مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هشتم، شماره 4، زمستان 1392، صفحات 40-31

بررسی اثر بتاگلوکان و نشاسته مقاوم به هضم بر ویژگی‌های کیفی و حسی نان تست حاصل

زهرا محبی[1]، عزیز همایونی راد[2]، محمد حسین عزیزی[3]، محمد اصغری جعفر آبادی[4]

1-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
2- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران، پست الکترونیکی:Homayounia@tbzmed.ac.ir
3-دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
4-استادیار گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: 92/4/2 تاریخ پذیرش: 92/6/25

چکیده

سابقه و هدف: گر چه نان غذای اصلی برخی از مردم جهان است اما از نظر فیبرهای رژیمی فقیر بوده و دارای اندیس گلایسمی بالایی است که زمینه‌ی ابتلا به بیماری دیابت را فراهم می‌کند. افزودن بتاگلوکان و نشاسته مقاوم با داشتن اثر پری‌بیوتیکی یکی از راه‌های بهبود ارزش غذایی این ماده غذایی ارزشمند می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، اثر پری‌بیوتیک‌های بتاگلوکان به میزان 0/8، 1 و 1/2 درصد (وزنی/وزنی) و نشاسته مقاوم به هضم به میزان 5/5، 8 و 10/5 درصد (وزنی/وزنی) و یک نمونه ترکیبی شامل 0/5% بتاگلوکان و 4%نشاسته مقاوم به هضم، به آرد گندم اضافه شده و تأثیر آن بر ویژگی‌های کیفی (رطوبت، حجم مخصوص و سفتی مغز نان)، ویژگی‌های حسی و بیاتی در طی روزهای مختلف نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های تکنولوژیکی، نشان داد افزودن دو ماده پری‌بیوتیک بتاگلوکان و نشاسته مقاوم باعث افزایش رطوبت، کاهش سفتی مغز نان‌ها نسبت به شاهد در طول پنج روز نگهداری در دمای اتاق شد. همچنین با افزایش زمان نگهداری، سفتی در همه تیمارها افزایش پیدا کرد ($P<0/05$) که مطابق با نتیجه ارزیابی حسی بیاتی بود. بتاگلوکان بر حجم مخصوص نان‌های تست اثرگذار نبود در حالی که نشاسته مقاوم باعث کاهش آن شد. نان‌های حاصل از نظر ویژگی‌های شکل، پوسته، رنگ و بافت مغز، طعم، بو و قابلیت جویده شدن، همسطح و یا اندکی بهتر از نمونه کنترل ارزیابی شدند.

نتیجه گیری: بتاگلوکان و نشاسته مقاوم اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی نان تست نداشتند در حالی که باعث افزایش زمان ماندگاری آن شدند. با افزایش جذب آب و ماندگاری رطوبت، بیاتی نیز به طور چشمگیری کاهش یافت.

واژگان کلیدی: بتاگلوکان، نشاسته مقاوم، پری‌بیوتیک، فراسودمند، کیفیت نان تست

• مقدمه

محققان علم تغذیه در جهان، افزایش مصرف غلات را به عنوان منبع اصلی فیبر غذایی توصیه می‌کنند (1). با این حال، نان سفید- نانی است که به طور رایج مورد استفاده قرار می‌گیرد- حدود 1 تا 2% نشاسته مقاوم و مقدار بسیار کمی از کربوهیدرات‌هایی که با سرعت کم هضم و جذب می‌شوند را داراست. از این رو به عنوان مرجع اندیس گلیسمی بالا (62 تا 79%) در پاسخ‌های گلایسمیک به کار می‌رود (1) و از طرفی دیگر معمولاً مصرف فیبر در رژیم غذایی روزانه، کمتر از مقدار توصیه شده (30 گرم فیبر غذایی در روز) است (2). پری‌بیوتیک‌ها کربوهیدرات‌هایی هستند که در دستگاه گوارش غیر قابل هضم بوده و در برابر تجزیه و جذب شدن در قسمت‌های فوقانی لوله‌ی گوارشی از خود مقاومت نشان می‌دهند و تنها به طور اختصاصی و حداقل به وسیله‌ی یک نوع از باکتری‌های پروبیوتیک موجود در کولون، متابولیزه و باعث تحریک رشد یا فعالیت آن شده و همچنین باعث تقویت سیستم ایمنی میزبان می‌گردد (3).

نشاسته مقاوم به هضم که اصطلاحاً نشاسته مقاوم گفته می‌شود به عنوان سوبسترایی برای فلور میکروبی روده عمل

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

کرده و منجر به تولید اسید بوتیریک، توسط باکتری‌های روده متابولیزه شده که نقش مهمی در تأمین غذا و انرژی سلول‌های روده ایفا می‌کند (4). Bounik و همکاران در مطالعه‌ای نشان دادند که نشاسته مقاوم نوع 3 در مقادیر 2/5 و 5 گرم در روز در طول 7 روز مصرف به طور قابل ملاحظه‌ای رشد بیفیدوباکترهای مدفوعی را افزایش می‌دهد (5). بررسی اثر پری‌بیوتیکی بتاگلوکان بر روی نمونه های انسانی نشان داده است که بتاگلوکان دارای اثر بیفیدوژنک قوی بوده و میزان باکتریوییدهای روده را نیز به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد، بدون این که اثر جانبی نامطلوبی بر مصرف کننده داشته باشد. حداقل سطح پری‌بیوتیکی این ترکیب 0/75 گرم در روز است (6). از دیگر مزایای سلامت بخش آن می‌توان به افزایش رشد فلور میکروبی مجاری گوارشی اشاره نمود که باعث جلوگیری از رشد انواع باکتری‌های بیماری‌زا، ارتقای سیستم ایمنی و اثرات مثبت بر روی سلامت کولون میزبان می‌شود(7).

