختی اغلب محتوای فیبر رژیمی، اسیدهای چرب غیراشباع و ترکیبات فنولی پایینی دارند لذا غنی سازی آن ها برای بهبود ارزش تغذیه ای ضروری به نظر می رسد [۲]. در همین راستا گرایش مصرف کنندگان به سمت مواد غذایی غنی شده رو به افزایش است. تحقیقات بسیاری در مورد تاثیر افزودن ترکیبات مختلف بر نان و محصولات غله ای مانند افزودن نخود فرنگی و باقلا سبز به نان [۳]، پودر آناناس در نان [۴]، فیبر خوراکی و صمغ لوبیای خرنوب در نان [۵]، آرد ارزن در پاستا [۶]، پودر سیب زمینی در کیک [۷]، پودر تفاله هویج در نان فاقد گلوتن [۸]، پودر پوست انبه در بیسکوئیت [۹]، شیر خرمای در بیسکوئیت [۱۰ و ۱۱]، لستین در بیسکوئیت [۱۲]، فیبرهای مغذی و سبوس غلات در کیک [۱۳] و پودر تفاله هویج در کیک [۱۴] به منظور غنی سازی و افزایش ارزش تغذیه ای محصولات انجام شده است. تریتیکاله گیاهی نسبتاً جدید و ساخته دست بشر است و از هیبرید بین گندم به عنوان پایه مادری و چاودار به عنوان پایه پدری حاصل شده است [۱۵]. خصوصیات مطلوبی همچون تحمل به خشکی و سرما، مقاومت به بیماری ها و کارایی جذب فسفر را داراست همچنین حاوی مواد معدنی و فعالیت آمیلازی بالا، ۲۵٪ پروتئین و اسید فیتیک کمتری نسبت به بقیه غلات می باشد [۱۶]. از طرفی بتاگلوکان که پریبیوتیک پلی ساکاریدی و فیبر غذایی محلول در آب بوده و به منظور بهبود خواص، افزایش ماندگاری نانو مکمل رژیم غذایی می توان استفاده کرد [۱۷]. در طی سال های اخیر تحقیقاتی در زمینه استفاده از آرد تریتیکاله به منظور غنی سازی و بهبود کیفیت مواد غذایی از جمله کراکر [۱۸]، نان [۱۹]، کوکی [۲۰]، بیسکوئیت [۲۱]، کیک [۲۲] و نودل [۲۳] انجام شده است. همچنین نتایج از بهبود خواص محصولاتی نظیر نان [۱۴] کوکی [۲۴-۲۶] و بیسکوئیت [۲۸] در خصوص افزودن بتاگلوکان گزارش شده است. با توجه به اینکه نان به عنوان یکی از اصلی ترین رژیم های غذایی است، از طرفی نیاز جامعه به بهبود ارزش تغذیه ای مواد غذایی و کاهش میزان وابستگی به آرد گندم در ایجاد امنیت غذایی پایدار، هدف از این پژوهش

## ۲-۲-۲- آزمون‌های شیمیایی

اندازه‌گیری رطوبت، چربی، پروتئین، خاکستر و فیبر خام نمونه‌های نان مطابق با روش‌های استاندارد AACC (2000) انجام گرفت [۳۰]. میزان کربوهیدرات با کسر محتوای کل رطوبت، چربی، خاکستر و پروتئین نمونه‌ها از ۱۰۰ به دست آمد. میزان کالری نمونه‌ها نیز با توجه به فرمول زیر محاسبه گردید [۳۱].

میزان کالری

$$+ (2 \times \text{درصد فیبر}) + (4 \times \text{درصد پروتئین}) + (9 \times \text{درصد چربی}) \\ + (4 \times \text{درصد کربوهیدرات})$$

## ۲-۲-۳- ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

خاصیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های نان به روش DPPH انجام یافت [۳۲]. در ابتدا جهت تهیه عصاره، ۱۰ گرم از نمونه‌های نان در آون با دمای ۵۰°C خشک و بصورت پودری درآمدند. نمونه‌های پودری با ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول ترکیب و به مدت نیم ساعت روی هم‌زن مغناطیسی میکس شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت به حال خود رها شده و در مرحله بعد عصاره حاوی ترکیبات توسط کاغذ صافی از مواد معلق جدا شدند. ۱- میلی‌لیتر از عصاره اتانولی به همراه ۴ میلی‌لیتر اتانول ۹۶٪ و ۱ میلی‌لیتر معرف DPPH (۰/۰۰۴٪) با هم مخلوط شده و به مدت ۲۰ دقیقه در تاریکی نگهداری شدند. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد [۳۲]. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با توجه به رابطه زیر محاسبه گردید:

DPPH= درصد مهارکنندگی رادیکال

$$A_{\text{Blank}} - A_{\text{Sample}} / A_{\text{Blank}} \times 100$$

$A_{\text{Blank}}$  جذب نمونه شاهد و  $A_{\text{Sample}}$  جذب نمونه اصلی است.

## ۲-۲-۴- آزمون‌های فیزیکی

اندازه‌گیری فعالیت آبی با استفاده از دستگاه سنجش فعالیت آبی مدل MS1, Novasina, Switzerland تعیین شد. برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌ها از روش جایگزینی دانه کلزا استفاده شد [۳۳]. افت وزن نمونه‌های نان از تقسیم اختلاف وزن نمونه‌ها قبل و بعد پخت بر وزن قبل پخت

محاسبه گردید [۳۰].

