

## بررسی اثر استفاده از ترکیب پری بیوتیک اینولین بر ارزیابی حسی و ویژگی های کیفی نان تافتون

مرضیه حسینی نژاد<sup>۱\*</sup>، حامد انوری<sup>۲</sup>، مهناز ژبانی<sup>۳</sup>، عباس عابدفر<sup>۴</sup>

۱- دانشیار، گروه زیست فناوری مواد غذایی، پژوهشگاه علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران  
\* نویسنده مسئول (m.hosseinezhad@rifst.ac.ir)

۲- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، شرکت غله و خدمات بازرگانی منطقه ۵، مشهد، ایران

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، پژوهشگاه علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

۴- دانشجوی دکتری میکروبیولوژی مواد غذایی، پژوهشگاه علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

### چکیده

امروزه تحقیقات درخصوص ارزش تغذیه ای و عملکردی نان به سمت بهبود ویژگی های فراسودمند و استفاده از پروبیوتیک ها و ترکیبات پری بیوتیک در فرآورده نانوائی گسترش یافته است. در این پژوهش استفاده از ترکیب پری بیوتیک اینولین در فرمولاسیون و تولید نان تافتون (به عنوان یک نان رایج و پرمصرف در جامعه) مورد بررسی قرار گرفته و اثرات کیفی حاصل از آن ارزیابی گردیده است. بدین منظور، درصدهای مشخصی از آرد گندم با اینولین تجاری با درجه پلیمریزاسیون متوسط ۲۳ به نسبت های ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد برحسب وزن آرد جایگزین شده و نان تافتون حاصل از نظر ویژگی های کیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی فارینوگرافی نشان داد که نمونه حاوی ۶ درصد اینولین، بیشترین مقدار شاخص های توسعه و پایداری را نسبت به نمونه شاهد داشته است. همچنین افزایش اینولین به میزان ۶ درصد و یا کمتر بر کیفیت ظاهری و رنگ نمونه های نان تأثیر منفی به جا نگذاشته و ضمن بهبود ویژگی های اسیدیته، جذب آب و خصوصیات بافتی براساس رفتار ویسکوالاستیک امتیاز طعم و مزه نان نسبت به نمونه شاهد بهبود بخشید. باتوجه به نتایج تحقیق حاضر، استفاده از اینولین به عنوان یک ترکیب پری بیوتیک شناخته شده ضمن افزایش ارزش غذایی و ارتقاء کیفیت تغذیه ای نان سنتی، تغییر نامطلوبی در خواص رئولوژیکی یا ویژگی های چسبایی این محصول نشان نداده است.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۱۹

### واژه های کلیدی

اینولین

پری بیوتیک

نان تافتون

ویژگی های بافتی

### مقدمه

لازم برای تجزیه مواد غذایی در دستگاه گوارش را فراهم می آورد. بخش های جامد آن متشکل از دو فاز پیوسته و پراکنده بوده که فاز پراکنده شامل گرانول های به دام افتاده، متورم و ژلاتینه شده نشاسته است (Gray & Bemiller, 2003). در دنیای صنعتی، مصرف کنندگان به طور روزافزون به نقش فعال مواد غذایی در سلامت انسان، افزایش طول عمر، پیشگیری از سرطان و جلوگیری از بروز بیماری های گوارشی

با در نظر گرفتن اهمیت نان در سبد غذایی خانوار، افزایش ارزش تغذیه ای آن از مهم ترین اهداف تحقیقات صنایع نانوائی بشمار می آید (Izydorczyk & Dexter, 2008). نان در واقع ترکیبی الاستیک و غیریکنواخت با ساختاری ترد و جامد بوده که در دستگاه گوارش نقش مهمی را ایفا می نماید. به علت ساختار اسفنجی، سطح بزرگی را اشغال کرده و شرایط

به مدت ۴۸ ساعت نگهداری و از نظر بافت، میزان منو و اولیگوساکارید، اینولین و ویژگی‌های حسی-چشایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. تقویت‌سازی نان با افزایش ۵ درصد اینولین بهترین نتیجه را به همراه داشت. Peressini و Sensidoni (۲۰۰۹)، درخصوص امکان استفاده از اینولین به‌عنوان یک ترکیب تقویت‌کننده فیبری در تهیه نان تحقیق نمودند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اثر افزایش اینولین بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر حاصل از آرد گندم و کیفیت نان تأثیر داشته به‌طوری‌که افزودن اینولین باعث ایجاد رنگ تیره‌تر در پوسته نان گردید. رنگ تیره به‌دلیل وجود مقادیر بالای ترکیبات احیاء‌کننده شرکت‌کننده در واکنش میلارد<sup>۴</sup> می‌باشد. اینولین با وزن مولکولی پایین رنگ تیره‌تر ایجاد می‌کند زیرا دارای فروکتان با وزن مولکولی پایین‌تر است.

درسالهای اخیر سیاست‌گذاری‌های مسئولان در جهت تولید نان‌هایی با کیفیت بالا و نیز تولید نان‌هایی با ارزش تغذیه‌ای فراتر از یک نان استاندارد بوده است تا با توجه به مصرف بالای این محصول در کشور ما، سطح سلامت جامعه با تولید نان‌هایی با ارزش تغذیه‌ای بالاتر افزایش یابد. در اجرای این هدف، تولید نان‌های عملگرا و توزیع آن در سطح جامعه به‌ویژه با توجه به جایگاه نان‌های سنتی در ایران و تمایل به مصرف این نوع نان یکی از راهکارهای مناسب و عملی خواهد بود. اگرچه طی دهه گذشته گزارش‌هایی درخصوص تأثیر افزایش اینولین بر کیفیت خمیر و نان و ارزیابی ویژگی‌های مختلف کیفی، حسی-چشایی و رئولوژیکی آن منتشر گردیده (Hager et al., 2011; Korus, et al., 2006; Peressini & Sensidoni, 2009) که بر تأثیر مثبت اینولین بر کیفیت نان دلالت داشته‌اند و به رغم حجم بالای مطالعه‌ها و یافته‌های موجود درخصوص ویژگی‌های فیزیولوژیکی و ارزش تغذیه‌ای اینولین و سایر فروکتان‌ها در محصولات غذایی مختلف، اطلاعات منتشرشده کمی در زمینه اثرات این ترکیبات بر کیفیت نان‌های سنتی وجود دارد. در این پژوهش استفاده از ترکیب پری‌بیوتیک اینولین در فرمولاسیون و تولید نان تافتون (به‌عنوان یک نان رایج و پرمصرف

