

بررسی تأثیر افزودن آرد دانه شبلیله بر ویژگی‌های آرد، خمیر و نان بربری

بهزاد ناصحی^{۱*}، زهرا پایدار^۳، حسن برزگر^۴، محمد حجتی^۵

۱- دانشیار صنایع غذایی دانشگاه پیام نور، ایران

۲- دانشیار گروه صنایع غذایی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۴- استادیار گروه صنایع غذایی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۵- دانشیار گروه صنایع غذایی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۵/۰۲)

چکیده

امروزه پژوهشگران به دنبال شناسایی مواد ارزشمندی هستند تا تولید فرآورده‌هایی با کیفیت بالا، مغذی و سلامت‌بخش را فراهم کنند. از این نظر هدف این پژوهش تولید نان به عنوان مهمترین کالای سبد مصرف غذایی برای بیماران دیابتی با استفاده از آرد دانه گیاه دارویی شبلیله بود. بدین منظور آرد دانه شبلیله در سطوح ۰، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ درصد وزنی آرد به فرمولاسیون خمیر نان بربری اضافه شد. سپس ترکیبات شیمیایی مخلوط آردها، رفتار رئولوژیکی خمیر و ویژگی‌های کیفی، حسی و میکروبی نمونه‌های نان بربری مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن این آرد تا سطح ۳ درصد سبب بروز تغییرات مفیدی مانند افزایش میزان جذب آب آرد، عدد کیفی فارینوگراف، عدد نسبت اکستنسوگراف، مقدار فیبر و خاکستر، بهبود ویژگی‌های حسی به‌خصوص مزه و بو، ارتقاء شاخص‌های رنگ و کاهش فعالیت کپکی در تیمارها شد. البته این در حالی است که برخی از رفتارهای رئولوژیکی خمیر مانند درجه سستی، ثبات و کشش‌پذیری و ویژگی‌های کیفی از قبیل حجم مخصوص و سفتی بافت نان، همگام با افزایش غنی‌سازی با افت مواجه شدند. نتایج این پژوهش تأیید می‌کند که نان‌های حاوی ۳ درصد آرد دانه شبلیله از کیفیت خوبی برخوردارند، بنابراین مصرف مداوم آن نه تنها کمبود لیزین، آهن و روی را جبران خواهد کرد، بلکه استفاده از آن برای ارتقاء سلامتی مبتلایان به دیابت نوع ۲ و افراد مقاوم به انسولین، توصیه می‌شود.

کلید واژگان: گیاه دارویی، دیابت، شبلیله، فیبر، نان بربری

* مسئول مکاتبات: Nasehi.b@pnum.ac.ir

۱- مقدمه

امروزه پژوهشگران به دنبال این هستند که با افزودن مواد ارزشمند مختلف به فرمول فرآورده‌های غذایی زمینه ساز تولید محصولاتی شوند که علاوه بر تأمین نیازهای تغذیه‌ای، موجب تضمین سلامت مصرف کننده نیز شوند. از این نظر نان با توجه به جایگاهش در سبد مصرف غذایی، به عنوان حامل این ترکیبات از اهمیت خاصی برخوردار است. به طوری که تاکنون در فرمولاسیون نان از موادی مانند آرد خرفه [۱]، آرد بلوط [۲]، آرد بزرک [۳]، آرد ژل آلورا [۴] آرد تخم شبلیله [۵]، صمغ دانه شبلیله [۶]، میسلایوم قارچ [۷] و آرد سیر [۸] استفاده شده است.

در حال حاضر اهمیت کاربرد گیاهان دارویی در زمینه‌های دارو و درمان، نوشیدنی و خوراکی، بهداشتی و آرایشی و بخصوص اقتصادی بر کسی پوشیده نیست. یکی از این گیاهان که ویژگی‌های تغذیه‌ای مناسب برای اضافه نمودن به نان که در رژیم غذایی افراد جامعه از جایگاه بالایی برخوردار است، شبلیله می‌باشد. بررسی ترکیب شیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی گیاهان دارویی شبلیله نشان می‌دهد که آندوسپرم دانه شبلیله دارای حدود ۴۴ درصد پروتئین و دارای بیشتر اسید آمینه‌ها به‌خصوص حاوی لیزین و تریپتوفان است. محتوای فیبر خوراکی دانه شبلیله حدود ۴۸ درصد گزارش شده است که شامل کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم و لیگنین می‌باشد. علاوه بر آن منبع غنی از کلسیم، آهن، کاروتن و دیگر ویتامین‌ها و همچنین آلکالوئیدها، سالیسیلات، فلاونوئیدها و نیکوتینیک است [۹]. علاوه بر این دانه شبلیله واجد دیگر ترکیبات نادر شیمیایی مانند ساپونین^۱، کومارین^۲ و اسید نیکوتینیک^۳... است که دارای خواص درمانی از جمله مهار جذب کلسترول می‌باشند [۵]. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که جایگزینی آرد گندم با آرد شبلیله موجب افزایش پروتئین، لیزین به عنوان اسید آمینه محدود کننده غلات، فیبر و همچنین مواد معدنی به خصوص روی، آهن و کلسیم شد [۱۰]. صمغ شبلیله مانند صمغ گوار و خرنوب از واحدهای گالاکتوز و مانوز تشکیل شده است و به طور گسترده به عنوان قوام‌دهنده، نگهدارنده آب، پایدار کننده و امولسیفایر در محصولات غذایی کاربرد دارد [۵، ۱۱ و ۱۲].