## ۲-۲-۵- رنگ سنجی

رنگ نمونه‌های نان از طریق تعیین سه شاخص  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (CR-400, Konica Minolta)، بر روی قطعاتی از نان که به طور طولی برش خورده بود از قسمت داخلی (مغز نان) و از قسمت خارجی (پوسته نان) اندازه‌گیری شد.

## ۲-۲-۶- ارزیابی بافت

آزمون بافت سنجی نان به صورت آزمون نفوذ توسط دستگاه آنالیز بافتی (TA-XT plus, Stable Micro System Ltd, Surrey, UK) با استفاده از پروب ۶ میلی‌متری با سرعت ۰/۵ میلی‌متر بر ثانیه با نفوذ در عمق ۵mm از نمونه‌ها در روز اول و پنجم بعد از پخت اندازه‌گیری و ثبت گردید. شاخص‌های مورد ارزیابی سفتی و انرژي نفوذ می‌باشند که مقادیر بالای این دو پارامتر نشان دهنده سفتی بافت و میزان انرژي بیشتر برای گاز زدن نان می‌باشد [۳۴].

## ۲-۲-۷- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی نمونه‌های نان از روش امتیازدهی خطی توسط ۱۲ نفر پانالیست در فاصله زمانی یک روز بعد از پخت استفاده گردید. ارزیابی حسی با توجه به رنگ، عطر، طعم، بافتو پذیرش کلی نمونه‌های نان توسط هر ارزیاب بصورت یک علامت روی محور رسم شده در فرم ارزیابی مشخص شده و نتایج این ارزیابی با اندازه‌گیری طول منحنی از مبدا تا محل علامت زده تقسیم بر طول کل محور (بازه ۱-۰) گزارش گردید [۳۱].

## ۲-۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش به منظور بهینه‌سازی فرمولاسیون نان بربری، با جایگزینی آرد تریتیکاله در سطوح ۰-۳۰٪ و بتاگلوکان در سطوح ۱۰-۰٪ با آرد گندم در ۱۱ تیمار مطابق با جدول ۲ با به کارگیری طرح فاکتوریل دو سطحی حاوی نقاط مرکزی در قالب D-optimal با استفاده از نرم افزار 7.0.0.TrialDesign Expert مورد ارزیابی قرار گرفت و سطح معنی داری  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد. به منظور

کوکی [۲۷] و فیبرهای مغزی و سبوس غلات به کیک [۱۳] گزارش شده است. میزان خاکستر نمونه‌ها با افزایش جایگزینی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان به دلیل وجود املاح معدنی بیشترین مواد به طور معناداری افزایش یافت. Lazaridou و همکاران (۲۰۰۷) در خصوص افزایش خاکستر نتیجه مشابهی با جایگزینی آرد تریتیکاله در کوکی بیان کرده‌اند [۳۵]. چربی نمونه‌های نان با افزایش درصد جایگزینی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). این امر به علت پایین بودن چربی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان نسبت به آرد گندم می‌باشد [۳۶]. نتایج مشابهی در زمینه کاهش میزان چربی با افزودن تریتیکاله و بتاگلوکان در کیک [۲۷] و کوکی [۲۰] گزارش شده است. همچنین محتوای پروتئینی نمونه‌های نان با افزایش درصد جایگزینی تریتیکاله و بتاگلوکان به ترتیب افزایش و کاهش یافت. علت کمتر بودن پروتئین نمونه‌های حاوی بتاگلوکان، رقیق شدن محتوای پروتئینی نان در نتیجه‌ی افزودن بتاگلوکان است. بتاگلوکان اتصالات بین مولکولی پروتئین‌های گلوتم را بر هم می‌زند و ساختار خمیر را ضعیف می‌کند [۳۷]. Noor Aziah و همکاران (۲۰۱۱) کاهش در مقدار پروتئین را با افزودن پودر پوست انبه در کیک اسفنجی بیان کردند [۳۸]. محتوای فیبر نمونه‌های نان با افزایش درصد جایگزینی تریتیکاله و بتاگلوکان به ترتیب کاهش و افزایش یافت ( $p < 0.05$ ). که به دلیل محتوای فیبر بالای بتاگلوکان در فرمولاسیون می‌باشد. نتایج مشابهی با افزودن هیدروکلوئید HPMC و صمغ زانتان در نان گزارش شده است [۳۹]. با افزایش درصد جایگزینی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان با آرد گندم میزان کربوهیدرات و کالری نمونه‌ها بطور معنی‌داری کاهش یافت ( $p < 0.05$ ). علت این کاهش به دلیل بالا بودن میزان فیبر و کاهش چربی در آرد تریتیکاله و بتاگلوکان می‌باشد [۳۱]. نتایج مشابهی در خصوص کاهش کالری با افزودن تریتیکاله در کراکر [۱۸] و بتاگلوکان در بیسکوئیت [۲۸] گزارش شده است.

ارزیابی صحت مدل‌ها، آزمون عدم تطابق مدل<sup>۱</sup> ( $p > 0.05$ )، ضریب تغییرات<sup>۲</sup>، ضریب تبیین ( $R^2$ ) و ضریب تبیین اصلاح شده ( $Adj-R^2$ ) تعیین شدند.