علاقه‌مند شده‌اند. براین‌اساس با گسترش تحولات و دانش حاصل از آن منجر به واژه جدیدی در صنایع غذایی به نام غذاهای فراسودمند یا عملگرا پیشنهاد گردید (Schiraldi & Fessas, 2001). غذاهای عملگرا آن دسته از مواد غذایی یا اجزاء رژیم غذایی بوده که علاوه بر مواد مغذی نظیر کربوهیدرات، پروتئین، چربی، ویتامین و مواد معدنی اثرات سودمندی نیز بر سلامتی انسان داشته و سبب ارتقاء سلامت و بهبود کیفیت و کمیت زندگی می‌گردد. از جمله این موارد می‌توان به مواد زیست‌فعال طبیعی مانند پروبیوتیک‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها، فیبرهای خوراکی و همچنین اجزای غذایی که به‌طور مصنوعی به مواد غذایی اضافه شده، مانند پری‌بیوتیک‌ها اشاره نمود (Verhagen, 2007). کارایی مواد غذایی حاوی پری‌بیوتیک‌ها در حفظ و ارتقاء سلامت انسان به اثبات رسیده است (Grajek & Olejnik, 2005). برخلاف پروبیوتیک‌ها که شامل میکروارگانیسم‌های زنده و فعال با اثرات مفید در بدن می‌باشند، پری‌بیوتیک‌ها عبارتند از ترکیباتی که رشد و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک موجود در دستگاه گوارش را بهبود بخشیده و اثرات مفید آنها را بر سیستم ایمنی بدن تقویت می‌کنند (Bhat & Bhat, 2011). اینولین<sup>۱</sup> و الیگوفروکتوزها<sup>۲</sup> جزء ترکیبات پری‌بیوتیکی هستند که با هدف به بهبود ویژگی‌های تکنولوژیکی و با فواید تغذیه‌ای در محصولات غذایی به‌کار می‌روند. به‌کارگیری این ترکیبات فراسودمند در محصولات غذایی مختلف معمولاً دارای اثرات دوگانه بهبوددهنده خواص ارگانولپتیکی و افزایش خواص تغذیه‌ای ترکیبات می‌باشد. استفاده از اینولین و الیگوفروکتوز به‌عنوان فیبر رژیمی در محصولات نانویی و غلات صبحانه منجر به بهبود طعم و بافت و افزایش تردی در این محصولات می‌گردد (Corzo-Martinez et al., 2007). Korus و همکاران (۲۰۰۶) اثر ترکیبات پری‌بیوتیک اینولین، شربت اولیگوساکارید<sup>۳</sup> و آرد کاسنی تلخی‌زدایی‌شده را بر کیفیت نان‌های بدون گلوتن بررسی کردند. این نان‌ها با افزایش ۳، ۵ و ۸ درصد از ترکیبات ذکرشده تهیه و

<sup>1</sup> Inulin

<sup>2</sup> Oligofructose

<sup>3</sup> Oligosaccharide

<sup>4</sup> Millard reaction

در جامعه) مورد بررسی قرار گرفته و اثرات کیفی حاصل از آن ارزیابی گردیده است.

ایران) پخت گردید (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۱).

## مواد و روش‌ها

### مواد خام

آرد گندم سبوس گرفته (با نسبت استخراج ۱۵ درصد) از واحد نانوایی فنی و حرفه‌ای شماره ۲- مشهد براساس استانداردهای ملی ایران (۱۳۸۱) تهیه شد. مخمر خشک فعال ساکارومایسس سرویزیه<sup>۱</sup> از شرکت ایران ملاس فریمان، اینولین HPX<sup>۲</sup> با درجه پلیمریزاسیون<sup>۳</sup> متوسط ۲۳ از شرکت نیکان تجارت ماهان- تهران و مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند.

### تیمارهای فرمولاسیون نان با نسبت‌های اینولین

ابتدا تیمارهای پژوهش با استفاده از درصدهای وزنی مختلف اینولین (۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد) نسبت به وزن آرد برای تهیه نان تافتون تنظیم و نان حاصل مورد ارزیابی چشایی قرار گرفت. باتوجه به عدم تأیید نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد اینولین در پانل‌های حسی به دلیل احساس طعم شیرین در نان سنتی، تیمارهای بعدی با کاهش میزان اینولین مورد آزمون در مقایسه با نمونه شاهد صورت پذیرفت. پس از بهینه‌سازی و آماده‌نمودن شرایط، درصدهای مشخصی از آرد با ترکیب پری بیوتیک اینولین تجاری به نسبت‌های ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد برحسب وزن آرد در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی جایگزین گردید.

مراحل تهیه خمیر و پخت نان در مجتمع نانوایی فنی و حرفه‌ای مشهد صورت گرفت. در تهیه خمیر، آب در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد همراه با خمیر مایه (به میزان ۰/۸ درصد) و نمک (۱/۵ درصد) نسبت به وزن آرد به آن افزوده شده و پس از اختلاط حدود ۴۵ دقیقه به خمیر استراحت داده شد تا عمل تخمیر به خوبی صورت گیرد. چانه‌های تخمیر شده خمیر روی سکوی کار به وسیله وردنه به ضخامت حدود ۱ سانتی‌متر پهن و سپس در فر (مدل مشهد پخت،

### آزمون‌های ارزیابی آرد و خمیر

ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی آرد و خواص رئولوژیکی خمیر (فارینوگراف) با استفاده از روش‌های متداول (AACC, 2010) انجام گرفت، بدین‌منظور رطوبت آرد با آون (Memmert, آلمان) به روش ۴۴-۱۶، خاکستری با کوره (Paragon, کانادا) به روش ۰۱-۰۸، گلوتن مرطوب آرد مصرفی به روش ۳۸-۱۲، پروتئین (پروتئین‌سنج، مدل گرهارد- vavodest30, آلمان) به روش ۱۱-۳۹، عدد فالینگ نامبر (Parten, آلمان) مطابق روش ۲۱-۵۴ که در آن مقاومت خمیر در مقابل زدن، زمان گسترش خمیر، درجه نرم‌شدن خمیر و عدد کیفیت فارینوگراف بررسی و همچنین عدد زلنی نیز به روش ۶۰-۵۶ بر پایه وزن اولیه نمونه اندازه‌گیری شدند (AACC, 2010).

### آزمون‌های پس از پخت

آزمایش‌های نان تافتون تولیدی در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت شامل اندازه‌گیری قدرت بافت و کشش‌پذیری، ویژگی‌های ظاهری (رنگ و حجم) و ارزیابی حسی-چشایی انجام گردید. آزمایش‌های ماندگاری محصول پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت در مقایسه با نمونه‌های شاهد صورت گرفت.

### ارزیابی سفتی بافت مغز نان

سفتی بافت مغز نان در تناوب‌های زمانی ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از پخت برای تخمین بیاتی مغز نان در مقایسه با نمونه شاهد با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (مدل QTS, انگلستان) و روی قطعه‌هایی به ابعاد ۴ سانتی‌متری از بخش میانی نان مورد ارزیابی قرار گرفت (Katina et al., 2007).

حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای با انتهای صاف (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز قطعه‌های نان، به‌عنوان شاخص سفتی محاسبه گردید. نقطه شروع و نقطه هدف به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلی‌متر بود (Pourfarzad et al., 2012).