مصرف این گیاه دارویی خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی، سرطان روده بزرگ و چاقی را کاهش می‌یابد. همچنین ترمیم زخم‌ها و آبسه‌ها، درمان برونشیت، مشکلات گوارشی و تقویت میل جنسی در مردان از جمله دیگر اثرات درمانی آن است. تاکنون اثرات فارماکولوژیک متعددی از جمله کاهش چربی خون حیواناتی از جمله سگ و موش صحرایی گزارش شده‌است [۱۳ و ۱۴]. تجویز دانه‌های گیاه به بیماران دیابتی باعث تنظیم گلوکز خون، کاهش غلظت گلوکز در ادرار، کاهش غلظت کلسترول با وزن مولکولی پایین و تری گلیسریدها شده است، در حالی که مقدار کلسترول با وزن مولکولی بالا تغییری نکرده است [۵]. این گیاه و دانه آن به دلیل داشتن ترکیبات ساپونینی و فنوگراسین دارای اثرات ضد میکروبی برجسته‌ای است، به طوری که بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره آبی الکلی برگ و دانه شبلیله بر روی سویه‌های مختلف میکروبی حاکی از امکان استفاده این عصاره‌ها در فرآورده‌های ضد میکروبی در صنایع غذایی و داروسازی است [۱۵].

پژوهش‌های متعددی در خصوص بکارگیری گیاهان دارویی در فرآورده‌های پخت انجام شده است، به عنوان مثال فتحی نژاد و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که افزودن پودر دانه خرفه باعث افزایش اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ نان شد. همچنین خواص حسی نان تا افزودن مقادیر معینی از پودر خرفه سیاه (کمتر از ۱۰٪) بهبود یافت. بنابر این مصرف این نان اثرات سودمندی برای سلامتی به ویژه پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان و فشار خون دارد [۱]. همچنین مجذوبی و همکاران (۲۰۱۳) با توجه به ویژگی‌های سلامتی بخش متعددی که میوه بلوط دارد از آن در تولید نان بربری استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که نان‌های دارای مقادیر کمتر از ۳۰٪ آرد بلوط با توجه به مجموعه ویژگی‌ها بخصوص نتایج ارزیابی حسی دارای کیفیت مطلوب و مصرف آنها تأثیر مثبتی بر سلامت مصرف کننده خواهد داشت [۲]. از سوی دیگر از آنجایی که دانه‌های بزرک منبع غنی از اسیدهای چرب ضروری امگا ۳، لیگنان‌ها، فیبر رژیمی و آنتی اکسیدان‌های طبیعی نظیر توکوفرول‌ها هستند و به دلیل اثرات سودمند آن در پیشگیری از برخی بیماری‌ها به عنوان افزودنی

1. Saponin
2. Coumarin
3. Nicotinic acid

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی نان بربری، به منظور تولید نان سلامتی‌بخش برای بیماران دیابتی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد ستاره با درجه استخراج ۸۲ درصد از کارخانه آرد مارون (شهرستان گچساران، استان کهگیلویه و بویر احمد) تهیه و در سردخانه نگهداری شد. دانه‌های شنبلیله از بازار محلی خریداری مخمرخشک ساکارومایسس سرویسبه از شرکت ایران ملاس (شهرستان فریمان، استان خراسان رضوی) تهیه شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه آرد دانه شنبلیله

بدین منظور دانه‌ها پس از پاک شدن در شرایط خنک در آسیاب آزمایشگاهی آسیاب و توسط الک با منافذ حداکثر ۰/۶ میلی‌متر الک شدند. آرد دانه شنبلیله در کیسه‌های پلاستیکی در فریزر تا زمان اختلاط با آرد و پخت نگهداری شدند. مشخصات دانه شنبلیله در جدول ۱، آمده است.

سلامتی بخش در غنی سازی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این راستا نتایج پژوهش پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که درصد روغن، مقدار توکوفرول‌ها و مقدار اسید لینولنیک نان‌ها با افزودن پودر بزرک تا ۲۰٪، افزایش یافت. اما ویژگی‌های حسی نان تا مقادیر ۱۵٪ بزرک با بهبود همراه بود [۳]. علاوه بر این ناصحی و همکاران (۲۰۱۶) از آلوورا که یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی است و علاوه بر مواد فیبری، املاح معدنی، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه و قندهای طبیعی دارای عوامل ضد میکروبی، ضد التهاب و آنتی‌اکسیدانی است برای تولید نان سلامتی بخش استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که افزودن پودر آلوورا تا سطح یک درصد، موجب کنترل فعالیت میکروارگانیسم‌ها و کپک و مخمر، افزایش قدرت تورم و کاهش میزان بیاتی نان‌ها شده است [۴]. در این راستا پژوهش اولزی اجارگل و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که افزودن ۵٪ میسلیم قارچ به فرمول نان سبب کاهش حجم و شاخص رنگ و پذیرش کلی می‌شود. این در حالی است که بر روی ویژگی‌های بافت تأثیری ندارد. همچنین با توجه به باقی ماندن ترکیبات مؤثر میسلیم پس از پخت، مصرف این نان نقش سلامتی بخش را خواهد داشت [۷]. بنابر این هدف این پژوهش بررسی تأثیر افزودن آرد دانه گیاه دارویی شنبلیله بر

Table 1 Compounds content of Seed, bran and endosperm of fenugreek (gr/100gr)

fenugreek	Fiber	Fat	Protein	Ash	Moisture
Seed	51.2	6.71	27.57	3.9	11.44
Bran	72.4	1.30	7.9	2.17	11.53
Endosperm	34.3	6.59	43.78	4.58	10.78

ویژگی‌هایی از قبیل مقدار جذب آب آرد (درصد)، ثبات خمیر (دقیقه)، شاخص تحمل خمیر (واحد برابندر)، درجه سست شدن خمیر (واحد فارینوگراف)، زمان گسترش خمیر (دقیقه)

و عدد کیفی فارینوگراف از روی منحنی فارینوگرام محاسبه شدند. همچنین آزمون اکستنسوگراف (شرکت برابندر، آلمان) به روش ۵۴-۱۰ AACCC انجام و پارامترهایی از جمله مقاومت به کشش (BU)، کشش پذیری (میلی‌متر)، عدد نسبت (BU/mm) و انرژی (cm²) مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۶].