Table 2 Experimental design

Run	TF%	BG%	Wheat Flour%
1	0	0	100
2	0	10	90
3	30	0	70
4	30	0	70
5	0	10	90
6	0	0	100
7	30	10	60
8	30	10	60
9	15	5	80
10	15	5	80
11	15	5	80

TF: Triticale Flour BG: Betaglucan

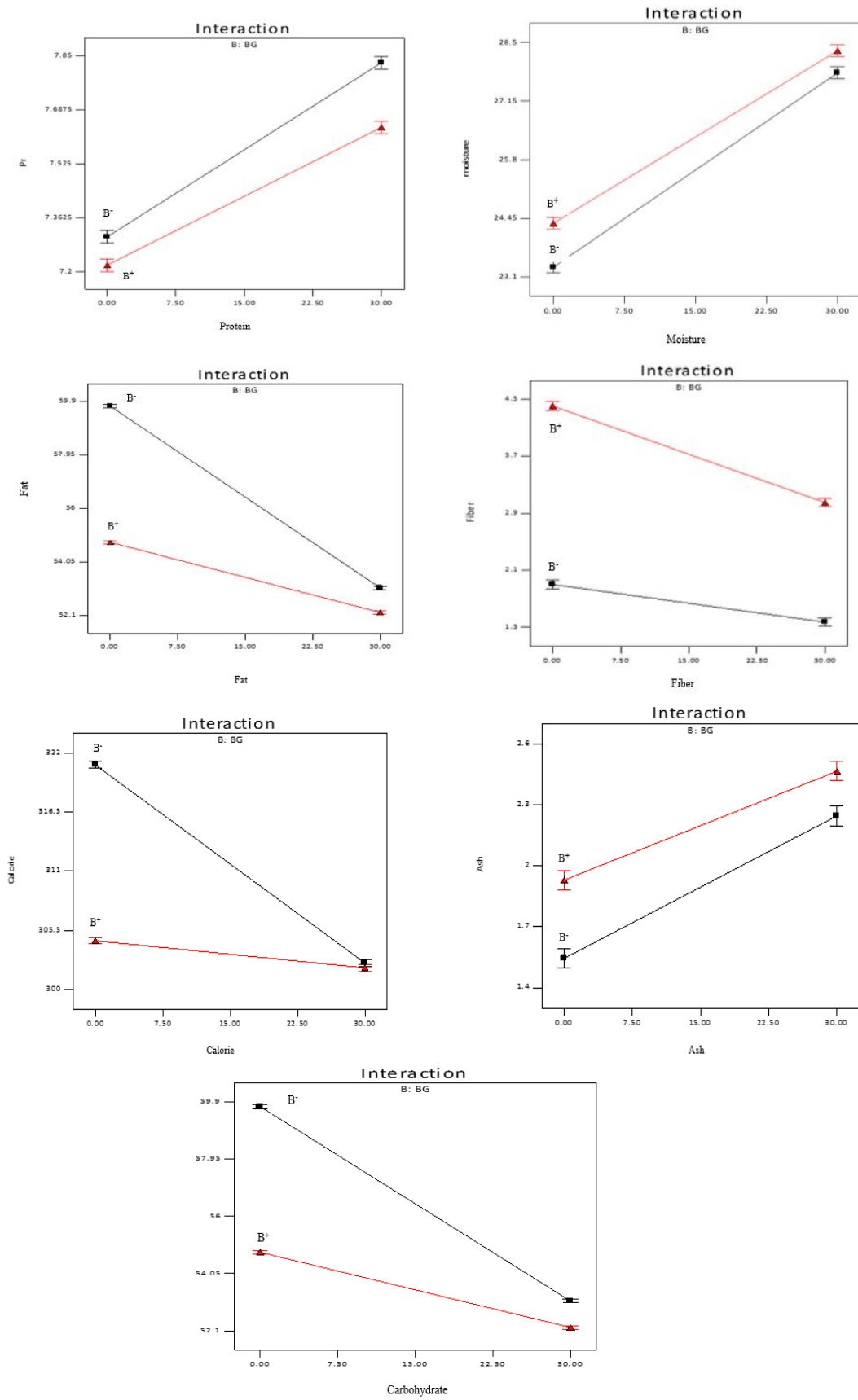
### ۳- نتایج و بحث

جدول آنالیز واریانس داده‌ها در جدول ۳ و ۴ آورده شده است. اکثر مدل‌های پیش بینی کننده اثر فاکتورها بر پاسخ‌های مورد بررسی در سطح  $p < 0.05$  معنی‌دار بوده و مقدار  $R^2$  و  $Adj-R^2$  بالایی داشتند و ضریب تغییرات مدل‌های ارائه شده کمتر از ۵٪ بود.