<sup>1</sup> *Saccharomyces Cerevisiae*

<sup>2</sup> High Performance Inulin for High Temperature Process, Average DP $\geq$ 23

<sup>3</sup> Polymerization

رسم نمودارها، از نرم‌افزار MS-Excell 2010 استفاده شد. آنالیز داده‌های آزمون حسّی-چشایی به کمک نرم‌افزار MSTAT-C و به کمک مقایسه میانگین LSD ( $P \leq 0.05$ ) انجام گردید، همچنین در نهایت روابط همبستگی بین سایر تیمارها ارزیابی گردید.

### نتایج و بحث

#### ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد حاوی

##### اینولین

نتایج آنالیز خصوصیات شیمیایی آرد گندم سبوس‌گرفته (با نسبت استخراج ۱۵ درصد) به‌عنوان نمونه شاهد و آرد به همراه مواد افزوده شده با نسبت ۶ درصد اینولین (مربوط به نمونه برتر در آزمون‌های حسّی-چشایی) در جدول (۱) گزارش شده است.

کاهش نسبت پروتئین در مقایسه با نمونه شاهد با توجه به جایگزینی اینولین با آرد گندم صورت گرفته است. عامل تغییر در میزان اسیدیته و pH احتمالاً برهم‌کنش اینولین با پلی‌مرهای زیستی آرد، به‌ویژه پروتئین، مطابق با رابطه (۱) بوده است. همچنین میزان خاکستر، که شاخص و مبین درجه استخراج آرد می‌باشد در اثر اختلاط آرد با اینولین که میزان خاکستر آن نسبت به آرد متفاوت است، بسته به نسبت به‌کاررفته، با کاهش معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) همراه بود. ولی این میزان همچنان در محدوده استاندارد قرار داشت.

رابطه (۱)

$$P_1 = P_0 \times [(100 - I\%) / 100]$$

(درصد پروتئین تام در آرد اولیه:  $P_0$  درصد اینولین:  $I$ ، درصد پروتئین تام پس از افزودن اینولین:  $P_1$ )

هر نمونه نان، آزمون یادشده با ۳ تکرار در دمای اتاق انجام و حداکثر نیروی لازم برای نفوذ پروب در نمونه، به‌عنوان سفتی پوسته نان در نظر گرفته شد. با رسم منحنی نیرو-فاصله، نیروی متناظر با نصف ضخامت نمونه به‌عنوان نیروی لازم برای ۵۰ درصد فشردگی که بیانگر سفتی مغز نان است، تعیین گردید.

#### ارزیابی رنگ پوسته

تجزیه و تحلیل رنگ پوسته نان در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  صورت پذیرفت. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد  $4 \times 4$  سانتی‌متر از پوسته نان تهیه گردید و به‌وسیله اسکنر (مدل HP Scanjet G3010، آمریکا) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J (نسخه ۱/۴۵، ۲۰۱۳) قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد (Sun, 2008).

#### ارزیابی خصوصیات حسّی-چشایی

خصوصیات حسّی نان‌های تولیدی در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از طریق آزمون چشایی براساس روش (AOAC, 2003) ارزیابی شد. نمونه نان در اختیار ۱۰ داور از بین افراد آموزش‌دیده قرار گرفت و از ارزیابان حسّی خواسته شد تا ویژگی‌های «رنگ و کیفیت ظاهری»، و «طعم و مزه» را با ضریب اثر بخشی یکسان در قالب آزمون هدونیک<sup>۱</sup> ۵ نقطه‌ای ارزیابی کنند. درجه مطلوبیت نمونه‌ها از ۵ برای بسیار خوب تا ۱ برای بسیار بد سنجیده شد.

#### آنالیز آماری نتایج

تمام آزمایش‌ها حداقل در ۲ تکرار و نتایج حاصل از این پژوهش، میانگین تکرارها بود. آزمون‌های آماری در قالب فاکتوریل با ۵ تیمار برای نمونه‌های حاوی اینولین (۸-۶-۴-۲-۰ درصد) با روش آنالیز واریانس برای تعیین اختلاف معنی‌داری بین داده‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد به‌کار رفت. برای ارزیابی داده‌ها و

<sup>1</sup> Hedonic test

جدول ۱- بررسی خصوصیات شیمیایی آردهای گندم

نوع آرد	تغییرات pH	اسیدیته (DB)	درصد رطوبت	درصد پروتئین	عدد زلنی	درصد خاکستر
آرد گندم (پایه)	۶/۳۱	۲/۰۷	۱۲/۹۰	۱۰/۹۶	۲۴/۶	۰/۷۵
آرد گندم حاوی اینولین (۶ درصد)	۶/۳۵	۲/۸۵	۱۲/۴۱	۸/۷۶	۱۸/۷	۰/۷۸

به طوری که هرچه شاخص عدد زلنی بیشتر باشد، آرد پروتئین قوی تری داشته و برای تولید فراورده های مستلزم چنین قابلیت مناسبت تر خواهد بود. با توجه به اینکه عدد زلنی که نشان دهنده کیفیت پروتئین آرد می باشد، به مقدار پروتئین بستگی دارد. بنابراین با کاهش نسبت پروتئین در آرد، این شاخص نیز یک روند کاهش نسبی داشته است. همبستگی مثبت و بالا (۰/۹۲ درصد) میان عدد زلنی و میزان پروتئین نیز، این توجیه را تأیید می کند.

رابطه رگرسیونی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آرد حاوی ۶ درصد اینولین در غالب مدل رگرسیونی چند متغیره، در جدول (۲) نشان داده شده است. براین اساس بین پارامترهای یاد شده یک همبستگی مثبت و منفی مشاهده می گردد، از آنجاکه اینولین یک ترکیب هیگروسکوپیک<sup>۱</sup> بوده، انتظار می رفت که با افزایش غلظت آن در آرد، رطوبت آرد نیز افزایش یابد. در حالی که این روند مشاهده نشده و ضریب رگرسیون پایینی نیز به دست آمد. همچنین شاخص تقریبی کیفیت پخت آرد با بررسی عدد زلنی انجام شده

جدول ۲- همبستگی پارامترهای فیزیکوشیمیایی آرد حاوی ۶ درصد اینولین

خاکستر	پروتئین	اسیدیته (WB)	اسیدیته (DB)	رطوبت	pH	غلظت	نتایج همبستگی
						۰/۴۴۲	pH
						-۰/۸۷۵	رطوبت
				۰/۴۶۴	۰/۲۷۰	-۰/۱۹۴	اسیدیته (DB)
		۰/۹۱۶		۰/۰۷۱	۰/۳۷۵	۰/۱۷۷	اسیدیته (WB)
	۰/۱۹۵	۰/۴۹۹		۰/۸۱۲	۰/۵۸۸	۰/۷۹۸	پروتئین
	۰/۶۴۷	-۰/۴۵۹	-۰/۱۴۷	-۰/۶۵۰	-۰/۶۲۶	-۰/۹۲۷	خاکستر
۰/۸۲۴	۰/۹۲۵	-۰/۱۸۸	۰/۱۳۴	۰/۷۴۹	-۰/۷۷۱	-۰/۸۵۱	عدد زلنی

در غلظت بالاتر (۸ درصد)، تثبیت شد. شاخص  $R^2$  برای داده های جذب آب آرد، معادل ۰/۹۱۱ درصد بود، که حاکی از برازش قابل قبول معادله خطی به دست آمده است. ولی با حذف داده مربوط به غلظت ۸ درصد اینولین، معادله خطی جدیدی به دست آمد، که شاخص  $R^2=0.998$  نشان دهنده برازش بسیار بهتری برای این داده ها می باشد.