۲-۲-۲- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد گندم

میزان رطوبت آرد گندم، به روش ۱۶-۴۴، چربی به روش ۲۵-۳۰، فیبر به روش ۱۰-۳۰، خاکستر به روش ۸-۱۰، عدد زلنی به روش ۶۱-۵۶، به روش ۱۰-۵۴ AACCC تعیین شدند [۱۶]. همچنین گلوتن مرطوب با توجه به استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۹۳۶۹ اندازه‌گیری شد [۱۷].

۲-۲-۳- ارزیابی خصوصیات رئولوژیکی خمیر

آزمون فارینوگراف با استفاده از مخلوط کن ۳۰۰ گرمی (ساخت شرکت برابندر، آلمان) به روش ۲۱-۵۴ انجام و

۲-۲-۴- تولید نان بربری حاوی آرد دانه شنبلیله

برای تولید نان بربری، ۵ کیلوگرم آرد به همراه ۲ درصد نمک، ۱ درصد مخمر، و آرد دانه شنبلیله در سطوح ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ درصد وزنی آرد و آب بر اساس نتایج فارینوگرافی در خمیرکن آزمایشگاهی (مدل MHM-X3P، ساخت شرکت مایسون، ژاپن) مخلوط شدند. پس از گذراندن مرحله استراحت اولیه در اتاق تخمیر به مدت ۴۵ دقیقه در رطوبت نسبی ۸۵ درصد و دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، خمیر به چانه‌های ۲۰۰ گرمی تقسیم شد و دوباره ۱۵ دقیقه در اتاق تخمیر قرار گرفتند. مرحله بعدی پهن کردن و شکل‌دهی چانه‌ها و قرار دادن آنها درون سینی‌های استیل برای طی ۴۵ دقیقه مرحله نهایی تخمیر همراه با بخاردهی بود. در پایان سینی‌ها و به درون فر پخت الکتریکی (کارل ولکرگ، آلمان) منتقل شدند تا طی ۳۰ دقیقه در دمای ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد پخته شوند. سپس نان‌ها از فر خارج و به مدت بیست دقیقه در دمای محیط قرار گرفتند تا پس از سرد شدن در کیسه‌های دو لایه پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شوند [۴].

۲-۲-۵- ارزیابی خصوصیات نان بربری

خصوصیات حسی: برای ارزیابی حسی، نمونه‌ها از آزمون ترجیحی ۹ نقطه‌ای استفاده شد، به طوری که امتیاز ۹ برای کیفیت مطلوب و امتیاز ۱ برای کیفیت نامطلوب اختصاص داده شد. داوران بر اساس ویژگی‌های شکل ظاهری، تخلخل یا میزان خلل و فرج مغز نان، بافت، قابلیت جویدن، بو و مزه نان‌ها را ارزیابی کردند.

رنگ: ویژگی‌های رنگ شامل مقدار روشنی (شاخص L)، قرمزی (شاخص a) و زردی (شاخص b) نمونه‌ها با دستگاه رنگ سنج (کونیکا مینولتا، ژاپن) اندازه‌گیری شد.

حجم مخصوص: حجم طبق روش ۱۰-۰/۵ AACC جابه‌جایی دانه کلزا با اندکی تغییرات انجام گرفت [۱۶]. سپس وزن نمونه‌ها توسط یک ترازوی تجزیه‌ای دیجیتال تعیین و حجم مخصوص نمونه‌های نان از تقسیم حجم بر وزن آن‌ها بر حسب گرم بر میلی‌لیتر، محاسبه شد.

سفتی بافت: بررسی سفتی^۱ بافت نمونه‌های نان ۲ ساعت بعد از پخت، بر اساس استاندارد ۷۴-۰۹ AACC با استفاده از Mi، انگلستان) و بررسی شد. در این آزمایش ابتدا تیمارهای مختلف نان با ارتفاع ۲/۵ سانتی‌متر برش داده شده و بر روی صفحه نگهدارنده قرار داده شد. سپس پروب دستگاه به قطر ۳۶ میلی‌متر و با سرعت ۱/۷ میلی‌متر بر ثانیه شروع به حرکت کرد و پس از تماس با سطح نمونه به میزان ۴۰٪ در نمونه فرو رفت. پس از بازگشت این مسیر، از روی صفحه نمایش دستگاه، عدد مورد نظر ثبت گردید که این عدد نیروی لازم جهت نفوذ پروب به نمونه را نشان می‌داد و بیانگر میزان سفتی بافت نان بود.

ویژگی میکروبی: همچنین تعداد مخمر و کپک طبق استاندارد ملی شماره ۱۰۸۹۹-۲-۱۰ اندازه‌گیری شد [۱۷].

۲-۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش به صورت طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. مقایسه میانگین‌ها بین تیمارها با روش آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد با برنامه آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر

بررسی نتایج فارینوگرافی در جدول ۲، نشان می‌دهد که افزودن آرد دانه شنبلیله باعث افزایش میزان جذب آب آرد از تیمار ۲ درصد به بالا شده است. از سوی دیگر، زمان گسترش خمیر هم افزایش یافت و بیشترین مقدار در تیمار ۵ درصد بود. همچنین با افزایش میزان جایگزینی درجه سستی بعد از ۱۲ دقیقه با افزایش همراه بود. تغییرات عدد کیفی فارینوگراف نیز حاکی از افزایش آن در جایگزینی‌های ۲، ۳ و ۴٪ است. سایر تیمارها اختلافی با شاهد نداشتند. اما ثبات خمیر در همه سطوح تیمارها نسبت به نمونه شاهد کمتر بود، به طوری که جایگزینی بالاتر از ۳٪ سبب کاهش شدید آن شده است.