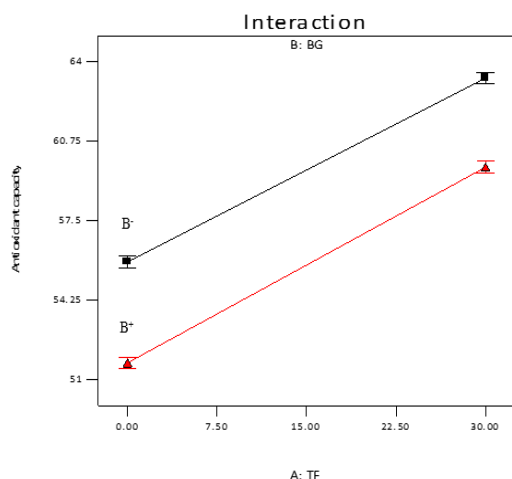
### ۳-۱- آنالیز شیمیایی

با توجه به نتایج آنالیز آماری (جدول ۳ و شکل ۱)، با افزایش درصد جایگزینی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان با آرد گندم میزان رطوبت نمونه‌های نان به طور معناداری ( $p < 0.05$ ) افزایش یافت دلیل افزایش رطوبت در نمونه‌های نان با افزایش سطح آرد تریتیکاله را می‌توان به فیبر بیشتر آن نسبت به آرد گندم ربط داد که فیبر باعث جذب بیشتر آب و در نتیجه آن افزایش رطوبت می‌گردد. علاوه بر آن، افزایش رطوبت با افزایش سطح بتاگلوکان به علت فیبر بالا و وزن مولکولی بتاگلوکان مصرفی می‌باشد [۲۰]. نتایج مشابهی در خصوص افزودن بتاگلوکان به

1. Lack of Fit  
2. Coefficient of variation



**Fig 1** The Effect of Triticale Flour (TF) and  $\beta$ -glucan on chemical analysis of Barbari bread  
 %10  $\beta$ -glucan= (red) B<sup>+</sup>  
 %0  $\beta$ -glucan= (black) B<sup>-</sup>



**Fig 2** The Effect of Triticale Flour (TF) and  $\beta$ -glucan on antioxidant capacity of Barbari bread (red) B<sup>+</sup>= %10  $\beta$ -glucan (black) B<sup>-</sup>= %0  $\beta$ -glucan

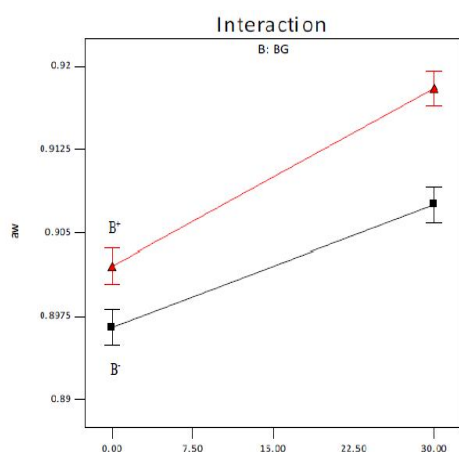
### ۳-۲- ظرفیت آنتی اکسیدانی

با توجه به نتایج آنالیز آماری (جدول ۳ و شکل ۲) اثر ترکی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان و همچنین اثر بر هم کنش آن‌ها بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ). ظرفیت آنتی‌اکسیدان نمونه‌های نان با افزایش درصد جایگزینی تریتیکاله و بتاگلوکان به ترتیب افزایش و کاهش یافت. علت افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به خاطر وجود مواد آنتی‌اکسیدانی و فنول بالا در آرد تریتیکاله است [۴۰]. ولی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بتاگلوکان در مقایسه با آرد گندم کمتر بود در نتیجه جایگزینی آن با آرد گندم باعث کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گردید. نتایج مشابهی در خصوص افزایش میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، با افزودن جامبولان در مافین [۴۱] و پودر اسفناج در کیک [۴۲] گزارش شده است.

**Table 3** Analysis of variance and coefficients of regression fitting models showing the relationships among responses and independent variables

Factor	Moisture	Ash	Protein	Fat	Fiber	Carbohydrate	Calorie	Antioxidant
Model	880.86**	196.77**	621.77**	2491.40**	1419.19**	7237.12**	2511.64**	1284.15**
Intercept	23.32	1.54	7.30	58.7	1.9	59.73	320.905	55.82
A	0.149**	0.023**	0.017**	0.0017**	-0.017**	-0.220**	-0.614**	0.250**
B	0.101**	0.038**	-0.008**	0.093**	0.250**	-0.496**	-1.636**	-0.413**
A*B	-0.0016**	-0.001**	-0.0003**	-0.00042**	-0.0027**	0.013**	0.053**	0.0016**
R <sup>2</sup>	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97
Adj-R <sup>2</sup>	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97
CV%	0.90	2.69	0.58	2.51	1.78	0.71	1.09	1.09

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , ns(non-significant):  $p \geq 0.05$ , A: Triticale Flour, B:  $\beta$ -glucan

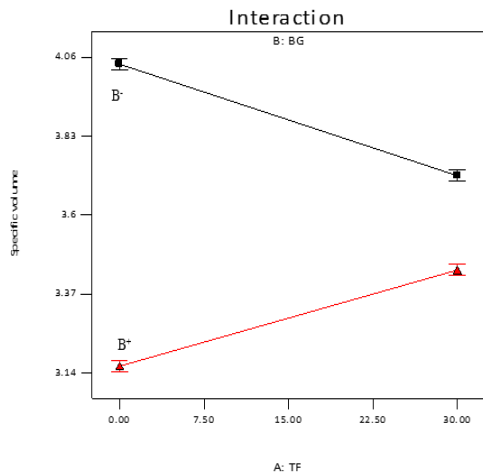


**Fig 3** The Effect of Triticale Flour (TF) and  $\beta$ -glucan on water activity of Barbari bread %10  $\beta$ -glucan= (red) B<sup>+</sup> %0  $\beta$ -glucan= (black) B<sup>-</sup>

### ۳-۳- آنالیز فیزیکی

با توجه به نتایج آنالیز واریانس (جدول ۴ و شکل ۳)، جایگزینی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان اثر معناداری بر فعالیت آبی نمونه‌ها داشت. بطوریکه با افزایش آرد تریتیکاله و بتاگلوکان محتوای فعالیت آبی نمونه‌های نان افزایش یافت ( $p < 0.05$ ).

