مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هفتم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱، صفحات ۱۸-۱۱

اثر افزودن پودر دانه‌های خرفه بر ویژگی‌های شیمیایی، پروفایل اسیدهای چرب و کیفیت حسی نان

رزیتا فتح نژاد کاظمی[۱]، سید هادی پیغمبردوست[۲]، صدیف آزادمرد دمیرچی[۳]، محبوب نعمتی[۴]، سیدعباس رأفت[۵]، سعید نقوی[۶]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. پست الکترونیکی: Peighambardoust@tabrizu.ac.ir
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۴- دانشیار گروه فارماکوگنوزی و آبشناسی پزشکی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
۵- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۶- دانشجوی دکترای گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۷

چکیده

سابقه و هدف: دانه گیاه خرفه به دلیل داشتن اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ و سایر مواد مغذی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها، توکوفرول‌ها و فیبر، ارزش تغذیه‌ای و اثرات سودمندی برای سلامتی به ویژه پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان و فشار خون دارد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تأثیر افزودن پودر دانه‌های خرفه در مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به آرد گندم بر خواص رئولوژیکی خمیر و ویژگی‌های شیمیایی آرد نان مانند مقدار روغن، پروفایل اسیدهای چرب، توکوفرول، اسیدیته و عدد پراکسید بررسی شد. پایداری اسیدهای چرب چند غیراشباع طی فرایند پخت و ویژگی‌های حسی نان طی ۵ روز نگهداری مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: افزودن پودر خرفه به مقدار بیشتر از ۱۰٪ باعث تضعیف خواص رئولوژیکی خمیر شد. با افزودن پودر خرفه تا مقادیر ۲۰٪ مقدار روغن نمونه‌ها، اسید چرب لینولنیک، توکوفرول‌ها و اسیدیته نمونه‌ها افزایش یافت. عدد پراکسید نمونه‌ها با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ($P>0/05$) نداشتند. طی فرایند پخت، مقدار اسیدیته و عدد پراکسید نمونه‌ها افزایش یافت. اسید لینولنیک در برابر حرارت پخت پایدار بود، ولی مقدار توکوفرول‌ها کاهش یافت. در مورد ویژگی‌های حسی نان، تیمار حاوی ۱۰٪ خرفه بهترین نتایج را نشان داد و کیفیت حسی نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری به تدریج کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: افزودن پودر دانه خرفه باعث افزایش اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ نان شد. خواص حسی نان تا افزودن مقادیر معینی از پودر خرفه سیاه (کمتر از ۱۰٪) بهبود یافت. اسید چرب لینولنیک نسبت به حرارت پایدار بود، ولی از مقدار توکوفرول‌ها کاسته شد.

واژگان کلیدی: خرفه، آرد، نان، اسید چرب، توکوفرول، کیفیت حسی

• مقدمه

نان یکی از غذاهای اصلی روزانه انسان است. غنی‌سازی آن با سایر مواد و دانه‌ها نقش مثبتی در تأمین سلامتی بدن دارد. امروزه، بشر دقت زیادی در انتخاب مواد غذایی بر اساس خواص تغذیه‌ای آن‌ها دارد (۱). نان حاوی مقادیر زیادی کربوهیدرات و پروتئین است، ولی از نظر موادی مانند فیبرهای رژیمی، اسیدهای چرب غیراشباع و ترکیبات فنلی فقیر می‌باشد (۲). وجود اسیدهای چرب ضروری امگا ۳ و اسیدهای چرب با زنجیره‌ی غیراشباعی بلند مانند اسید ایکوزاپنتانوئیک و اسید دوکوزاهگزانوئیک باعث کاهش بیماری‌های قلبی و عروقی می‌شود (۴، ۳). وجود تعادل بین اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ در بدن از بروز بیماری‌های قلبی عروقی، فشارخون بالا و بی‌نظمی‌های التهابی جلوگیری می‌کند.

خرفه با نام علمی *Portulaca oleracea* L. از خانواده *Portulacacae* است. این گیاه بیش از ۱۲۰ گونه دارد و مصرف آن به عنوان غذا و دارو به زمان‌های دور برمی‌گردد (۵). خرفه بیشتر در هند، آمریکا، اروپا، استرالیا و چین می‌روید و به صورت خام در سالاد و پخته شده با طعم نمکی و یا اسیدی مصرف می‌شود. بافت و ظاهر پخته آن شبیه اسفناج است و به عنوان سبزی و سالاد برای جلوگیری از

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

سردرد، دل‌درد، کاهش فشار خون، بیماری‌های پوستی و اگزما توصیه شده است (۶). این گیاه به عنوان گیاه ضد قارچ و باکتری و عفونت هم شناخته شده است (۷). گیاه خرفه یک‌ساله است و در فصل تابستان محصول می‌دهد. خرفه در قسمت‌های جنوبی ایران به طور وسیع کشت می‌شود (۸).