1. Firmness

Table 2 Farinographic characteristics at different levels of Fenugreek flour

Fenugreek flour (%)	0	1	2	3	4	5
Water absorption (%)	58.3	58.3	58.8	58.3	59.6	60.3
Dough development time (min)	1.8	4.0	4.0	4.4	3.9	5.0
Dough stability (min)	6.7	6.4	6.2	6.0	4.7	4.7
Degree of softness (FU)	73.0	80.0	91.0	90.0	104.0	81.0
FQN (mm)	73.0	73.0	76.0	79.0	64.4	73.0

تاثیر افزودن آرد دانه شنبلیله بر مشخصات اکستنسوگرافی نمونه‌های آرد در جدول ۳ مبین کاهش قابلیت کشش‌پذیری و میزان انرژی لازم جهت کشیدن خمیر در زمان‌های تخمیر ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه در مقایسه با خمیر شاهد است. این در حالی است که مقاومت به کشش و عدد نسبت با افزایش آرد دانه شنبلیله تا ۵٪ افزایش یافته است.

Table 3 Extensograph characteristics at different levels of Fenugreek flour

Fenugreek flour (%)	Fermentation time	Energy (cm ²)	Ratio number (BU/mm)	Extensibility (mm)	Resistance to extension (BU)
0	45	70	1.8	151	280
	90	59	2	136	266
	135	59	1.6	152	246
1	45	59	2	137	283
	90	62	2.2	132	288
	135	55	2.4	122	293
2	45	66	1.9	147	293
	90	60	2.3	132	300
	135	51	2.4	117	282
3	45	67	2.1	145	301
	90	60	2.3	129	299
	135	62	2.5	131	325
4	45	58	2.4	130	309
	90	61	2.7	124	329
	135	49	3	104	309
5	45	52	2.6	120	286
	90	54	2.4	118	308
	135	51	3.1	106	326

افزایش جذب آب آرد ناشی از طبیعت آب دوست ترکیبات هیدروکلوئیدی شنبلیله و همچنین افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل و تشکیل پیوندهای هیدروژنی بیش‌تر با مولکول‌های آب است [۶]. در همین راستا پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۲) عنوان داشتند که استفاده از آرد دانه بزرک نیز موجب افزایش جذب آب گردید که این امر را به افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل در این آرد نسبت دادند [۳]. به طور کلی، افزودن مواد غنی از چربی، پروتئینی‌های غیر گلوته‌نی و پلی ساکاریدها به آردها به دلیل ممانعت از تشکیل شبکه گلوته‌نی موجب تضعیف رفتار رئولوژیکی خمیر مانند ثبات خمیر، درجه سست شدن، مقاومت به کشش و الاستیسیته می‌شود [۱]. با این حال افزایش عدد کیفی فارینوگراف تا جایگزینی ۳ درصد درصد به دلیل نقش مؤثر هیدروکلوئیدهای شنبلیله است و نزول آن در جایگزینی‌های بیشتر ناشی از

۲-۳- ویژگی‌های شیمیایی آرد

ویژگی‌های شیمیایی تیمارهای مختلف آرد حاوی شنبلیله در جدول ۴، آورده شده است. ملاحظه می‌شود که با افزایش جایگزینی مقدار روغن از حدود ۱ به ۳٪، فیبر از ۰/۰۵ در آرد شاهد تا ۲/۵۶٪ و خاکستر از حدود ۰/۶۶ تا ۰/۷۱٪ افزایش معنی‌داری ($p \leq 0.05$) داشته‌اند.

Table 4 Component Characteristics of flours

Fenugreek flour (%)	Fat (%)	Zeleny (ml)	Gluten (%)	Fiber (%)	Ash (%)
0	1.00±0.00 ^c	17.66±0.57 ^a	31.83±0.70 ^b	0.05±0.01 ^d	0.66±0.01 ^c
1	1.11±0.11 ^c	17.33±0.57 ^a	33.30±0.70 ^a	1.11±0.01 ^c	0.66±0.01 ^c
2	1.33±0.33 ^c	18.00±1.00 ^a	33.03±0.55 ^a	1.14±0.01 ^c	0.69±0.05 ^b
3	2.33±0.33 ^b	15.00±1.00 ^b	32.33±0.30 ^{ab}	1.91±0.06 ^b	0.70±0.00 ^{ab}
4	2.77±0.19 ^a	15.33±0.57 ^b	31.36±0.35 ^b	1.43±0.61 ^c	0.71±0.01 ^a
5	3.11±0.19 ^a	14.66±0.57 ^b	28.20±0.65 ^c	2.56±0.01 ^a	0.71±0.00 ^a

Letter in each column shows Significant at $p \leq 0.05$

کنه ضروری است که هیدروکلوئیدها و املاح موجود در دانه شنبلیله سبب افزایش پیوندهای دی‌سولفیدی و تقویت شبکه گلوتهی می‌شوند اما با افزایش مقدار جایگزینی نقش فیبرهای دانه افزایش یافته که سبب کاهش تشکیل شبکه و افت عدد رسوب می‌شود [۶].

۳-۳- ویژگی‌های حسی نان

بررسی نتایج ارزیابی حسی نمونه‌ها در جدول ۵، نشان می‌دهد که میانگین امتیاز شکل نمونه‌ها در محدوده ۶/۶۲ تا ۸/۷۵ قرار دارد. در حالی که بین نمونه شاهد و نمونه‌های غنی شده تا ۳٪ آرد دانه شنبلیله اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.05$) مشاهده نشد، نمونه شاهد بیشترین و نمونه دارای ۴٪ کمترین مقدار را داشتند. بررسی امتیازات داوران در رابطه با تخلخل که در دامنه ۷ تا ۸/۸۷ قرار داشت، نشان می‌دهد که اگرچه بین تیمارها بجز نمونه ۱ درصد که کمترین تخلخل را داشت، اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. با این حال نان‌های واجد ۲ درصد آرد دانه شنبلیله بیشترین تخلخل را داشتند. امتیاز بافت نان‌ها در محدوده ۷ تا ۸/۸۷ تغییر کرد و اگرچه اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.05$) مشاهده نشد، بیشترین و کمترین امتیاز مربوط به تیمارهایی بود که به ترتیب بدان ۵٪ و ۴٪ آرد دانه شنبلیله اضافه شده بود. در رابطه با قابلیت جویدن نیز داوران نان‌ها را در دامنه ۷/۱۲ تا ۸/۷۵ بدون اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.05$) ارزیابی کردند، به طوری که بیشترین امتیاز مربوط به نمونه دارای ۲ درصد و کمترین امتیاز مربوط به نمونه حاوی ۴ درصد بود. همچنین بو و مزه نان بربری با پذیرش داوران همراه شد به طوری که بیشترین امتیاز به نمونه دارای ۵ درصد آرد دانه شنبلیله اختصاص یافت. البته اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.05$) بین تیمارها مشاهده نشد.