محتوای فیبری آرد تریتیکاله و خاصیت هیدروکلوئیدی و فیبر بالای بتاگلوکان منجر به افزایش جذب آب و افزایش فعالیت آبی نمونه‌های نان گردید [۲۷]. Apolina و همکاران (۲۰۰۷) نتایج مشابهی در خصوص فعالیت آبی با اضافه کردن بتاگلوکان یولاف در نان بیان کردند [۴۳]. همچنین با توجه به نتایج حاصله جایگزینی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان تأثیری بر میزان افت وزنی و پارامترهای رنگ (L\*, a\*, b\*) نمونه‌های نان نداشت ( $p > 0.05$ ).



**Fig 4** The Effect of Triticale Flour (TF) and  $\beta$ -glucan on specific volume of Barbari bread  
 $10\% \beta$ -glucan = (red) B<sup>+</sup>  
 $0\% \beta$ -glucan = (black) B<sup>-</sup>

### ۳-۵- آنالیز بافت

بافت در کیفیت محصول و پذیرش آن توسط مصرف کننده بسیار تاثیرگذار است. با توجه به نتایج آنالیز واریانس، با افزایش جایگزینی فیبر بتاگلوکان و آرد تریتیکاله سفتی و انرژی نفوذ نمونه‌های نان افزایش یافت ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ ).

**Table 4** Analysis of variance and coefficients of regression fitting models showing the relationships among responses and independent variables

Factor	aw	Specific volume	Firmness	Energy	Overall acceptance
Model	91.82**	1524.50**	0.61 <sup>ns</sup>	0.69 <sup>ns</sup>	1.47 <sup>ns</sup>
Intercept	0.895	4.04	0	0	0
A	0.00037**	-0.0108*	0	0	0
B	0.00055**	-0.088**	0	0	0
A×B	0.00001**	0.002**	0	0	0
R <sup>2</sup>	0.97	0.99	0.23	0.25	0.69
Adj-R <sup>2</sup>	0.96	0.99	-0.14	-0.11	0.54
CV%	0.19	1.85	1.2	2.3	1.4

\*:  $p \leq 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , ns(non-significant);  $p \geq 0.05$ , A: Triticale Flour, B:  $\beta$ -glucan

### ۳-۶- ارزیابی حسی

آرد تریتیکاله در فرمولاسیون نان، امتیاز پذیرش و طعم نمونه‌های نان افزایش یافت. بطوریکه بیشترین امتیاز پذیرش طعم و پذیرش کلی در نمونه‌هایی با بیشترین میزان آرد تریتیکاله و بتاگلوکان مشاهده گردید (شکل ۵). امتیاز پذیرش رنگ نمونه‌ها تحت تاثیر فاکتورهای مورد مطالعه قرار نگرفت ( $p > 0.05$ ).

**۳-۴- حجم مخصوص**  
 با توجه به نتایج آنالیز آماری، اثر تکی آرد تریتیکاله و اثر بر همکنش تریتیکاله و بتاگلوکان بر حجم مخصوص نان‌ها معنادار بود ( $p < 0.05$ ). همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود اثر آرد تریتیکاله بر حجم مخصوص به محتوای بتاگلوکان نمونه‌ها وابسته است. بطوریکه حجم مخصوص با افزایش جایگزینی آرد تریتیکاله در نمونه‌های فاقد بتاگلوکان کاهش یافته ولی در نمونه‌های حاوی سطوح بالای بتاگلوکان، افزایش یافت.

علت کاهش حجم در اثر افزایش سطح آرد تریتیکاله به دلیل تضعیف شبکه گلوتمی است و دلیل بیشتر شدن حجم مخصوص به علت جذب الرطوبه بودن بتاگلوکان و ایجاد ویسکوزیته بیشتر در خمیر و بهبود خواص ویسکوالاستیک گلوتم و در نتیجه حفظ و نگهداری بهتر حباب‌های گاز تولید شده در نان نسبت به نمونه‌های فاقد بتاگلوکان می‌باشد [۴۴]. Iranshahi و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر بتاگلوکان در کیفیت نان نتایج مشابهی در مورد حجم مخصوص بیان کردند [۴۴].

ویژگی‌های ظاهری ماده غذایی به عنوان مهم‌ترین ارزیابی در درک کیفیت، ایمنی، طعم، ماندگاری و خصوصیات تغذیه‌ای غذا مربوط می‌باشد. با توجه به نتایج آنالیز واریانس، جایگزینی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان اثر مثبت معناداری بر روی امتیاز پذیرش رنگ، عطر و طعم و پذیرش کلی نمونه‌های نان داشتند. با افزایش جایگزینی بتاگلوکان و