در سال‌های اخیر به دلیل افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان به اثرات سلامت بخش مواد پری‌بیوتیک، تمایل زیادی به سمت مصرف غذاهای فراسودمند پدید آمده است. غنی‌سازی نان با منابع پری‌بیوتیک می‌تواند نقش مهمی در دستیابی به مزایای سلامتی آن داشته باشد و آن‌را به غذایی فراسودمند تبدیل می‌کند. غذای فراسودمند، غذایی است که علاوه بر ارزش غذایی، دارای ارزش دارویی نیز باشد و همچنین با افزودن این پلی‌ساکاریدها به نان که به طور آهسته هضم می‌شوند یا غیر قابل هضم هستند (فیبرهای غذایی پری‌بیوتیک) می‌توان به تنظیم سطح گلوکز خون و تنظیم پاسخ‌های گلایسمیک و لیپیدمیک پس از مصرف نان کمک کرد همچنین با کاهش سرعت تخلیه روده و کنترل سطح گلوکز خون باعث افزایش احساس سیری و کنترل چاقی شد (1). حداقل سطح سلامت بخش و پری‌بیوتیکی نشاسته مقاوم 20 گرم در روز پیشنهاد شده است (8) و بر طبق نظریه اداره غذا و دارو آمریکا، محصولات دارای حداقل 0/75 گرم بتاگلوکان در هر وعده غذایی، فراسودمند خواهد بود و مقدار دریافت روزانه به منظور کاهش کلسترول و اعمال اثرات سلامت بخش، حدود 3 گرم بتاگلوکان در روز تخمین زده شده است (9، 6). با توجه به مصرف سرانه نان در کشور که 350-320 گرم در روز می‌باشد (10) بنابراین حداقل مقدار مورد نیاز بتاگلوکان و نشاسته مقاوم، جهت تولد نان پری‌بیوتیک به ترتیب 0/8 و 5/5 درصد (وزنی/وزنی) می‌باشد. در این پژوهش به منظور افزایش ارزش غذایی نان، ترکیبات بتاگلوکان و نشاسته مقاوم به هضم در مقادیری که دارای خواص پری‌بیوتیکی باشند، مورد استفاده قرار گرفتند.

• مواد و روش‌ها

مواد اولیه: آرد سبوس گرفته از کارخانه آرد گل‌ها در تهران، بتاگلوکان (PromOat™) مورد استفاده (استخراج شده از دانه‌های جوی دو سر به روش استخراج آبی) از شرکت Biovelop International AB کشور سوئد و نشاسته مقاوم به هضم (Hi- maize 260) از سازمان ملی مواد شیمیایی و نشاسته‌ای National Starch and Chemical Company) کشور ایالات متحده آمریکا تهیه شد. مخمر خشک فعال از شرکت فریمان مشهد، بهبود دهنده نان تست ساخت شرکت صنایع بهبود دهنده نان افزا کرج، به شماره N 750 و نمک از بازار محلی تهیه گردید.

آزمون‌های تعیین ویژگی‌های آرد: کیفیت آرد اولیه با استفاده از روش‌های متداول AACC مورد آزمون قرار گرفت، به گونه‌ای که رطوبت ب به روش 16-44، خاکستر به روش 08-01، گلوتن مرطوب و ایندکس گلوتن به روش 12A -38، پروتئین به روش 11-39، عدد فالینگ آرد گندم به روش 81-56 AACC و عدد زلنی به روش 60-56 AACC بر پایه وزن اولیه نمونه اندازه‌گیری شدند (11).

پخت نان: آرد گندم را به ترتیب با 0/8، 1 و 1/2 درصد (وزنی/وزنی) بتاگلوکان و 5/5، 8 و 10/5 درصد (وزنی/وزنی) نشاسته مقاوم و یک نمونه آرد ترکیبی شامل 0/5% بتاگلوکان و 4% نشاسته مقاوم، بر پایه وزن آرد، مخلوط کرده و دیگر مواد لازم (در همه تیمارها به نسبت یکسان) از جمله مایه خمیر (2%) و بهبود دهنده نان تست (10%) را به آرد اضافه کرده و به مدت 5 دقیقه عمل هم زدن انجام شد تا اختلاط مواد خشک به خوبی صورت گیرد. در مرحله بعدی آب (مقدار لازم بر اساس جذب آب آرد در فارینوگراف می‌باشد) و روغن (0/5%) به مواد داخل مخلوط‌کن اضافه و مخلوط حاصل نیز به خوبی به هم زده شد. سپس خمیر حاصل پس از گرم خانه گذاری، در داخل فر قرار داده شد و پس از بخار دهی به مدت 10 ثانیه عمل پخت به مدت 30 دقیقه در دمای 230 درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. در نهایت نان‌ها به مدت 2 ساعت در دمای اتاق خنک شدند و سپس در زیپ کیف‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی شدند تا آزمون‌های لازم بر روی آن‌ها انجام شود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

آزمون‌های ارزیابی کیفیت نان: اندازه‌گیری رطوبت نان‌ها مطابق روش AACC 16-44 در روزهای اول، سوم و پنجم نگهداری انجام گرفت. حجم نان‌های تولیدی 2 ساعت پس از پخت مطابق روش AACC 10-05، جایگزینی دانه‌های کلزا بدست آمد و سپس با تقسیم حجم (میلی لیتر) به وزن (گرم) نمونه‌ها، حجم مخصوص نان‌ها محاسبه شد (11). بررسی بافت مغز نان با استفاده از ماشین آزمون عمومی (اینسترون) مدل M 350-10CT مجهز به load cell ۵۰۰ N با قطر پروب 36 میلی متر ساخت کشور انگلیس مطابق روش AACC به شماره 74-09 در طی سه روز (روزهای 1، 3، 5) نگهداری انجام شد (11).