بررسی تغییرات گلوتهن در جدول ۴، نشان می‌دهد که تا ۴٪ جایگزینی موجب بهبود مقدار گلوتهن می‌شود. همچنین بین عدد زلنی نمونه شاهد و تیمارهای حاوی ۱٪ و ۲٪ آرد دانه شنبلیله اختلاف آماری معنی‌داری ($p \leq 0.05$) وجود ندارد با این حال مقدار رسوب از ۱۷/۶۶ تا ۱۸/۰۰ میلی‌لیتر افزایش یافته است. با این حال این ویژگی سایر تیمارها با کاهش معنی‌دار به ۱۴/۶۶ میلی‌لیتر در تیمار حاوی ۵٪ آرد رسیده است.

براساس جدول ۱، دانه شنبلیله مورد استفاده حاوی ۶۷۱ درصد چربی بود. این ترکیب حاوی اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد که به رنگ زرد طلایی بدون بو می‌باشند [۲۰]. در نتیجه بدیهی است که با افزایش جایگزینی، میزان چربی نیز افزایش یابد. همان طوری که افزودن آرد دانه بزرگ [۳] و خرفه [۱] که حاوی روغن زیادی هستند موجب افزایش معنی‌دار مقدار روغن نمونه‌های نان شده بودند.

از سوی دیگر مواد فیبری که حدود ۵۱ درصد آرد دانه شنبلیله را به خود اختصاص می‌دهند (جدول ۱)، سبب افزایش این ترکیب در تیمارها شده است. سایر پژوهش‌ها نیز حاکی از افزایش میزان فیبر و مواد معدنی به خصوص روی، آهن و کلسیم در اثر افزودن دانه شنبلیله به آرد گندم است [۹ و ۲۱]. استفاده از آرد کامل دانه که دارای حدود ۴ درصد خاکستر بود، سبب افزایش میزان خاکستر نمونه‌ها شد.

به نظر می‌رسد که افزایش مقدار گلوتهن به دلیل تقویت پیوندهای دی‌سولفیدی بین گلیادین و گلوتهن آرد گندم به دلیل حضور آهن، اسیدفولیک، روی و کلسیم دانه [۲۲] و یا نقش مؤثر هیدروکلوئیدهای آرد دانه شنبلیله در ایجاد شبکه‌ای منظم باشد. البته فرضیه تأثیر حدود ۲۷ درصد مواد پروتئینی دانه در شکل‌گیری شبکه‌ای مشابه شبکه گلوتهن را نباید از نظر دور داشت. در خصوص تغییرات عدد زلنی نیز ذکر این

Table 5 Sensory Characteristics of Fresh Bread Containing Fenugreek Seed flour

Fenugreek flour (%)	Flavor	Chewing ability	Texture	Porosity	Shape
0	8.37±1.59 ^a	8.62±1.18 ^a	8.25±1.98 ^a	8.75±0.70 ^a	8.75±1.66 ^a
1	7.03±1.98 ^a	8.00±1.60 ^a	7.50±1.41 ^a	7.00±1.06 ^b	7.12±1.55 ^{ab}
2	8.00±2.13 ^a	8.75±1.16 ^a	8.37±1.50 ^a	8.87±0.99 ^a	8.50±1.19 ^{ab}
3	8.12±1.35 ^a	7.75±1.58 ^a	7.62±1.76 ^a	7.50±1.51 ^{ab}	7.12±1.64 ^{ab}
4	7.00±2.67 ^a	7.12±2.53 ^a	7.00±2.133 ^a	7.12±2.10 ^b	6.62±1.84 ^b
5	8.50±1.19 ^a	8.62±1.06 ^a	8.87±0.99 ^a	8.00±1.92 ^{ab}	8.00±2.07 ^{ab}

Letter in each column shows Significant at $p \leq 0.05$

می‌شود، به طوری که دامنه آن از ۳۷۹/۶۸ در نمونه شاهد تا ۹۵۴/۸۳ گرم در نمونه حاوی ۴ درصد آرد دانه شنبلیله قرار داشت. مقایسه میانگین تغییرات حجم مخصوص نان مبین این است که دامنه این ویژگی تیمارها از ۱۴/۴۰ تا ۱۶/۱۰ گرم بر میلی‌لیتر متغیر است، به طوری که بیشترین میانگین حجم مخصوص نان مربوط به تیمار شاهد و کمترین میانگین مربوط به نمونه دارای ۵ درصد آرد دانه شنبلیله می‌باشد.

افزودن آرد دانه شنبلیله بر شاخص‌های رنگ هم تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.05$) داشت (جدول ۶). افزایش غنی‌سازی سبب ارتقاء روشنایی و زردی نمونه‌ها شد. به طوری‌که روشنایی از ۴۵/۸۷ در نان شاهد به ۵۰/۸۷ در نمونه حاوی ۵ درصد از این ترکیب رسید، همچنین زردی نمونه‌ها از ۲۰/۹۴ در نمونه شاهد به ۲۲/۹۶ در نان حاوی ۵ درصد آرد دانه شنبلیله افزایش یافت. از سوی دیگر، همگام با افزایش مقدار آرد این گیاه دارویی از امتیاز قرمزی کاسته شد به طوری که عدد این شاخص از ۱۳/۹۸ در نمونه ۱ درصد به ۹/۹۱ در تیمار ۵ درصد کاهش یافت.