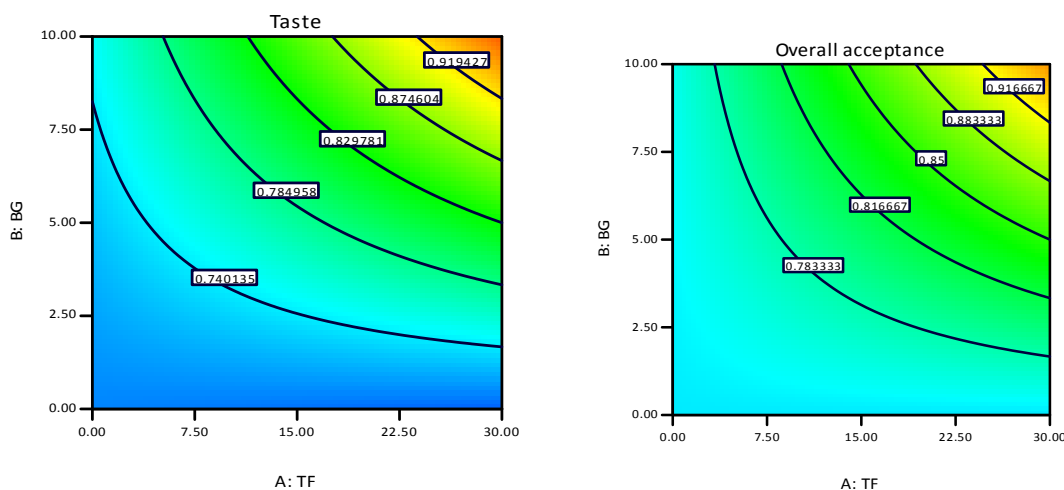


Fig 5 Counter plots of sensory evaluation in Triticale Flour (TF) and  $\beta$ -glucan substituted bread.

#### ۴- نتیجه گیری

مطالعه قرار نگرفتند ( $p > 0.05$ ). همچنین با توجه به نتایج ارزیابی حسی با افزایش جایگزینی هم زمان آرد تریتیکاله و بتاگلوکان در نمونه های نان بربری امتیاز پذیرش عطر و طعم و پذیرش کلی افزایش یافت. به طور کلی نتایج حاصله نشان داد که نمونه حاوی ۳۰٪ آرد تریتیکاله و ۱۰٪ بتاگلوکان ارزش تغذیه ای و امتیاز پذیرش حسی بهتری نسبت به سایر نمونه ها داشت و برای تولید نان غنی شده با کیفیت مطلوب توصیه می شود.

#### ۵- منابع

- [1] Anton, A., Lukow, O., Fulcher, Rand Arntfield, S. 2009. Shelf Stability and Sensory Properties of Flour Tortillas Fortified with Pinto Bean Flour: Effects of Hydrocolloid Addition. Food Science and Technology, 42, pp: 23-29.
- [2] Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C and Galotto, M.J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and anti-staling agents. Food Hydrocolloids, 18: pp. 241-247.
- [3] Belghith Fendri, L., Chaari, F., Maaloul, M., Kallel, F., Abdelkafi, L., Chaabouni, S and Ghribi-Aydi, D. 2016. Wheat bread enrichment by pea and broad bean pods fibers: Effect on dough rheology and bread quality. Food Science and Technology, 73: pp. 584-591.
- [4] Selani, M.M., Brazaca, S.G.C., Dias, C.T.S., Ratnayake, W.S., Flores, R.A., and Bianchini, A. 2014. Characterisation and potential application of pineapple pomace in

آرد تریتیکاله به دلیل داشتن خواص تغذیه ای بالا و بتاگلوکان به علت غنی بودن از لحاظ محتوای فیبر منابع خوبی برای افزایش ارزش تغذیه ای مواد غذایی می باشند. میزان گلوکن کمتر آرد تریتیکاله سبب کاهش کیفیت محصول نهایی می شود، که بدین منظور از بتاگلوکان برای بهبود خواص نان استفاده گردید. در این پژوهش اثر جایگزینی هم زمان آرد تریتیکاله و بتاگلوکان بر روی ویژگی های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان بربری با آرد گندم بررسی گردید. نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد که اکثر مدل های پیش بینی کننده پاسخ ها در سطح اطمینان  $p < 0.05$  معنی دار بوده و مقدار  $R^2$  و  $Adj-R^2$  بالایی داشتند. با افزایش جایگزینی آرد تریتیکاله میزان فعالیت آبی، رطوبت و خاکستر نمونه های نان افزایش و میزان چربی، کربوهیدرات و کالری نمونه ها کاهش یافت. ظرفیت آنتی اکسیدانی و محتوای پروتئینی نمونه های نان با افزایش جایگزینی آرد تریتیکاله افزایش و در سطوح بالای بتاگلوکان کاهش یافتند. همچنین محتوای فیبر نمونه های نان با افزایش جایگزینی آرد تریتیکاله و بتاگلوکان به ترتیب کاهش و افزایش یافت. حجم مخصوص نان ها با افزایش تریتیکاله در نمونه های فاقد بتاگلوکان کاهش و در نمونه های حاوی سطوح بالای بتاگلوکان افزایش یافت ولی در حالت کلی حجم مخصوص نمونه های غنی شده در مقایسه با نمونه شاهد کمتر بود. پارامترهای رنگ ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) پوسته و مغز، سفتی، انرژی نفوذ وافت وزنی نمونه های نان تحت تاثیر فاکتورهای مورد