ارزیابی ارگانولپتیکی: ویژگی‌های حسی به روش امتیاز دهی با مقیاس عددی ارزیابی شد (12). به منظور ارزیابی حسی نان‌ها، از هر تیمار یک برش، در اختیار 8 ارزیاب آموزش دیده قرار گرفت و ارزیاب‌ها مطابق پرسشنامه ارائه شده، از نظر ویژگی‌های شکل، پوسته، بافت مغز، رنگ مغز، بو، مزه و قابلیت جویده شدن به نان‌ها امتیاز دادند.

ارزیابی بیاتی به روش حسی: آزمون بیاتی نان از طریق روش حسی بر اساس استاندارد AACC به شماره‌ی74-30 انجام گرفت. افراد، نمونه‌ها را در روزهای اول و سوم و پنجم بدین صورت که به تازه‌ترین نان، امتیاز 6 و به بیات‌ترین امتیاز 1 تعلق گیرد، امتیاز دهی کردند (11).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: در این تحقیق کلیه آزمون‌ها در 3 تکرار بر اساس طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تجزیه واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال 0/05 درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. برای بررسی نتایج ارزیابی حسی از آزمون کروسکال-والیس و آزمون تعقیبی من-ویتنی با انجام تصحیح Hochberg صورت گرفت. ارزیابی بیاتی نان‌های تولیدی از آزمون فریدمن استفاده شد.

• یافته‌ها

ویژگی فیزیکی شیمیایی آرد گندم مورد استفاده شامل 13/15% رطوبت، 10/43% پروتئین، 0/629% خاکستر، 24/9% گلوتن مرطوب و عدد زلنی 22 میلی لیتر بود. با توجه به ویژگی‌های شیمیایی ارزیابی شده در آرد گندم، ملاحظه شد که میزان پروتئین در آن کم بوده؛ در حالی که آرد از نظر کیفیت گلوتن، در حد خوب و مطلوبی قرار داشت و میزان گلوتن مرطوب آرد مورد استفاده در حد متوسط بود.

تأثیر بتاگلوکان و نشاسته مقاوم بر رطوبت نان در روزهای اول، سوم و پنجم نگهداری در دمای اتاق: محتوای رطوبت (%) نان‌های تولیدی در روزهای اول، سوم و پنجم نگهداری در جدول 1 جهت مقایسه ارائه شده است. در روز اول نگهداری افزایش درصد بتاگلوکان اضافه شده، ارتباط مستقیمی با افزایش درصد رطوبت نان‌های تولیدی نسبت به شاهد داشت به طوری که بالاترین درصد مربوط به تیمار دارای 1/2 درصد بتاگلوکان بود. در صورتی که تفاوت بین درصد رطوبت نان‌های دارای نشاسته مقاوم با نان شاهد معنی‌دار نبود. نمونه ترکیبی نیز در روز اول نگهداری از نظر رطوبت مشابه شاهد بود. در روز پنجم نگهداری میزان رطوبت تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد بالاتر بود (البته افزایش رطوبت دو تیمار 1 و 1/2 درصد بتاگلوکان نسبت به شاهد معنی‌دار نبود). در طی بررسی اثر مدت زمان نگهداری بر رطوبت هر تیمار به طور جداگانه نان ملاحظه می‌شود رطوبت نان‌های تولیدی در طی پنج روز نگهداری چندان فرق نکرد و تنها تیمار دارای 0/8 درصد بتاگلوکان به طور معنی-داری در سطح 5 درصد از نظر مقدار رطوبت در طی پنج روز نگهداری کاهش داشت.

تأثیر بتاگلوکان و نشاسته مقاوم بر حجم مخصوص نان: حجم مخصوص نان‌ها در جدول 1 مقایسه شده است. افزودن بتاگلوکان در سطوح مختلف اثر معنی‌داری بر حجم نان‌های حاصل در مقایسه با نمونه شاهد نداشت در حالی که نشاسته مقاوم باعث کاهش حجم نان نسبت به نمونه شاهد شد (بجز نمونه دارای 8 درصد نشاسته مقاوم که حجمی مشابه با نمونه شاهد داشت) البته می‌توان به این نتیجه رسید که با افزایش درصد نشاسته مقاوم حجم مخصوص نان‌ها افزایش می‌یابد. تیمار ترکیبی که شامل هر دو ماده پری‌بیوتیک نشاسته مقاوم و بتاگلوکان می‌باشد به طور معنی‌داری حجم کمتری نسبت به نمونه شاهد داشت ($P < 0/05$) و کمترین حجم مربوط به تیمارهای ترکیبی و 5/5% نشاسته مقاوم بود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

جدول 1. محتوای رطوبت (%) نان‌های تست پری‌بیوتیک در روزهای 1، 3 و 5 نگهداری

شاخص تیمار	رطوبت روز اول	رطوبت روز سوم	رطوبت روز پنجم	حجم ویژه (میلی‌لیتر / گرم)
شاهد	35/08±0/25^{1a}	34/19±1/48^{1a}	26/17±0/30^{1a}	3/68±0/12^{c}
بتاگلوکان 0/8%	35/31±0/47^{1ab}	33/90±0/19^{2a}	32/67±0/09^{3d}	3/61±0/01^{bc}
بتاگلوکان 1%	37/01±0/43^{1bc}	32/11±1/49^{1a}	28/11±0/20^{1ab}	3/62±0/08^{bc}
بتاگلوکان 1/2%	37/76±1/17^{1c}	34/86±1/88^{1a}	28/77±0/79^{1ab}	3/44±0/20^{bc}
نشاسته مقاوم 5/5%	36/26±0/94^{1abc}	35/33±1/26^{1a}	29/24±0/77^{1bc}	2/95±0/32^{a}
نشاسته مقاوم 8%	34/98±1/56^{1a}	34/52±1/65^{1a}	29/27±3/36^{1bc}	3/62±0/05^{bc}
نشاسته مقاوم 10/5%	34/88±1/27^{1a}	33/32±1/15^{1a}	32/04±2/36^{1cd}	3/36±0/06^{b}
آرد ترکیبی	34/68±1/06^{1a}	31/79±3/64^{1a}	۳۰/۲۷±1/48^{1bcd}	2/97±0/06^{a}

حروف کوچک یکسان در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار ($p>0/05$) بین نمونه‌ها است.
اعداد یکسان در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار ($p>0/05$) بین دوره های نگهداری می‌باشد.