این نتایج حاکی از آن است که احتمالاً افزایش غلظت اینولین (به تنهایی)، تا سطح معینی (۸ درصد) می تواند جذب آب آرد را کاهش دهد. افزودن اینولین در فراورده های آردی، به سبب برهم کنش میان مولکول های اینولین با پروتئین، سبب بهبود شبکه

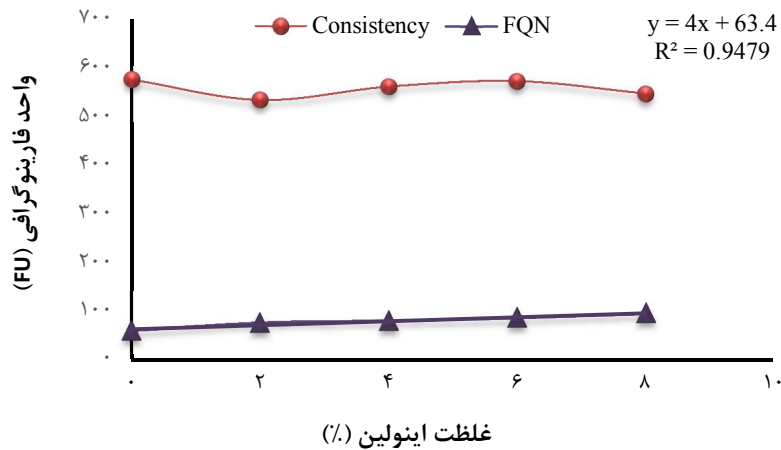
رفتار رئولوژیکی خمیر با نسبت های مختلف اینولین با افزایش غلظت اینولین، قوام خمیر (Con) به کندی افزایش، ولی در غلظت ۸ درصد دوباره کاهش یافت (شکل ۱). این ویژگی در نمونه شاهد، ارزش بالاتری داشت. عدد کیفی فارینوگراف (FQN)، با افزایش غلظت اینولین نیز افزایش یافت. این افزایش، در غلظت های میانی، روند کندتری نشان داد. تغییرات قوام خمیر (۴۹۳-۵۷۶) در دامنه ای بزرگ تر از دامنه تغییرات FQN (۶۰-۹۵) قرار داشت.

علاوه بر این جذب آب آرد ( $W_{abs}$ ) با افزایش غلظت اینولین، کاهش یافته است (شکل ۲). این کاهش، تا غلظت ۶ درصد روند یکنواختی داشته ولی

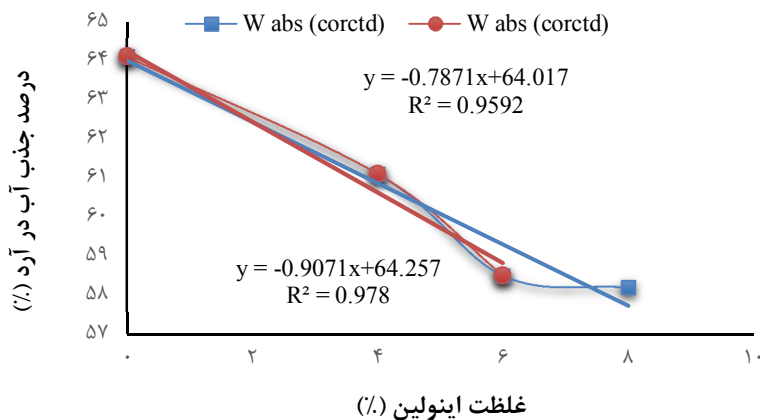
<sup>۱</sup> Hygroscopic

الاستیسیته خمیر و مقاومت آن به کشش می‌گردد.

گلوتن شده و در کاهش حجم آن و در نهایت در روند توسعه خمیر نقش دارد. بنابراین، منجر به افزایش



شکل ۱ - تغییرات قوام (Con) و عدد کیفی فارینوگراف (FQN)



شکل ۲ - نمودار جذب آب آرد (W<sub>abs</sub>) حاوی غلظت‌های مختلف اینولین

آن را به آب کاسته و سبب چنین تأثیری می‌شود. باین‌حال ذکر این نکته ضروری است که کاهش جذب آب آرد با افزایش اینولین، که از آزمون‌های فارینوگرافی نمونه‌های آرد نتیجه به‌دست‌آمده با نتایج تجربی مشاهده‌شده در حین تهیه خمیر مغایرت داشت، به‌طوری‌که در مرحله آماده‌سازی، خمیرگیری نمونه‌های حاوی اینولین، مستلزم به کاربرد مقدار آب بیشتری بود. همچنین افزودن اینولین، به سبب برهم‌کنش میان مولکول‌های اینولین و یا اینولین با پروتئین، سبب الاستیسیته شبکه گلوتن شده و

نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف Karolini و همکاران (۲۰۰۷) و Hager و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت. میزان جذب آب آرد با نسبت اینولین به‌کاررفته، همبستگی منفی و بسیار بالایی را نشان می‌دهد (۰/۹۴۹-Correl=) که با حذف داده‌های اینولین ۸ درصد، بازهم بیشتر می‌شود (۰/۹۸۷-Correl=). باتوجه‌به اینکه جذب آب در آرد، بیشتر توسط پروتئین (گلوتن) انجام می‌شود، به نظر می‌رسد که وجود اینولین در فرمول آرد، به سبب برهم‌کنش با پروتئین، دسترسی