به طور کلی بررسی نظر داوران نشان می‌دهد که بجز شکل و تخلخل نان‌ها، افزودن آرد دانه شنبلیله موجب بهبود ویژگی‌های حسی تیمارها شده است. البته افت این دو ویژگی نان به دلیل تأثیر مخرب پلی‌ساکاریدهای شنبلیله بخصوص در مقادیر بالای جایگزینی دور از انتظار نبود. سایر پژوهش‌ها نیز مانند پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که افزودن آرد دانه بزرک [۳] و لوسو و همکاران (۲۰۰۹) اثبات کردند که دانه شنبلیله [۵] موجب تفاوت معنی‌داری در ویژگی‌های حسی نشد و حتی جایگزینی بیشتر با اقبال داوران همراه بود. این در حالی بود که نان‌های غنی‌سازی شده با آرد با خرفه [۱] و یا میسلیم قارچ (به عنوان یک افزودنی گیاهی سلامتی بخش) [۷]، با افت کیفیت حسی نمونه‌ها به دلیل رنگ نامناسب آن مواجه شده بود.

۳-۴- ویژگی‌های کیفی نان

بررسی جدول ۶ نشان می‌دهد که همه تیمارها نسبت به نان شاهد میزان رطوبت بیشتری ($p \leq 0.05$) دارند. ارزیابی بافت مغز نان‌ها در این جدول حاکی از آن است که با افزایش غنی‌سازی، مغز نان به طور معنی‌داری ($p \leq 0.05$) سفت‌تر

Table 6 Quality Characteristics of Fresh Bread Containing Fenugreek Seed flour

Fenugreek flour (%)	B	A	L	Volume (ml)	Firmness (g)	Moisture (%)
0	20.94±0.71 ^{bc}	12.41±0.53 ^b	45.87±2.20 ^{bc}	16.10±0.81 ^a	379.68±42.90 ^d	15.00±1.00 ^c
1	16.48±0.81 ^d	13.98±0.02 ^a	37.56±1.20 ^{cd}	15.50±0.75 ^b	502.96±7.31 ^c	19.00±1.00 ^b
2	19.44±0.23 ^c	12.49±0.32 ^b	42.06±0.42 ^c	15.35±0.80 ^c	755.36±50.10 ^b	20.00±1.00 ^{ab}
3	20.59±0.72 ^{bc}	10.22±0.31 ^d	46.69±1.70 ^b	15.30±0.79 ^{cd}	516.65±34.73 ^c	21.66±0.57 ^a
4	22.27±0.21 ^{ab}	11.30±0.30 ^c	48.98±0.72 ^{ab}	15.25±0.75 ^d	954.83±69.89 ^a	20.00±1.00 ^{ab}
5	22.96±0.03 ^a	9.91±0.11 ^d	50.87±0.18 ^a	14.40±0.72 ^c	816.44±65.63 ^b	20.33±0.57 ^{ab}

Letter in each column shows Significant at $p \leq 0.05$

باعث حفظ آب و خاصیت جاذب الرطوبه بودن می‌شود مطابقت دارد [۱۸].

برای یافتن علت کاهش حجم مخصوص نان و افزایش سفتی آن باید به موارد متعددی توجه شود. تعداد سلول‌های مورد نیاز برای حفظ گاز و افزایش حجم و تخلخل نان کمتر شکل می‌گیرد. از سوی دیگر، علی‌رغم افزایش جذب آب نمونه‌های

با توجه به نتایج فارینوگراف که روند رو به افزایش جذب آب با افزودن دانه شنبلیله را نشان می‌دهد، می‌توان گفت افزایش رطوبت نمونه‌ها با زیاد شدن درصد شنبلیله بدلیل توانایی جذب آب بالای صمغ این گیاه دارویی است. این نتایج با یافته‌های روسل (۲۰۰۱) که نشان داد افزودن هیدروکلوئیدها

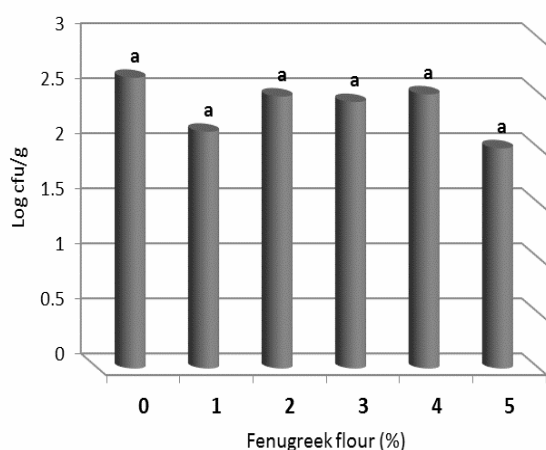


Fig 1 Microbial evaluation of fresh bread treatments

فعالیت ضد میکروبی گیاهان دارویی و ادویه‌ها به علت حضور ترکیباتی فنولی مانند تیمول^۱ و کارواکرول^۲ است که دارای گروه هیدروکسیل هستند. وجود این ترکیبات در دانه شنبلیله نیز توسط پژوهشگران متعددی مانند نیتو و همکاران (۲۰۱۰)، به اثبات رسیده است [۲۴]. همچنین بررسی‌های پیشین اثر ضد میکروبی دانه و عصاره شنبلیله را تأیید می‌کند [۱۵ و ۲۵]. در این راستا پژوهش ناصحی و همکاران (۱۳۹۵) نیز حاکی از تأثیر مثبت پودر ژل گیاه دارویی آلوورا بر کنترل فعالیت میکروبی نان‌های غنی شده دارد [۴].