تأثیر بتاگلوکان و نشاسته مقاوم بر سفتی بافت نان: نتایج حاصل از آزمون بافت سنجی برای نان‌های تولیدی در روزهای 1، 3 و 5 نگهداری در جدول 2 جهت مقایسه ارائه شده است. در روز اول نگهداری نمونه شاهد به طور معنی‌داری نسبت به بقیه تیمارها سفتی بیشتری داشت و البته با افزایش مقدار هر یک از دو ماده بتاگلوکان و نشاسته مقاوم مقدار سفتی افزایش یافت. سپس با افزایش زمان نگهداری در روز سوم، میزان سفتی در نمونه‌های دارای بتاگلوکان مشابه نان شاهد بود، ولی بالاترین درصد نشاسته مقاوم (10/5%) میزان سفتی بیشتری نسبت به شاهد داشت و البته پایین‌ترین درصد آن (5/5%) سفتی کمتری نسبت به شاهد داشت. و در روز پنجم نگهداری تمامی تیمارها به طور معنی‌داری در سطح 5% نسبت به شاهد نرم‌تر بودند و در واقع میزان سفتی و یا بیاتی کمتری را داشتند. میزان سفتی هر یک از نمونه‌های نان (به جز نمونه ترکیبی) در طول دوره نگهداری به طور معنی‌داری نسبت به روز اول نگهداری افزایش یافت.

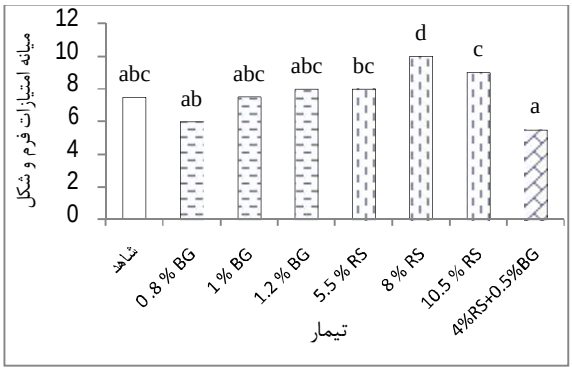
جدول 2. نیروی لازم (نیوتن) جهت متراکم کردن نان‌های تست پری‌بیوتیک در روزهای 1، 3 و 5 نگهداری

شاخص تیمار	اینستران روز اول	اینستران روز سوم	اینستران روز پنجم
شاهد	1/03±0/00^{1d}	1/10±0/13^{1bc}	6/95±0/22^{2e}
بتاگلوکان 0/8%	0/72±0/12^{1b}	0/73±0/11^{1,2a}	1/33±0/32^{2a}
بتاگلوکان 1%	0/92±0/04^{1cd}	0/91±0/09^{1ab}	4/05±0/86^{2cd}
بتاگلوکان 1/2%	0/71±0/07^{1b}	0/89±0/06^{2ab}	2/40±0/23^{3abc}
نشاسته مقاوم 5/5%	0/51±0/00^{1a}	0/69±0/01^{2a}	1/76±0/22^{3ab}
نشاسته مقاوم 8%	0/62±0/08^{1ab}	0/79±0/01^{1a}	3/65±0/13^{2cd}
نشاسته مقاوم 10/5%	0/84±0/09^{1c}	1/23±0/07^{1c}	3/03±0/56^{2bc}
آرد ترکیبی	1/26±0/03^{1e}	2/94±0/30^{1d}	5/27±0/40^{1d}

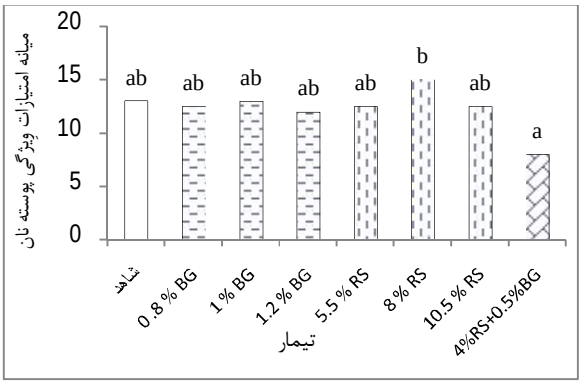
حروف کوچک یکسان در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار ($p> 0/05$) بین نمونه‌ها است.
اعداد یکسان در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار ($p> 0/05$) بین دوره های نگهداری می‌باشد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

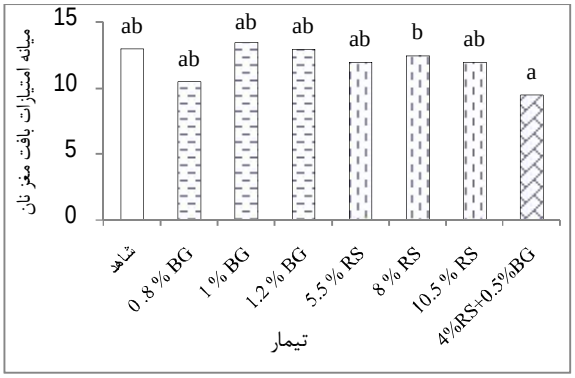
ارزیابی حسی ارگانولپتیکی: میانه امتیازات ویژگی‌های حسی مثل شکل، پوسته، بافت مغز، بو و مزه در شکل‌های 1 تا 6 آورده شده است. افزودن دو ماده بتاگلوکان و نشاسته مقاوم به نان به طور معنی‌داری بر فرم و شکل ظاهری نمونه‌ها اثرگذار بود. به طوری که مناسب‌ترین تیمار از نظر شکل و فرم، تیمار دارای 8% نشاسته مقاوم می‌باشد. در میان نان‌های دارای بتاگلوکان با افزایش مقدار بتاگلوکان میزان مقبولیت تیمارها از نظر فرم و شکل افزایش می‌یابد به طوری که تیمار 1/2 درصد بیشترین امتیاز را داشت، البته تفاوت آن‌ها با شاهد معنی‌دار نبود و تیمار ترکیبی از نظر فرم و شکل مقبولیت کمتری نسبت به نمونه‌های دارای نشاسته مقاوم را به خود اختصاص داد و تنها تیمار دارای 8% نشاسته مقاوم به طور معنی‌داری نسبت به شاهد امتیاز بیشتری داشت.