### بررسی نتایج فارینوگرافی

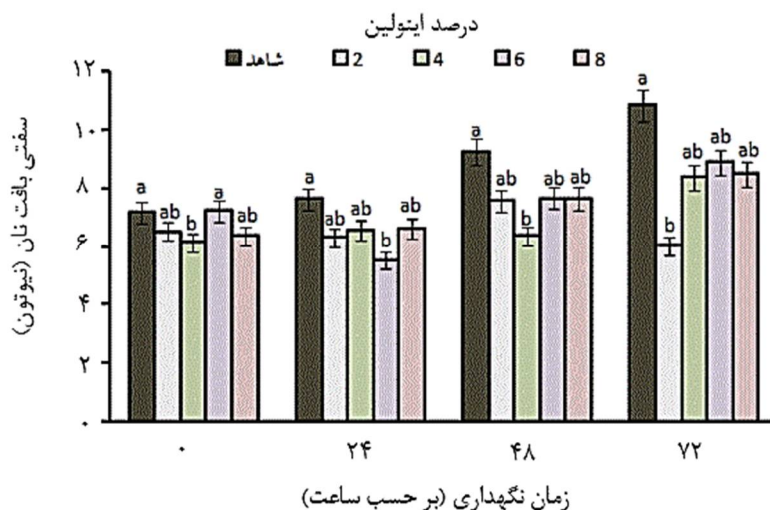
نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که نمونه حاوی ۶ درصد اینولین، بیشترین مقدار شاخص‌های توسعه و پایداری را نسبت به نمونه شاهد داشته است، علاوه بر این تیمار یادشده در مقابل نمونه شاهد عدد کیفی فارینوگراف آرد (FQN) بالاتری داشته و درجه سست شدن ۱۰ دقیقه خمیر پس از آغاز (DS) بسیار بالاتری در مقایسه با نمونه شاهد دارد. این نتایج با پژوهش Pathak و Gujral (۲۰۰۲)، مطابق داشت.

### ارزیابی سفتی بافت (شاخص بیاتی)

نتایج حاصل از اندازه‌گیری سفتی بافت مغز نان با دستگاه بافت‌سنج در نان‌های تولیدی در طی دوره نگهداری در شکل (۳) آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود نیروی لازم برای فشردن نان با گذشت زمان افزایش یافت. به‌طوری‌که سفتی نان با غلظت‌های مختلف اینولین، با افزایش زمان نگهداری به‌طور نسبی کاهش یافت. پس از ۲۴ ساعت نگهداری، سفتی نان با غلظت اینولین، نوسانات مختصری یافت. به‌طوری‌که به جزء نمونه ۶ درصد که کاهش معنی‌داری نسبت به بقیه تیمارها داشت در غلظت‌های دیگر، بدون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ( $P > 0.05$ ) و همچنین کمتر از شاهد بود ( $P < 0.05$ ).

بدین‌ترتیب، در کاهش حجم آن در پایان توسعه خمیر، نقش دارد. بنابراین، منجر به افزایش الاستیسیته خمیر و مقاومت آن به کشش می‌گردد. با افزایش غلظت اینولین، روند جذب آب سیر کاهشی نشان داده است. درحالی‌که انتظار می‌رود هیدروکلوئیدها به سبب ماهیت آب‌دوستی و برهم‌کنش با آب، و در نهایت کاهش انتشار آب و پایداری حضور آب در سیستم، سبب افزایش جذب آب در خمیر و در نتیجه افزایش بازدهی خمیر شوند (Sukheesab, 2007). برخی پژوهش‌گران علت کاهش جذب آب را اثر ممانعت‌کنندگی اینولین در جذب آب توسط گرانول‌های نشاسته می‌دانند (Skaradzinska *et al.*, 2007).

البته برخی پژوهش‌گران نیز گزارش داده‌اند که با افزایش اینولین جذب آب کاهش می‌یابد (Rosell *et al.*, 2011). با افزایش میزان اینولین از صفر تا ۴ درصد، میزان جذب آب کاهش نشان داده است (Karolini *et al.*, 2007). Sukheesab (۲۰۰۷) در تحقیق‌های خود به این نتیجه رسید که اینولین در درصد‌های بالا باعث کاهش جذب آب می‌شود تأثیر افزایش اینولین در کاهش جذب آب تا حدود ۳ درصد اینولین برای اینولین‌های با درجه پلی‌میرزاسیون مختلف گزارش شده است (Wang *et al.*, 2002).



شکل ۳- سفتی نان‌های دارای اینولین در زمان‌های مختلف نگهداری

اینولین در مقادیر ۴-۶ درصد نتیجه منفی بر ویژگی‌های حسی-چشایی نشان نداده است.

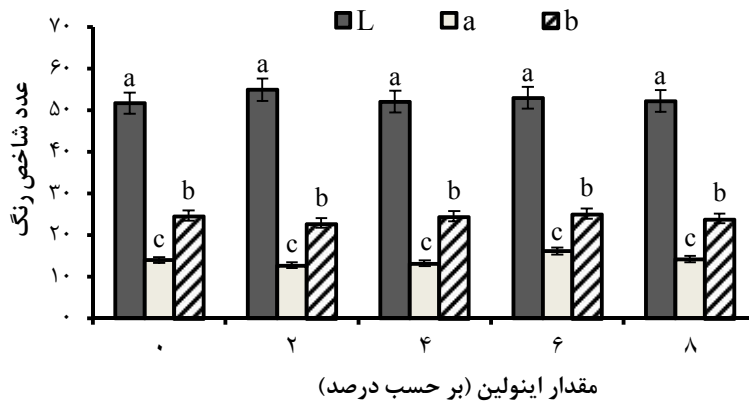
ارزیابی نتایج آزمون رنگ‌سنجی نان‌های تولیدی نتایج داده‌های عددی حاصل از انجام این پژوهش روی شاخص‌های رنگ ( $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ) نان در غلظت‌های مختلف اینولین به‌طور کلی در شکل (۴) نشان داده شده است. شاخص  $L^*$  معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص  $a^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از -۱۲۰ (سبز خالص) تا +۱۲۰ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص  $b^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از -۱۲۰ (آبی خالص) تا +۱۲۰ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. براین‌اساس با افزایش نسبت اینولین تغییرات نامحسوسی در کاهش و افزایش به‌ترتیب شاخص روشنایی ( $L^*$ ) و تمایل به قرمزی پوسته نان ( $a^*$ ) مشاهده گردید، علاوه‌بر این تغییرات مشخصی در روند شاخص  $b^*$  با افزایش نسبت اینولین در فرمولاسیون آرد نان گندم مشاهده نشد و در نهایت یک همبستگی بین شاخص‌های رنگ نان ( $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ) و اختلاف کل رنگ در نمونه نان حاصل در جدول (۳) ملاحظه گردید.