- 11.
- [15] Nascimento, W. M. 2003. Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. *Scientia Agricola*, 60(1): pp.71-75 .
- [16] Erekul, O and Köhn, W. 2006. Effect of weather and soil conditions on yield components and breadmaking quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter Triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in North - East Germany. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192(6): pp.452-464 .
- [17] Zannini, E and Elke, K. 2013. *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries: A Volume in Woodhead Publishing Series, Technology and Nutrition*, 17: pp. 45-54.
- [18] Gabriela, T. P., Alberto, E. L., Pablo, D. R., Alicia, A., Oscar, J. R and Mara, C. A. 2003. Use of triticale flours in cracker-making. *European Food Research and Technology*, 217(2): pp.134-137.
- [19] Seguchi, M., Ishihara, C., Yoshino, Y., Nakatsuka, K and Yoshihira, T. 2006. Breadmaking Properties of Triticale Flour with Wheat Flour and Relationship to Amylase Activity. *Journal of Food Science*, 64(4): pp. 582-586.
- [20] Andrzej, M., Wyrwicz, J., Brzeska, M., Moczowska, M., Karp, S and Wierzbicka, A. 2018. Effect of different beta-glucan preparation pretreatments on fortified bread quality. *Food Science and Technology*, 38(4).
- [21] Tessari, P and Lante, A. 2017. A Multifunctional Bread Rich in Beta Glucans and Low in Starch Improves Metabolic Control in Type 2 Diabetes: A Controlled Trial. *Nutrients*, 9(3): pp. 297.
- [22] Skendi, A., Biliaderis, C., Papageorgiou, M & Izydorczyk, M. 2010. Effects of two barley  $\beta$ -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. *Food chemistry*, 119(3): pp. 1159-1167 .
- [23] Alberto, E. L., Rubiolo, A and ANON, M.C. 2000. Use of Triticale Flours in Cookies. *Cereal Chemistry*, 73(6): pp. 779-784.
- [24] Bacha, U., Nasir, M., Iqbal, S and Ahmad, A. A. 2017. Influence of Yeast  $\beta$ -Glucan on Cookies Sensory Characteristics and Bioactivities, *Journal of Chemistry*, 2018.
- [25] Blanco Canalis, M., Leon, A and Ribotta, P. 2017. Effect of inulin on dough and biscuit quality produced from different an extruded product for fibre enhancement. *Food Chemistry*, 163: pp.23-30.
- [5] Almeida, E., Chang, Y and Steel, C. 2013. Dietary fibre sources in bread influence on technological quality. *Food Science and Technology*, 50(2): pp. 545-553.
- [6] Gull, A., Prasad, K and Kumar, P. 2015. Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, colour and texture of developed pasta. *Food Science and Technology*, 63: pp.470-474.
- [7] Jeddou, K.B., Bouaziz, F., Zouari-Ellouzi, S., Chaari, F., Ellouz-Chaabouni, S and Ellouz-Ghorbel, R. 2017. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. *Food Chemistry*, 15: pp.668-77.
- [8] Talebi, A., Mohtarami, F and Pirsa, S. 2019. The Effect of Carrot Pomace Powder on Physicochemical, Textural and Sensory Properties of Gluten Free Bread. *Journal of Food Science and Technology*, 86(16): pp. 373-385.
- [9] Ajila, C., Leelavathi, K and Prasada Rao, U. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48: pp. 319-326.
- [10] Mazjoobi, M., Mansouri, H., Mesbahi, G.H., Farahnaky, A and Golmakani, M.T. 2016. Effects of Sucrose Substitution with Date Syrup and Date Liquid Sugar on the Physicochemical Properties of Dough and Biscuits. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18(3): pp. 643-656.
- [11] Fahloul, D., Abdedaim, M., Trystram, G. 2010. Heat, Mass Transfer and Physical Properties of Biscuits Enriched with Date Powder. *Journal of Applied Science and Research*, 6: pp.1680-1686.
- [12] Haghayegh, G.H. and Zaveh Zad, N. 2017. Application of Melon Seed Flour and Lecithin Emulsifier as a Fat Replacer in Low Fat Biscuit Production. *Journal of Food Engineering*, 70(14): pp. 66-55.
- [13] Lebesi, D.M and Tzia, C. 2011. Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. *Food Bioprocess Technology*, 4: pp. 710-722.
- [14] Mohtarami, F. 2018. Effect of Carrot Pomace Powder and Dushab (Traditional Grape Juice Concentrate) on the Physical and Sensory Properties of Cakes: A Combined Mixtures Design Approach. *Current Nutrition and Food Science*, 14: 1-