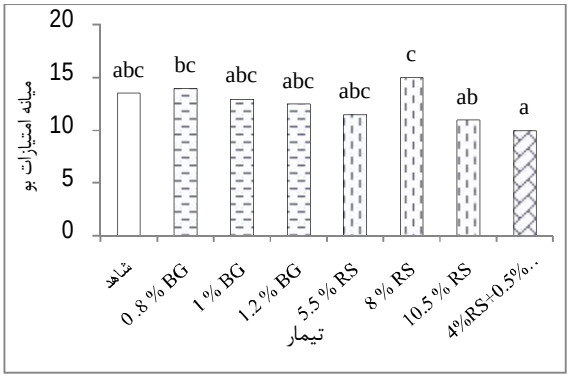
شکل 1. میانه امتیازات شاخص فرم و شکل نان حاصل از تیمارها



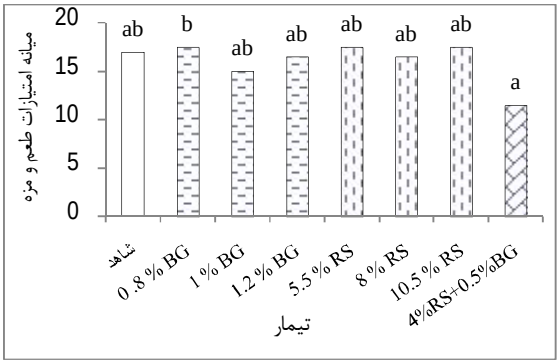
شکل 2. میانه امتیازات شاخص ویژگی پوسته نان حاصل از تیمارها



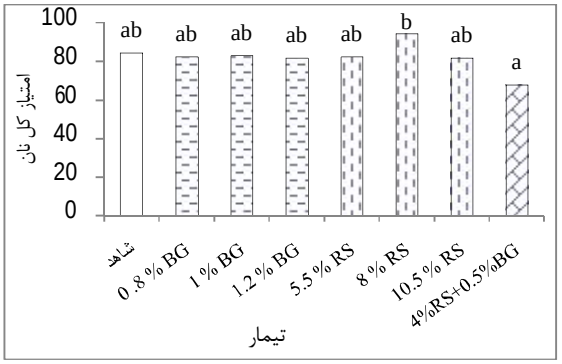
شکل 3. میانه امتیازات شاخص بافت مغز نان حاصل از تیمارها



شکل 4. میانه امتیازات شاخص طعم و مزه نان حاصل از تیمارها



شکل5. میانه امتیازات شاخص طعم و مزه نان حاصل از تیمارها



شکل6. میانه امتیازات کلی نان حاصل از تیمارها

بررسی تأثیر بتاگلوکان و نشاسته مقاوم بر ویژگی‌های حسی نان تست پری‌بیوتیک؛ حروف غیر یکسان نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p< 0/05$ در هر ستون می‌باشد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

نمونه‌ها از نظر ویژگی‌های پوسته، بافت و طعم مشابه نمونه شاهد بودند و تنها بین نمونه دارای 8% نشاسته مقاوم و نمونه ترکیبی تفاوت معنی‌داری وجود داشت که نمونه دارای 8% نشاسته مقاوم مقبولیت بیشتری داشت. از نظر ویژگی‌های فوق ما بین سطوح مختلف بتاگلوکان و نشاسته مقاوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P<0/05). نمونه‌های دارای مقادیر مختلف بتاگلوکان از نظر بو اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P<0/05). بالاترین مقدار نشاسته مقاوم و تیمار ترکیبی مقبولیت کمتری از نظر بو نسبت به تیمار 8% نشاسته مقاوم داشتند در واقع با افزایش مقدار نشاسته مقاوم از 8% به 10/5% به طور معنی‌داری از امتیاز ارزیابان کاسته شد. بالاترین میانگین امتیاز بو را دو تیمار 8% نشاسته مقاوم و 0/8% بتاگلوکان داشتند. بو و آرومای همه تیمارها از نظر ارزیاب‌ها با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (P<0/05). تفاوت معنی‌داری در بین کلیه نان‌ها از نظر رنگ مغز نان و قابلیت جویده شدن مشاهده نشد (داده‌ها آورده نشده است). نان‌های دارای دو ماده پری‌بیوتیک بتاگلوکان و نشاسته مقاوم در مقایسه با نمونه کنترل از نظر امتیاز کلی تفاوت معنی‌داری نداشتند و ارزیابان آن‌ها را در یک سطح ارزیابی کردند.

ارزیابی حسی بیاتی: نتایج مطابق جدول 3 نشان داد، تیمارها از نظر بیاتی پس از 24 ساعت نگهداری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P<0/05) در حالی که نمونه‌ها به طور معنی‌داری پس از گذشت 72 ساعت نسبت به نمونه شاهد تازه‌تر ارزیابی شدند، البته به استثناء تیمار ترکیبی که مشابه شاهد امتیاز دهی شد. نان‌های حاصل دو تیمار شاهد و تیمار ترکیبی بیشترین میزان بیاتی را به خود اختصاص دادند. بین تیمارهای دارای سطوح مختلف بتاگلوکان و همچنین نشاسته مقاوم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P<0/05). تغییرات میزان بیاتی تیمارهای دارای بتاگلوکان و تیمار دارای 8% نشاسته مقاوم در طول 72 ساعت نگهداری اختلاف معنی‌داری نداشتند در صورتی که تیمارهای دارای 5/5 و 10/5 درصد نشاسته مقاوم و همچنین دو تیمار ترکیبی و کنترل نیز در طول 72 ساعت نگهداری به طور معنی‌داری بیات‌تر ارزیابی شدند.