جدول ۳- همبستگی شاخص‌های رنگ نان ( $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ) و تفاوت رنگ

همبستگی نتایج	٪	$L^*$	$a^*$	$b^*$
$L^*$	-۰/۰۷			
$a^*$	-۰/۳۸	-۰/۸۹		
$b^*$	-۰/۲۱	۰/۹۸	-۰/۸۱	
Delta E	۰/۱۸	-۰/۷۸	۰/۵۸	-۰/۸۱

نوسانات سفتی بافت نان در غلظت‌های مختلف اینولین، پس از ۴۸ ساعت نگهداری، بیشتر بود. به‌طوری‌که صرف نظر از غلظت‌های ۶ و ۸ درصد، که بدون تفاوت معنی‌داری ( $P>۰/۰۵$ )، سفتی مشابه با ۲ درصد داشتند، با افزایش غلظت اینولین تا ۴ درصد، سفتی کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت ( $P<۰/۰۵$ ). این روند، تقریباً با مدت ۲۴ ساعت نگهداری مشابه است. اما در نگهداری به مدت ۷۲ ساعت، روند تغییرات سفتی، کمی متفاوت است. به‌طوری‌که به جزء شاهد، که بیشترین سفتی ( $P<۰/۰۵$ ) را در تمام نمونه‌ها و زمان‌های نگهداری نشان داد، روند تغییرات سفتی با غلظت اینولین، همسو بود. اگرچه، غلظت‌های ۶ و ۸ درصد تفاوت معنی‌داری با ۴ درصد نشان ندادند ( $P>۰/۰۵$ ). به‌طور کلی، سفتی نمونه‌ها، همبستگی بسیار بالایی با زمان نگهداری ( $R^2=۰/۹۳$ )، و غلظت اینولین (۲-۸ درصد) ( $R^2=۰/۹۳$ ) نشان داد. افزایش در سفتی بافت مغز نان در نتیجه پیوند عرضی پروتئین‌هاست. حجم ویژه با سفتی بافت رابطه دارد. زمانی که حجم ویژه نان کاهش می‌یابد، افزایشی در سفتی بافت مغز نان مشاهده می‌شود (Moore, 2011). باتوجه‌به اینکه، سفتی بافت مغز نان، با حجم ویژه نان (که در واقع نشان‌دهنده تخلخل بافت می‌باشد) نسبت عکس دارد، کاهش حجم نان (یا کاهش حجم ویژه) می‌توان نشانه افزایش ظاهری سفتی نان دانست. در این صورت، می‌توان کاهش سفتی بافت با افزایش غلظت اینولین را در تحقیق حاضر، مغایر با نتایج Wang و همکاران (۲۰۰۲) و Angioloni و Collar (۲۰۱۱) دانست. باتوجه‌به منشاء متفاوت اینولین، نوع نان و اثر طول زنجیره بر ویژگی‌های حسی این تفاوت‌ها قابل توجیه است. در تحقیق حاضر، افزایش





شکل ۴- امتیاز شاخص‌های رنگ ( $L^*a^*b^*$ ) نان در غلظت‌های مختلف اینولین

مایلارد نسبت داشته، بنابراین اینولین‌هایی با زنجیر کوتاه‌تر، حتی رنگ تیره‌تری نیز تولید می‌کنند، زیرا در بردارنده فروکتان‌های سبک‌تر خواهند بود.

#### ارزیابی خصوصیات حسی نان‌های تولیدی

طعم نان بهترین عامل حسی بوده که به‌طور کامل به روش دستگاهی قابل ارزیابی نیست. ویژگی‌های حسی-چشایی تیمارهای نمونه نان سری اول که شامل پیش‌تیمار؛ ۲/۵، ۵/۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد اینولین (بر مبنای وزن آرد) بود، بر اساس نظر پانل چشایی متشکل از ۱۵ آزماینده، تمایز کاملاً بارز ویژگی‌های حسی، به قدری بود که بدون نیاز به ادامه ارزیابی‌ها، در مورد پذیرش تیمارهای برتر و رد پذیرش تیمارهای نامناسب، تصمیم‌گیری شد. بنابراین، تیمار ۱۰ درصد باتوجه به شیرینی نسبی اینولین که در نان‌های سنتی مطلوب به نظر نرسید، حذف و مقادیر کمتر اینولین برای مرحله دوم مورد بررسی قرار گرفتند. طعم شیرینی نسبی اینولین در نان‌های فانتزی و صنعتی به‌عنوان عامل چشایی نامناسب قلمداد نشده و لذا جایگزینی اینولین با آرد گندم تا کمتر از ۱۰ درصد در منابع مورد استناد قرار گرفته است (Morris, 2012).  
 باین‌حال تمایز طعم شیرین در نان سنتی تافتون از مقبولیت توسط آزمون‌کننده‌های آموزش‌دیده برخوردار نبود. لذا فرمولاسیون تیمارهای نان سری دوم شامل (۲، ۴، ۶ و ۸ درصد اینولین) تهیه مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج ارزیابی حسی (شکل ۵) نشان داد که

باتوجه به نتایج مطالعه‌های Poinot و همکاران (۲۰۱۰)، افزودن ۵ درصد اینولین به نان سفید، باعث تشدید فرایند پخت نان می‌شود. در نتیجه تشکیل پوسته، تشکیل ترکیبات طعمی و قهوه‌ای شدن پوسته نیز افزایش می‌یابد. از آنجاکه زنجیره فروکتان اینولین حین فرایند پخت شکسته می‌شود و محصولات با وزن مولکولی کمتر (گلوکز<sup>۱</sup>، فروکتوز<sup>۲</sup>، ساکاروز<sup>۳</sup> و در برخی موارد دی-دی-فرکتوز<sup>۴</sup> و دی-انهدرید<sup>۵</sup>) در سطح پوسته شرکت می‌کنند. در نتیجه با افزودن اینولین واکنش قهوه‌ای شدن تشدید می‌یابد. Hadiyanto و همکاران (۲۰۰۷)، از یک معادله برای تبیین همبستگی غیرخطی میان مقدار ملانوئیدین‌ها<sup>۶</sup> و درجه قهوه‌ای شدن استفاده کردند، که در آن درجه قهوه‌ای بودن اولیه خمیر و ضریب مقیاس قهوه‌ای شدن، مقادیر تجربی بوده و بنابراین با برازش مدل با داده‌های تجربی به دست می‌آید. شدت رنگ، که از زرد کم‌رنگ تا قهوه‌ای بسیار تیره می‌باشد، به شدت این واکنش بستگی دارد، اندازه قهوه‌ای شدن در دامنه  $\Delta E=24/35$  برای رنگ خمیر اولیه (کم‌رنگ) تا  $\Delta E=67/12$  برای بیشترین مقدار برای فراورده سیاه بوده است (Henares *et al.*, 2006). Peressini و Sensidoni (۲۰۰۹)، نشان دادند ایجاد رنگ تیره، به افزایش شمار انتهای احیاکننده دخیل در واکنش