۴- نتیجه گیری

بررسی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که غنی‌سازی با آرد دانه شنبلیله باعث بهبود برخی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر نظیر میزان جذب آب آرد، عدد کیفی فارینوگراف، مقاومت به کشش خمیر و عدد نسبت اکستنسوگراف آردها شده است. از سوی دیگر با افزایش جایگزینی مقدار فیبر، خاکستر و عدد زلنی (تا ۲٪ جایگزینی) ارتقاء می‌یابد. همچنین نه تنها ویژگی‌های حسی تیمارهای نان مانند شکل، تخلخل، بافت، قابلیت جویدن، مشابه نمونه شاهد گزارش شد، بلکه بو و مزه نان‌های غنی شده بهتر از نمونه شاهد ارزیابی شد. از سوی دیگر، تأثیر مثبت این گیاه دارویی بر شاخص‌های رنگی نان و کنترل فعالیت کپک در آنها نیز به اثبات رسید. به طور کلی، نتایج این پژوهش تأیید می‌کند که نان‌های حاوی ۳ درصد آرد

غنی شده، ظاهراً ترکیبات شنبلیله توانایی حفظ آب را پس از پخت نداشته و جابجایی آب از مغز به پوسته بخصوص در نمونه‌های حاوی مقادیر بیشتر آرد دانه با سرعت بیشتری اتفاق می‌افتد که سبب کاهش نرمی نان می‌شود. همچنین از یکسو در اثر افزایش ترکیبات پلی ساکاریدی دانه و جذب بیشتر آب بوسیله آنها در مقایسه با نشاسته و از سویی دیگر اتصال روغن دانه به نشاسته و بخصوص آمیلوز، زمینه ژلاتینه شدن کامل نشاسته فراهم نمی‌شود. در نتیجه پیش از تشکیل بافت در حین پخت، مقدار زیادی از گازهای حاصل از تخمیر از خمیر خارج شده و حجم مخصوص نان کاهش می‌یابد. البته باید به این نکته توجه شود که شاید به دلیل اثرات ضد میکروبی ترکیبات دانه شنبلیله، فعالیت مخمر با مشکل روبرو شده باشد که در چنین حالتی گازهای کافی برای افزایش حجم نان تولید نمی‌شود، بنابر این نانی با بافت فشرده، سفت و کم حجم تولید می‌شود. سایر پژوهشگران مانند مجذوبی و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که غنی‌سازی نان با آرد بلوط [۲] و یا اورزیچال گل و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشتند که مسیلیوم قارچ [۷] نیز بر اساس چنین استدلالی سبب کاهش حجم مخصوص و افزایش سفتی نان می‌شود.

نتایج این پژوهش که حاکی از تأثیر مثبت افزودن آرد دانه شنبلیله بر شاخص‌های رنگی بخصوص روشنی و قرمزی نان داشت، سبب افزایش مشتری پسندی نان‌ها می‌شود. بررسی‌ها نشان داده است دانه شنبلیله سبب افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز می‌شود [۲۳]. بنابراین با اکسید کردن رنگدانه‌های آرد سبب بهبود روشنایی و کاهش قرمزی نمونه‌ها می‌شود، از سوی دیگر وجود گزانتوفیل‌های موجود در دانه سبب افزایش زردی هم شده است. این در حالی است که سایر پژوهش‌ها نشان داده‌اند که افزودن آرد بلوط [۲]، پودر ژل آلوورا [۴] و مسیلیوم قارچ [۷] سبب کاهش شاخص روشنایی نان و کاهش پذیرش آنها شده است.

۳-۵ ویژگی‌های میکروبی نان

ارزیابی میکروبی نان‌ها در شکل ۱، نشان می‌دهد که اگرچه اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.05$) در میزان آلودگی نان‌ها مشاهده نمی‌شود، با این حال تعداد کپک‌ها در نان شاهد بیشترین و در نان حاوی ۵ درصد آرد دانه شنبلیله کمترین مقدار بود.

1. Thymol
2. Carvacrol

- [9] Naidu, M., Shyamala, M., Pura Naik, M. N., Sulochanamma, J., Srinivas, p. 2010. Chemical composition and antioxidant activity of husk and endosperm of fenugreek seeds. *LWT-Food Science and Technology*. 44: 451–456.
- [10] Hooda, S., Jood, S. 2010. Effect of fenugreek flour blending on physical, organoleptic and chemical characteristics of wheat bread. *Journal of Nutrition Food Science*. 35: 229-242.
- [11] Youssef, M. K., Wang, Q., Cui, S. W., Barbut, S. 2009. Purification and partial physicochemical characteristics of protein free fenugreek gums. *Food Hydrocolloids*. 23 (8): 2049-2053.
- [12] Brummer, Y., Cui, W., Wang, Q., 2003. Extraction, purification and physicochemical characterization of fenugreek gum. *Food Hydrocolloids*. 17(3): 229-36.
- [13] Petit, P., Sauvaire, Y., Ponsin, G., Manteghetti, M., Fave, A., Ribes, G. 1993. Effect of a fenugreek seed extraction on feeding behaviour in the rat: metabolic-endocrine correlates. *Pharmacology biochemistry and behavior*. 45(2): 369–74.
- [14] Khosla, P., Gupta, D. D., Nagpal, R. K. 1995. Effect of *Trigonella foenum graecum* (Fenugreek) on blood glucose in normal and diabetic rats. *Indian journal of physiology pharmacology*. 39: 173-4.
- [15] Premanath, R., Sudisha, J., Lakshmi, D. N., Aradhya, S. M. 2011. Antibacterial and Anti-oxidant Activities of Fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) Leaves. *Journal Medicinal Plants Resereach*. 5 (6): 695-705
- [16] American Association of Cereal Chemists. 1984; Approved Methods of AACC.
- [17] ISIRI. 2010. Standard method no 9369-1 and 10899-2. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1st revision, Karaj: [in Persian].
- [18] Rosell, C. M., Rojas, J. A., Benedito, B. C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*. 15(1): 75-81.
- [19] Moayedi, S., Sadegi, M. A., Azizi, M. H., Maghsoudlou, Y. 2009. The effect of gum tragacanth on farinograph and extensibility properties of wheat flour dough. *Journal Food Processing and Preservation*. 2(2): 47-60 [in Persian].
- دانه شنبلیله از کیفیت خوبی برخوردارند، بنابراین مصرف مداوم آن نه تنها کمبود لیزین، آهن و روی را جبران خواهد کرد، بلکه استفاده از آن برای ارتقاء سلامتی مبتلایان به دیابت نوع ۲ و افراد مقاوم به انسولین، توصیه می‌شود.