جدول3. میانه، حداقل و حداکثر امتیازات آزمون حسی بیاتی در ساعت‌های 24، 48، 72 نان‌های تست پری‌بیوتیک

	24 ساعت			48 ساعت			72 ساعت		
	میانه	حداقل	حداکثر	میانه	حداقل	حداکثر	میانه	حداقل	حداکثر
شاهد	$4/5^{1a}$	3/0	6/0	$3/5^{1,2ab}$	2/0	5/0	$2/0^{2a}$	1/0	4/0
بتاگلوکان 0/8%	$4/0^{1a}$	2/0	6/0	$4/0^{1a}$	2/0	5/0	$4/0^{1bc}$	2/0	5/0
بتاگلوکان 1%	$5/5^{1a}$	3/0	6/0	$5/0^{1ab}$	3/0	5/0	$4/5^{1bc}$	3/0	6/0
بتاگلوکان 1/2%	$5/0^{1a}$	2/0	6/0	$5/0^{1ab}$	3/0	5/0	$4/0^{1bc}$	2/0	6/0
نشاسته مقاوم 5/5%	$5/0^{1,2a}$	3/0	6/0	$5/0^{1ab}$	3/0	6/0	$4/0^{2bc}$	3/0	5/0
نشاسته مقاوم 8%	$5/0^{1a}$	4/0	6/0	$5/0^{1b}$	4/0	6/0	$5/0^{1c}$	4/0	5/0
نشاسته مقاوم 10/5%	$4/5^{1,2a}$	4/0	6/0	$4/5^{1ab}$	4/0	6/0	$4/0^{2bc}$	3/0	5/0
آرد ترکیبی	$4/0^{1a}$	3/0	5/0	$4/0^{1ab}$	3/0	5/0	$3/0^{2ab}$	2/0	4/0
P_{value}	0/219			0/021			0/001		

حروف کوچک یکسان در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار (0/05 <p) بین نمونه‌ها است.

اعداد یکسان در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار (0/05 <p) بین دوره های نگهداری می‌باشد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

• بحث

تأثیر بتاگلوکان و نشاسته مقاوم بر رطوبت نان در طول مدت نگهداری: استفاده از دو ماده پری‌بیوتیک نشاسته مقاوم و بتاگلوکان باعث افزایش میزان رطوبت نان‌های حاصل شده (البته این یافته در راستای نتیجه‌ی بدست آمده از میزان جذب آب تیمارها در فارینوگراف نیز می‌باشد). نتایج نشان می‌دهد که نان‌های دارای نشاسته مقاوم با سرعت کمتری آب خود را در طول مدت نگهداری نسبت به شاهد از دست دادند. از آنجا که هیدروکلوئیدها باعث افزایش جذب آب خمیر می‌شوند، بنابراین مطابق با پژوهش‌های سایر محققان، افزایش رطوبت نان‌های حاصل قابل انتظار بود (14، 13). دو ماده بتاگلوکان و نشاسته مقاوم به دلیل دارا بودن ظرفیت نگهداری آب بالاتر سبب افزایش رطوبت و عمر ماندگاری نان می‌شود.

تأثیر بتاگلوکان و نشاسته مقاوم بر حجم مخصوص نان: استفاده از بتاگلوکان اثر بیشتری بر افزایش حجم مخصوص نان‌های تولیدی نسبت به نشاسته مقاوم داشت. Cavallero و همکاران در سال 2002 و Izydorczyk و Dexter در سال 2008 تأثیر بتاگلوکان بر حجم مخصوص نان‌های تولیدی را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که افزودن بتاگلوکان باعث کاهش حجم می‌شود (16، 15). Skendi و همکاران در سال 2010 بیان کردند که این اثر بسته به اندازه مولکولی و مقدار بتاگلوکان و کیفیت آرد پایه متفاوت می‌باشد (13) و همچنین Korus و همکاران در سال 2009 اثر افزودن نشاسته مقاوم بر نان بدون گلوتن را مورد بررسی قرار دادند و به نتیجه‌ی مشابه رسیدند (17). کاهش حجم مخصوص نان دارای هیدروکلوئید را می‌توان با دلایل ذیل توضیح داد: 1- رقیق سازی گلوتن در اثر افزودن هیدروکلوئیدها (18) 2- تخریب شبکه گلوتنی به دلیل واکنش‌های بین مولکولی گلوتن و هیدروکلوئیدها (19، 18)، 3- کاهش تولید بخار در خمیر به دلیل خصوصیت آب دوستی بالای هیدروکلوئیدها. به نظر می‌رسد که افزودن برخی از هیدروکلوئیدها به خمیر، سبب گرانروی بیش از اندازه خمیر شده و در نتیجه از بهم پیوستن سلول‌های گازی و از رشد آن‌ها در طول تخمیر جلوگیری و سبب کاهش حجم در نان حاصل می‌شود (20) و از جمله دلایل دیگری که برای کاهش حجم نان‌های دارای نشاسته مقاوم می‌توان ذکر نمود، تحمل فرایند ژلاتینه شدن در طی پخت می‌باشد، بنابراین نشاسته به صورت گرانولی باقی مانده و تحت تأثیر آنزیم‌های آمیلولیتیک مخمرها قرار نمی‌گیرد و در فرآیند تخمیر، مخمرها توانایی تجزیه و استفاده از آن را ندارند (21). موارد ذکر شده بر حجم مخصوص نان اثر گذاشته و باعث پخش نامتعادل سلول‌های گازی در ساختار نان می‌شوند.