<sup>1</sup> Glucose

<sup>2</sup> Fructose

<sup>3</sup> Sucrose

<sup>4</sup> Di-d fructose

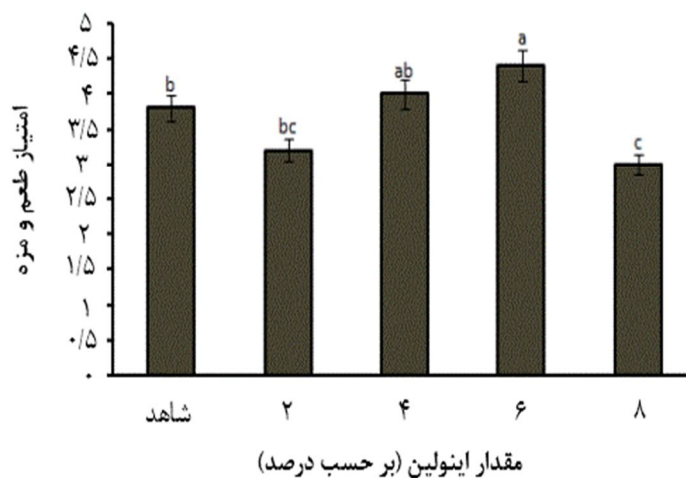
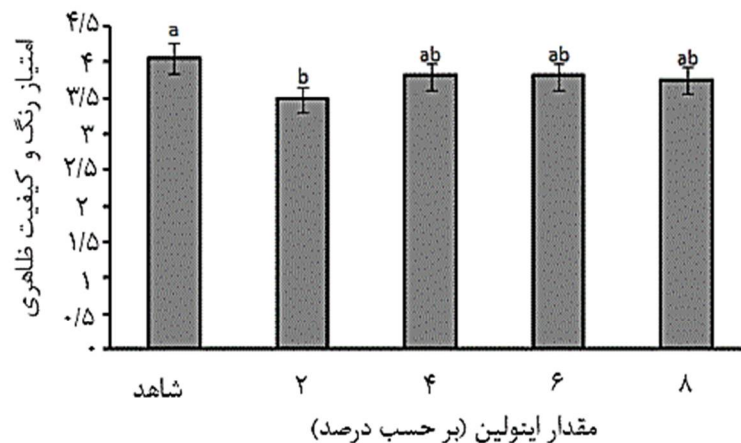
<sup>5</sup> Di anhydride

<sup>6</sup> Melanoidin

هیدرولیز می‌شوند (Biesiekierski *et al.*, 2011). در تمام این موارد، مشکلات فنی از نظر قابلیت کار ماشین‌آلات با خمیر وجود خواهد داشت، که منجر به این می‌شود که کیفیت فراورده نهایی، اندکی کمتر باشد. اثرات عمده اینولین یا FOS عبارتند از حجم کمتر نان، سفتی بیشتر مغز و پوسته تیره‌تر به نظر می‌رسد با اینکه اینولین به‌خوبی با شبکه گلوتن، یکپارچه می‌شود، ولی درعین حال نسبت آن را می‌کاهد که سبب کاهش قابلیت نگهداری گاز می‌شود. رنگ تیره‌تر و افزایش ترکیبات طعم که مشخصه واکنش مایلارد می‌باشند، بشمار بیشتر پایانه‌های احیاکننده نسبت داده شده است، که بخشی نیز ممکن است ناشی از تغییر اینولین FOS در اثر پخت باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش اینولین بر کیفیت ظاهری و رنگ نمونه‌های نان تأثیر منفی به‌جا نگذاشته است.

خصوصیات رنگ و کیفیت ظاهری از نظر داوران در نمونه‌های حاوی اینولین، کمتر از شاهد بود. با وجود این، در غلظت‌های ۴-۸ درصد تفاوت معنی‌داری ملاحظه نگردید. همچنین امتیاز طعم و مزه نان از نظر داوران، در غلظت ۶ درصد بهتر از بقیه نمونه‌های نان تولیدی (حتی شاهد) بوده است.

تأثیر فرایندهای شاخص برای فراوری مواد غذایی، بر ساختار اینولین، رئولوژی و فعالیت پری‌بیوتیکی در برخی منابع بررسی شده است. به‌عنوان نتیجه کلی، معلوم شده است که اثر جایگزینی با اینولین یا FOS بر ویژگی‌های بافتی و حسی، بستگی به نوع پری‌بیوتیک به‌کاررفته، نوع آرد، میزان جایگزینی، درجه پلی‌مریزاسیون و چگونگی کاربرد پری‌بیوتیک (مثلاً پودر یا ژل) دارد. درخصوص تأثیر اینولین بر پخت، نتایج برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که بخشی از فروکتو اولیگوساکاریدها در اثر فرایند پخت،



شکل ۵- ارزیابی حسی (رنگ و کیفیت ظاهری، طعم و مزه) نمونه نان‌های حاوی غلظت‌های مختلف اینولین

### نتیجه‌گیری

شناخته‌شده ضمن افزایش ارزش غذایی و ارتقاء کیفیت تغذیه‌ای نان، تغییر نامطلوبی در خواص رئولوژیکی یا ویژگی‌های چشایی این محصول به‌وجود نمی‌آورد. باتوجه‌به انجام پژوهش‌های موازی در جهت تجاری‌سازی تولید اینولین از منابع گیاهی داخلی و نیز نظر به سیاست‌های آزادسازی قیمت نان، تولید انبوه نان سنتی پری‌بیوتیک با استفاده از دستاوردهای پژوهشی این تحقیق می‌تواند مورد توجه مسئولین و برنامه‌ریزی در جهت تولید داخلی این محصول با ارزش قرار گیرد.

### سپاسگزاری

یافته‌های این تحقیق مربوط به بخشی از یک طرح پژوهشی است که با سفارش شرکت غله و خدمات بازرگانی منطقه ۵ (استان‌های خراسان) و حمایت این مرکز در پژوهشکده علوم و صنایع غذایی انجام گردید.

تحقیق حاضر امکان فرمولاسیون و تولید نان سنتی با استفاده از ترکیب پری‌بیوتیک اینولین را نشان داد. ویژگی‌هایی که در نان برای مصرف‌کننده مهم بوده شامل حجم نان، مغز نرم و الاستیک، طعم خوشایند و ماندگاری قابل قبول با تقویت‌سازی نان به کمک اینولین، ضمن برخورداری از اثرات متابولیک و فراسودمند بسیاری که دارد، بر ظاهر و بافت نان تغییر معنی‌داری به‌جا نگذاشت. در مجموع، براساس نتایج آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و ارگانولپتیک، افزایش اینولین به میزان ۶ درصد و یا کمتر ضمن بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و عملکردی نان با حفظ ویژگی‌های حسی چشایی و فناورانه همراه بوده است. کاربرد ۶ درصد اینولین، امتیاز طعم و مزه نان مخلوط را از نظر داوران چشایی آموزش‌دیده، حتی نسبت به شاهد بهبود بخشید. باتوجه‌به این نتایج، استفاده از اینولین به‌عنوان یک ترکیب پری‌بیوتیک

### منابع

- ۱- سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۱. نان سنگک، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون آرد گندم. شماره ۶۹۴۳.
- ۲- سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۱. غلات و فراورده‌های آن، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون آرد گندم. شماره ۱۰۳.
- ۳- سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۱. اندازه‌گیری pH، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون آرد گندم. شماره ۳۷.
- 4- AACC International. 2010. AACC methods 46-30. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 11<sup>th</sup> Ed. The St. Paul.
- 5- Angioloni, A., & Collar, C. 2011. Functional response of diluted dough matrixes in high-fibre systems: A viscometric and rheological approach. *Food Research International*, 41(8):803-812.
- 6- AOAC Method. 2003. In official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 17<sup>th</sup> Ed. Arlington. Virginia.
- 7- Bhat, Z.F., & Bhat, H. 2011. Milk and dairy products as functional foods: A review. *International Journal of Dairy Science*, 6(1):1-12.
- 8- Biesiekierski, J.R., Rosella, O., Rose, R., Liels, K., Barrett, J.S., Shepherd, S.J., Gibson, P.R., & Muir, J.G. 2011. Quantification of fructans, galacto-oligosaccharides and other short-chain carbohydrates in processed grains and cereals. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 24(2):154-176.
- 9- Corzo-Martinez, M., Corzo, N., & Villamiel, M. 2007. Biological properties of onion and garlic. *Trends in Food Science & Technology*, 18(12):609-625.
- 10- Grajek, W., & Olejnik, A. 2005. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *Acta Biochimica Polonica*, 52(3):665-671.