- [36] Bhatti, R. 1986. Physiochemical and functional (breadmaking) properties of hull-less barley fractions. *Cereal Chemistry*, 63(1): pp.31-36.
- [37] Rasti, K., Anjum, F.M and Zahoor, T. 2011. Extracriion and characterization of  $\beta$ -glucan from oat for industrial utilization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2560: pp. 1-6.
- [38] Noor Aziah, A., Lee Min, W and Bhat, R. 2011. Nutritional and sensory quality evaluation of sponge cake prepared by incorporation of high dietary fiber containing mango (*Mangifera indica* var. Chokanan) pulp and peel flours. *International journal of food sciences and nutrition*, 62(6): pp. 559-567.
- [39] Arendt, k. 2013. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat". *Food Hydrocolloids* 32(1): pp. 195-203.
- [40] Fraś, A; Gołębiewska, K; Gołębiewski, D; Mańkowski, D.R; Boros, D; &Szecówka, P; (2016). "Variability in the chemical composition of triticale grain, flour and bread". *Journal of Cereal Science*, 71: pp. 66-72.
- [41] Singh, J.P., Kaur, A., Shevkani, K and Singh, N. 2015. Influence of jambolan (*Syzygiumcumini*) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of glutenfree eggless rice muffins. *International Journal of Food Science and Technology*, 50: pp.1190–1197.
- [42] Lu, T-M., Lee, C-C., Mau, J-L and gch, S-D. 2010. Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry*, 119(3): pp.1090-1095.
- [43] Apolina, D., Stewart, L., Smith, K., Thomas, W., Fulcher, R.G and Slavin, J. 2007. Concentrated oat betaglucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Nutrition Journal*, 6: pp: 6-10.
- [44] Iranshahi, M., Ardebili, M and Ardakani, A. 2014. Effect of inulin and betaglucan on the physicochemical rheological and sensory properties barbari bread. 4(6): pp.90-99.
- flours. *International Journal of Food Studies*, 6: pp. 13-23.
- [26] Oliete, B., Pérez, G., Gómez, M., Ribotta, P., Moiraghi, M and León, A. 2010. Use of wheat, triticale and rye flours in layer cake production. *Food Science and Technology*, 45(4): pp. 697-706.
- [27] Lorenz, K., Dllsaver, W and Lough, J. 2006. Evaluation of triticale for the manufacture of noodles. *Journal of Food Science*, 37(5):pp.764 – 767.
- [28] Nakov1, G., Stamatovska, V., Jukić, M., Necinova, L., Ivanova1, N., Šušak, A and Komlenić, D. 2019. Beta glucans in biscuits enriched with barley flour made with different sweeteners. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, pp.87-92.
- [29] Vatandoust, S., Azizi, M. H., Hojjatoleslami, M., Molavi, H and Raesi, Z. 2014. The effect of adding *Eleaagnus angustifolia* powder to quality characteristics of burger's bread. *Journal of Food Science and Technology*, 12(49): pp.71-83.
- [30] AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 10<sup>th</sup> edition.
- [31] Karp, S., Wyrwisz, J., Kurek, M. A and Wierzbicka, A. 2017. Combined use of cocoa dietary fibre and steviol glycosides in low calorie muffins production. *International journal of food science and technology*, 52(4): pp.944-953.
- [32] Sancho, S.d., Silva, A.R., Dantas, A.N., Magalhaes, T.A., Lopes, G.S., Rodrigues, S., Costa, J.M., Fernandes, F.A and Silva, M.G. 2015. Characterization of the industrial residues of seven fruits and prospection of their potential application as food supplements. *Journal of Chemistry*, 2015: pp.1-8.
- [33] Lin, S.D and Hwang, C.F. 2003. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. *Journal of Food Science*, 68(6): pp.2107-2110.
- [34] Lu, T.M., Lee, C.C., Mau, J.L., and Lin, S.D. 2010. Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry*, 119(3): pp.1090-1095.
- [35] Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., and Izydorczyk, M.S. 2007. Cereal b-glucans: Structures, physical properties, and physiological functions. *Functional food carbohydrates*, pp. 1-72.



## The Effect of Triticale Flour and Betaglucan on Physicochemical, Textural and Sensory Properties of Barbari Bread

Mohtarami, F. <sup>1\*</sup>, Talebi, A. <sup>2</sup>, Banaeikia, P. <sup>3</sup>

1. Assistant Professor, Food Science and Technology Department, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran

2. Ph.D student in Food Science and Technology, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran

3. MS in Food Science and Technology, Agriculture Faculty, Afagh Higher Education Institute, Urmia, Iran

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Article History:</b></p> <p>Received 2020/ 04/ 02 Accepted 2021/ 01/ 16</p> <hr/> <p><b>Keywords:</b></p> <p>Barbaribread, Antioxidant capacity, Calorie, Fiber.</p> <hr/> <p><b>DOI:</b> 10.52547/fsct.18.04.28</p> <hr/> <p>*Corresponding Author E-Mail: f.mohtarami@urmia.ac.ir</p>	<p>The purpose of this study was investigating the effect of wheat flour replacement with triticale flour (0-30%) and <math>\beta</math>-glucan fiber (0-10%) on physicochemical, texture and sensory properties of Barbari bread with using of two-level factorial design containing central points based on D-optimal. The results showed that with substitution of these two factors, the water activity, moisture and ash content in bread samples significantly increased and the fat, carbohydrate and calorie of the samples decreased. Antioxidant capacity and protein of samples increased with replacement of triticale flour. However, high levels of <math>\beta</math>-glucan decreased the protein and antioxidant capacity of the samples. Also the fiber content of samples decreased and increased with addition of triticale flour and <math>\beta</math>-glucan, respectively. The effect of replacement of triticale flour on the specific volume of bread was dependent on the amount of <math>\beta</math>-glucan; so that the specific volume of bread with replacement of triticale in the samples without <math>\beta</math>-glucan significantly decreased but it increased in the samples containing high levels of <math>\beta</math>-glucan. Loss weight, crust and crumb color, firmness and penetration energy of bread were not significantly affected by the substituted factors. According to the sensory evaluation, the replacement of triticale flour and <math>\beta</math>-glucan increased the flavor score and overall acceptance of barbari bread samples. According to the results, bread samples enriched with 30% triticale flour and 10% <math>\beta</math>-glucan have desirable physicochemical, texture and sensory properties and are recommended as optimum samples for production.</p>