تأثیر بتاگلوکان و نشاسته مقاوم بر سفتی بافت نان: نتایج مطالعات نشان می‌دهد که افزایش سفتی در نان با گذشت زمان اجتناب ناپذیر خواهد بود اما افزودن دو ماده پری‌بیوتیک بتاگلوکان و نشاسته مقاوم سبب می‌شود که فرایند سفتی به میزان قابل ملاحظه‌ای به تأخیر بیفتد و در کل می‌توان گفت، هیدروکلوئیدها منجر به تعویق بیاتی شده‌اند. کاهش میزان سفتی در تیمارها نسبت به نمونه شاهد در راستای نتایج حاصل از میزان جذب آب خمیر در فارینوگراف و رطوبت نان‌های تولیدی می‌باشد. Martin و همکاران در سال 1991 گزارش دادند که رطوبت نان در سرعت سفت شدن آن بسیار موثر می‌باشد و نان‌های با رطوبت بالا نسبت به نان‌های با رطوبت پایین با سرعت آهسته‌تری سفت می‌شوند (22). ساز و کار تاثیر هیدروکلوئیدها کاملاً روشن نیست، اما فرضیاتی در این رابطه مطرح شده است. هیدروکلوئیدها، با تأثیر بر ساختار نشاسته باعث توزیع بهتر آب و نگهداری آن شده و مقاومت بافت نان را کاهش می‌دهند (23). فرضیه دیگر این است که تأثیر هیدروکلوئیدها از دو پدیده متضاد، یکی افزایش در سفتی در نتیجه کاهش تورم گرانول‌های نشاسته و آمیلوز و تأثیر تضعیف کنندگی روی ساختار نشاسته به دلیل جلوگیری از ارتباطات زنجیره‌های آمیلوز ایجاد می‌شود و میزان تأثیر هر کدام از این دو عامل، بستگی به نوع هیدروکلوئید دارد (24).

ارزیابی حسی: عطر و آروما در نان به واکنش کاراملیزاسیون و مایلارد وابسته است و همان طور که مشاهده می‌شود نتایج عطر و آرومای نان‌های تولیدی همسو با نتایج ویژگی‌های پوسته نان‌ها می‌باشد. نان‌های دارای دو ماده پری‌بیوتیک بتاگلوکان و نشاسته مقاوم در مقایسه با نمونه کنترل از نظر امتیاز کلی تفاوت معنی‌داری نداشتند و ارزیاب‌ها آن‌ها را در یک سطح ارزیابی کردند. این نتایج همسو با نتایج به دست آمده توسط Guarda و همکاران (2004) است در این بررسی برخی از هیدروکلوئیدها به آرد اضافه شدند و نان حاصله مورد ارزیابی حسی (ظاهر نان، تردی، عطر و طعم و قابلیت پذیرش کلی) قرار گرفت. نتایج نشان داد، هیدروکلوئیدها ویژگی‌های حسی را تحت تأثیر

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

قرار نداند (25) و همچنین افزودن دو بتاگلوکان و نشاسته مقاوم باعث کاهش بیاتی به طور معنی‌داری در مقایسه با نمونه شاهد شد که نتیجه فوق همسو با نتایج افزایش جذب آب خمیر، حفظ رطوبت و اندازه‌گیری میزان سفتی بافت نان‌های حاصل است، بنابراین کاهش میزان بیاتی قابل انتظار بود.

بتاگلوکان و نشاسته مقاوم و استفاده هم‌زمان از هر دو پری‌بیوتیک سبب ماندگاری بیشتر رطوبت نان می‌شود و میزان سفتی و بیاتی پس از دوره نگهداری (پنج روز) کاهش می‌یابد. این بدین معنی است که کاربرد پری‌بیوتیک‌های بتاگلوکان و نشاسته مقاوم سبب تازه‌تر ماندن نان به مدت بیشتری می‌شود. از این رو این ترکیبات می‌توانند به عنوان ترکیبات ضد بیاتی در فرآورده های پخت استفاده شوند. البته نشاسته مقاوم بر حجم مخصوص نان تست اثر کاهشی دارد در حالی که بتاگلوکان اثر چشمگیری بر حجم نان ندارد. کاربرد پری‌بیوتیک‌های بتاگلوکان و نشاسته مقاوم به هضم در ارتقاء سلامت مصرف‌کنندگان و بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای نان مؤثر است. بر اساس نتایج این مطالعه افزودن این ترکیبات به آرد تأثیر نامطلوبی بر خواص حسی محصول ندارد. لذا نان پری‌بیوتیک می‌تواند به عنوان یک محصول جدید فراسودمند در بازار عرضه شود.

سپاسگزاری: مطالعه فوق بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد که در معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز به ثبت رسیده است. از معاونت پژوهشی این دانشگاه به دلیل حمایت‌های مالی تقدیر و تشکر می‌نمایند.