۵- منابع

- [1] Fathnejhad, K. R., Peyghambardoost, S. H., Azadmard, D. S., Neamatti, M., Rafat, S. A., and Naqvi, S. 2012. The effect of adding the powder to purslane seeds and chemical characteristics, fatty acid profile, and sensory quality of bread. *Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology*. 7 (3): 11-18 [in Persian].
- [2] Majzoobi, M., Mortazavi, H., Asadi, S. h., Farahnaki, A. S., 2013. Effects of chestnut flour on dough and bread properties savage. *Journal of food research*. 32 (3): 271-280 [in Persian].
- [3] Peyghambardoost, S. H., Azadmard, D. S., Fathnejhad, R., Neamatti, M., Rafat, S. A. 2012. Application of Falxseed in breadmaking: effect on chemical characteristics, fat composition of flour and bread, and sensory quality of the enriched semi flat bread. *Journal of food research*. 232 (2): 281-292 [in Persian].
- [4] Nasehi, B., Razavi, M. A., Ghodsi, M. 2016. Investigation of the effect of aloe vera powder on the properties of Barbari bread during storage, *Journal of food Science and Technology*. 13(51):195-203 [in Persian].
- [5] Losso, J. N., Holliday, D. L., Finley, J. W., Martin, R. J., Rood, J. C., Yu, Y. 2009. Greenway FL.Fenugreek Bread: A Treatment for Diabetes Mellitus. *Journal medicinal of food*. 12(5):1046-9.
- [6] Roberts, K. T. 2012. The influence of fenugreek gum and extrusion modified fenugreek gum on bread. *Food Hydrocolloids*. 26(2):350-358.
- [7] Ulziijargal, E., Yang, J. H., Lin, L. Y., Chen, C. P., Mau, J. L. 2013. Quality of bread supplemented with mushroom mycelia. *Food Chemistry*. 138(1): 70-76.
- [8] Balestra, F., Cocci, E., Pinnavaia, G. G., Romani, S. 2011. Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough and bread containing ginger powder. *LWT - Food Science and Technology*. 44(3): 700–705.

- [23] Mohammadzadeh, A., Gol, A., Oloumi, H. 2015. The Effects of Fenugreek Seed Powder on Oxidant and Antioxidant Factors in Male Rats with Acetaminophen-induced Liver Toxicity. *Journal of Babol university of medical sciences*. 17(9): 44-51 [in Persian].
- [24] Nieto, G., Daz, P., Ban, S., Garrido, M. 2010. Effect on lamb meat quality of including thyme (*Thymus zygis* ssp. *Gracilis*) leaves in ewes' diet. *Meat Science*. 85: 82-88.
- [25] Hegazy, A. I. 2011. Influence of Using Fenugreek Seed Flour as Antioxidant and Antimicrobial Agent in the Manufacturing of Beef Burger with Emphasis on Frozen Storage Stability. *World Journal of Agriculture Science*. 7 (4): 391-399.
- [20] Shakuntala, S., Pura, N. J., Jeyarani, T., Madhava, N. M., Srinivas, P. 2011. Characterisation of germinated fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed fractions. *International Journal of Food Science and Technology*. 46: 2337-43.
- [21] Shalini, H., Sudesh, J. 2003. Effect of soaking and germination on nutrient and antinutrient contents of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Food Biochemistry*. 27: 165-76.
- [22] Brnjy-Ardstany, S. A. Azizi, M. h., Sahari, M. 2008. Effect of Ghny-Sazy flour on chemical properties, sensory and Survival Barbari bread. *Journal of Food Science*. 4 (4): pp. 41-33 [in Persian].

Study of the effect of adding fenugreek seed flour on properties of flour, dough and barbari bread

Nasehi, B. ^{1,2*}, Payedar, Z. ³, Barzegar, H. ⁴, Hojati, M. ⁵

1. Associate professor of Food Technology payame noor university, Iran

2. Associate professor of Food Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan

3. MSc.graduated of Food Science and Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan

4. Assistant professor of Food Science and Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan

5. Associate professor of Food Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan

(Received: 2016/03/23 Accepted:2016/07/23)

Now a day, researchers are looking for to identify valuable materials to manufacture products with high quality, nutritious and have functional properties. In this sense, the aim of this study was the production of bread for diabetics using Fenugreek seed flour. For this purpose, fenugreek seed powder at levels of 0, 1, 2, 3, 4 and 5% by weight of flour was added to bread dough formulation. Then chemical composition of flour, rheological behavior of dough and qualitative, sensory and microbiological characteristics of bread samples was evaluated. The results of this study showed that the addition 3% of this powder causes beneficial changes such as increased water absorption of flour, FQN, fiber, ash, and improved sensory properties, particularly smell and taste, promotion color indices and reduce the activity of mold in the breads. This is despite that the degree of softening degree, stability and extensibility of dough, oil content, specific volume and texture of enriched breads in comparison with the control was not good. In general, the overall quality of breads fortified with 3% flour fenugreek seeds was better than others. Therefore, the regular use of this kind of breads will causes not only will be compensate the lack of constituents like lysine, Fe and Zn, but also the health of consumers especially patients with type 2 diabetes and insulin-resistant individuals will be improved.

Keyword: Medicinal herb, Diabetes, Fenugreek, Fiber, Barbari bread

* Corresponding Author E-Mail Address: Nasehi.b@pnum.ac.ir