- 11-Gray, J., & Bemiller, J. 2003. Bread staling, Molecular basis and control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(1):1-21.
- 12-Gujral, H.S., & Pathak, A. 2002. Effect of composite flours and additives on the texture of chapatti. *Journal of Food Engineering*, 55(2):173-179.
- 13-Hadiyanto, H., Asselman, A., Straten, G.V., Boom, R.M., Esveld, D.C., & van Boxtel, A.J.B. 2007. Quality prediction of bakery products in the initial phase of process design. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8(2):285-298.
- 14-Hager, A.S., Ryan, L., Schwab, C., Ganzle, M., Doherty, J., & Arendt, E. 2011. Influence of the soluble fibres inulin and oat  $\beta$  glucan on quality of dough and bread. *European Food Research and Technology*, 232(3):405-413.
- 15-Henares, J., Francisco, A., & Morales, J. 2006. A new application of a commercial microtiter plate-based assay for assessing the antimicrobial activity of Maillard reaction products. *Food Research International*, 39(1):33-39.
- 16-Izydorczyk, M.S., & Dexter, E. 2008. Barley  $\beta$ -glucan and arabinoxylans molecular structure, physicochemical properties. *International Journal of Food Properties*, 41(9):2850-2857.
- 17-Karolini-Skaradzinska, Z., Bihuniak, P., Piotrowska, E., & Wdowik, L. 2007. Properties of dough and qualitative characteristics of wheat bread with addition of inulin. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(4):267-270.
- 18-Katina, K., Liukkonen, K.H., Kaukovirta-Norja, A., Adlercreutz, H., Heinonen, S.M., Lampi, A.M., Pihlava, J.M., & Poutanen, K. 2007. Fermentation-induced changes in the nutritional value of native or germinated rye. *Journal of Cereal Science*, 46(3):348-355.
- 19-Korus, J., Grzelak, K., Achremowich, K., & Sabat, R. 2006. Influence of prebiotic additions on the quality of gluten free bread and on the content of inulin and fructooligosaccharides. *Journal of Food Science and Technology*, 12(6):489-495.
- 20-Moore, K.E. 2011. Biological analysis of prebiotics in various processed food matrices. Thesis for the degree of Master of Science. University of Nebraska.
- 21-Morris, C., & Morris, G.A. 2012. The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. *Food Chemistry*, 133(2):237-248.
- 22-Peressini, D., & Sensidoni, A. 2009. Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and bread making properties of wheat doughs. *Journal of Cereal Science*, 49(2):190-201.
- 23-Poinot, P., Arvisenet, G., Grua-Priol, J., Fillonneau, C., Le-Bail, A., & Prost, C. 2010. Influence of inulin on bread: Kinetics and physico-chemical indicators of the formation of volatile compounds during baking. *Food Chemistry*, 119(4):1474-1484.
- 24-Pourfarzad, A., Haddad Khodaparast, M.H., Karimi, M., & Mortazavi, S.A. 2012. Optimization of gel improver formulation for improvement of Barbari dough and bread properties using response surface methodology. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 12(47):181-196.
- 25-Rosell, C.M., Rojas, J.A., & De Barber, C.B. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15(1):75-81.
- 26-Schiraldi, A., & Fessas, D. 2001. Mechanism of staling: an overview. P.1-17 In: "Bread Staling", (Eds): Chinachoti, P. and Vodovotz, Y. CRC Press, Boca Raton.

- 27-Skaradzinska, Z., Bihuniak, P., Piotrowska, E., & Wdowik, L. 2007. Properties of dough and qualitative characteristics of wheat bread with addition of inulin. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(4):267-270.
- 28-Sukheesab, K. 2007. Formulation of wheat flour and inulin mix for bread made by different method. A thesis for the degree of Master of Science. Mahidol University. Thailand.
- 29-Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation, Academic press, New York.
- 30-Verhagen, J.V. 2007. The neurocognitive bases of human multimodal food perception: consciousness. *Brain Research Reviews*, 53(2): 271-286.
- 31-Wang, J., Rossel, C., & Barber, C. 2002. Effect of different fibers on dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79(2): 221-226.

## Evaluating the Effect of Inulin Supplementary on the Sensory and Textural Properties of Prebiotic Bread (Taftoon)

Marzieh Hosseininezhad<sup>1\*</sup>, Hamed Anvari<sup>2</sup>, Mahnaz Zhiani<sup>3</sup>, Abbas Abedfar<sup>4</sup>

1- Associate Professor, Department of Food Biotechnology, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran

\* Corresponding author (m.hosseininezhad@rifst.ac.ir)

2- Master of Science in Food Science and Technology, Cereal Company and Commercial Services Zone 5, Mashhad, Iran

3- Master of Science in Food Science and Technology, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran

4- PhD Student, Department of Food Biotechnology, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran

### Abstract

Nowadays, studies on the functional and nutritional values of bread are being developed in order to improve these characteristics as well as application of various dietary fibers and prebiotic compounds in bakery products. The aim of this research was application of prebiotic inulin in the formulation and production of functional Taftoon, a kind of Iranian traditional bread widely used in the country, and evaluation of its nutritional value and qualitative effects. For this purpose, specific percentages of wheat flour (ratios of 2, 4, 6 and 8%) were replaced by commercial inulin with average polymerization of 23 and the produced Taftoon was assessed in terms of qualitative characteristics. The results of Farinograph assessment showed that the sample containing 6% inulin received the maximum sensory score for improvement and stability indexes compared with the control sample. Moreover, based on the results the added 6% inulin, regardless of its amount, not only lacked any negative effect on visual quality and color of bread samples, but also improved the product concerning total titratable acidity, rate of flour water absorption, textural features, owing to its viscoelastic behavior, compared to the control sample. Therefore, using inulin as a well-known prebiotic compound improves the nutritional and healthful characteristics of the traditional bread, Taftoon. However, it did not display any negative effects on rheological and sensory properties of the final product.

**Keyword:** Inulin, Prebiotic, Taftoon bread, Textural characteristics