• References

1. Brites CM, Trigo MJ, Carrapiço B, Alviña M, Bessa RJ. Maize and resistant starch enriched breads reduce postprandial glycemic responses in rats. Nutr Res 2011;31(4):302-8.
2. Wang J, Rosell CM, Benedito de Barber C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. Food chem 2002;79(2):221-6.
3. Gibson G, Roberfroid M. Dietary modulation of the human colonic microbiotia: introducing the concept of prebiotics. Nutr 1995;125:1401-12.
4. Rodríguez-Cabezas ME, Camuesco D, Arribas B, Garrido-Mesa N, Comalada M, Bailón E, et al. The combination of fructooligosaccharides and resistant starch shows prebiotic additive effects in rats. Clin Nutr 2010;29(6):832-9.
5. Bouhnik Y, Raskine L, Simoneau G, Vicaut E, Neut C, Flourié B, et al. The capacity of nondigestible carbohydrates to stimulate fecal bifidobacteria in healthy humans: a double-blind, randomized, placebo-controlled, parallel-group, dose-response relation study. clin Nutr 2004;80(6):1658-64.
6. Evdokia KM NP, Katja T, Vasilis S, Adamantini K. Prebiotic potential of barley derived b-glucan at low intake levels: A randomised, double-blinded, placebo-controlled clinical study. Food Res Int 2010;43:1086–92.
7. Mitsou EK, Panopoulou N, Turunen K, Spiliotis V, Kyriacou A. Prebiotic potential of barley derived β-glucan at low intake levels: A randomised, double-blinded, placebo-controlled clinical study. Food Res Int 2010;43(4):1086-92.
8. Cassidy A, Bingham S, Cummings J. Starch intake and colorectal cancer risk: an international comparison. Br J Cancer 1994;69(5):937-42
9. FDA. Food labelling: Specific requirements for health claims; Health claims :Soluble fiber from certain foods and risk of coronary heart disease (CHD). 21 Code of Federal Regulations 2008; 2(101.81):142-6.
10. Kalantari N, Ghafarpour M. National Comprehensive Study on Household Food Consumption Pattern and Nutritional Status, IR Iran, 2001–2003. Tehran, *Shahid Beheshti University of Medical Sciences*, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Department of Nutrition Research; 2005 [in Persian].
11. AACC. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists. 10th ed, St Paul, Minn, USA. 2000.
12. Ćurić D, Novotni D, Tušak D, Bauman I, Gabrić D. Gluten-Free Bread Production by the Corn Meal and Soybean Flour Extruded Blend Usage. Agri Conspec Sci 2007;72(3):227-32.
13. Skendi A, Biliaderis C, Papageorgiou M, Izydorczyk M. Effects of two barley β-glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. Food Chem 2010;119(3):1159-67.
14. Bhattacharya M, Erazo-Castrejón SV, Doehlert DC, McMullen MS. Staling of bread as affected by waxy wheat flour blends. Cereal chem 2002;79(2):178-82.
15. Cavallero A, Empilli S, Brighenti F, Stanca A. High (1→3,1→4)-betaglucan barley ractions in bread

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

making and their effects on human glycemic response. Cereal Sci 2002;36 (1) 59-66.

16. Izydorczyk M, Dexter J. Barley β-glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physicochemical properties, and uses in food products–a Review. Food Res Int 2008;41(9):850-68.
17. Korus J, Witczak M, Ziobro R, Juszczak L. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. Food Hydrocoll 2009;23(3):988-95.
18. Chen H, Rubenthaler G, Leung H, Baranowski J. Chemical, physical, and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. Cereal Chem 1988;65(3):244-7.
19. Bhatty R. Physiochemical and functional (breadmaking) properties of hull-less barley fractions. Cereal Chem 1986;63(1):31-5.
20. Gill S, Vasanthan T, Ooraikul B, Rossnagel B. Wheat bread quality as influenced by the substitution of waxy and regular barley flours in their native and extruded forms. J Cereal Scie 2002;36(2):219-37.
21. Miyazaki M, Van Hung P, Maeda T, Morita N. Recent advances in application of modified starches for breadmaking. Trends Food Sci Technol 2006;17(11):591-9.
22. Martin M, Zeleznak K, Hoseney R. A mechanism of bread firming. I. Role of starch swelling. Cereal chem 1991;68(5):498-503.
23. Armero E, Collar C. Antistaling additive effects on fresh wheat bread quality/Efectos de los aditivos antienvejecimiento sobre la calidad del pan fresco. Food sci technol Int 1996;2(5):323-33.
24. Biliaderis C, Arvanitoyannis I, Izydorczyk M, Prokopowich D. Effect of hydrocolloids on gelatinization and structure formation in concentrated waxy maize and wheat starch gels. Stärke 1997;49(7-8):278-83.
25. Guarda A, Rosell C, Benedito C, Galotto M. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocoll 2004;18(2):241-47.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

Influence of β-glucan and resistant starch on quality and sensory properties of sliced white bread

Mohebbi Z[1], Homayouni A[2], Azizi MH[3], Asghari Jafarabadi M[4]*

1- *MSc. Student in Food Science and Technology, Student Research Committee, Faculty of Nutrition, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran*

2- **Corresponding author: Associate prof., Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran, E-mail: Homayounia@tbzmed.ac.ir*

3- *Associate prof., Dept.of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran*

4- *Assistant prof., Tabriz Health Services Management Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran*

Received 23 Jun, 2013 **Accepted 16 Sept, 2013**

Background and Objective: Although bread is a staple food, it is a poor source of dietary fiber and has a high glycemic index, which may increase the prevalence of diabetes. The addition of resistant starch and β-glucan with a prebiotic effect can improve the nutritional value of this valuable nutrient.

Material and Methods: Different amounts of β-glucan (0.8%, 1%, 1.2% w/w) and resistant starch (5.5%, 8%, 10.5%) were added to wheat flour and to one sample with 4% BG and 0.5% RS. Their effect on bread quality in terms of moisture, specific volume, bread firmness, sensory evaluation, and bread salting during storage were evaluated.

Results: The results of bread quality suggested that the addition of prebiotic β-glucan and resistant starch increased moisture but decreased crumb firmness during 5 d of storage over that of the control sample. During storage, crumb firmness of all samples increased significantly and was the same as the staling sensory results of bread. BG had no significant effect on specific volume and RS decreased specific volume. The chewiness, crust, texture, color, appearance, aroma, and taste/flavor of all samples were evaluated as being the same or slightly better than the control.

Conclusion: B-glucan and resistant starch had no significant effect on the sensory properties of bread, but did increase shelf life. Water absorption and moisture retention increased and staling decreased.

Keywords: β-glucan, Resistant starch, Prebiotica, Functional food, Bread quality

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]