از مهمترین مواد موجود در این گیاه می‌توان به ویتامین‌های A، C و E، بتاکاروتن و توکوفرول‌ها اشاره کرد. این گیاه سرشار از ترکیبات فنلی، پلی‌فنلی و مواد آنتی‌اکسیدان است (۹). بر اساس بررسی‌های انجام یافته توسط *Liu* و همکاران (۱۰) مقدار اسیدهای چرب در برگ‌های خرفه ۱/۵-۲/۵ mg/g، در ساقه ۰/۶-۰/۹ mg/g و در دانه ۸۰-۱۷۰ mg/g است که ۶۰٪ اسیدهای چرب برگ‌ها و ۴۰٪ اسیدهای چرب دانه، اسید چرب α-لینولنیک است. در بررسی پروفایل اسیدهای چرب در دانه‌های چندین واریته بومی و وارداتی خرفه در استرالیا اسیدهای چرب اصلی موجود در تمام بافت‌ها اسید لینولنیک (۱۸:۳ ω۳)، اسید لینولئیک (۱۸:۳ ω۶) و اسید پالمیتیک (۱۶:۰) گزارش شده است. مقدار اسید لینولنیک در روغن این گیاه ۲۶/۷۸ mg/g، اسید لینولئیک ۲۸/۲۲ mg/g و اسید پالمیتیک ۱۴/۰۱mg/g گزارش شده است.

در پژوهشی فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۲۴ گیاه مصرفی در ایران اندازه‌گیری و مقدار ترکیبات فنلی در دانه خرفه ۳۳/۶۶ ±۰/۸۸ mg/۱۰۰g گزارش شده است (۱۱). *Huang* و همکاران (۱۲) با استفاده از HPLC ترکیبات فنلی موجود در خرفه را بررسی و پنج ترکیب اسید کافئیک، اسید فرولیک، کوئرستین، کمپفرول و ایزوهامنتین در این گیاه را شناسایی کردند.

خرفه منبع غنی اسید آلفا لینولنیک، پروتئین، املاح معدنی و آنتی‌اکسیدان‌هایی است که برای انسان مفید شناخته شده‌اند (۵). هدف این پژوهش، افزودن پودر دانه خرفه به آرد گندم برای غنی‌سازی نان و بررسی ترکیب و خواص شیمیایی آرد و نان حاصل و ارزیابی کیفیت حسی نان غنی شده با درصدهای مختلف پودر خرفه بود.

• مواد و روش‌ها

آرد گندم با درجه استخراج ۸۷٪ از *شرکت آرد اطهر مراغه* خریداری شد. ویژگی‌های آرد مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. دانه‌های خرفه از بازار محلی خریداری و پس از پاک شدن در دمای خنک در آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شد. پودر حاصل توسط الک با منافذ حداکثر ۰/۶ میلی‌متری الک و تا زمان اختلاط با آرد و پخت در کیسه‌های پلاستیکی در سرمای ۱۸°C- نگهداری شد.

جدول ۱. ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم و پودر خرفه

ویژگی	آرد گندم	پودر خرفه
رطوبت (٪)	۱۳/۴۰ ±۰/۰۱	۹/۹۲ ±۰/۰۱
خاکستر* (٪)	۰/۸۸ ± ۰/۰۱	۳/۸۴ ±۰/۰۱
پروتئین * (٪)	۱۱/۱۰± ۰/۰۳	۲۱/۴۰± ۰/۰۱
چربی * (٪)	۱/۲۰ ± ۰/۰۴	۱۶/۱۰±۰/۰۳
اسید پالمیتیک (٪)	۲۳/۸۳±۰/۶	۲۱/۱۳±۰/۰۱
اسید استئاریک (٪)	۱/۵۷±۰/۳۸	۴/۲۷±۰/۰۱
اسید اولئیک (٪)	۱۷/۲۷±۰/۴۲	۱۷/۶۰±۰/۰۱
اسید لینولئیک (٪)	۵۱/۰۳±۱/۰۰	۳۳/۲۷±۰/۰۱
اسید لینولنیک (٪)	۴/۲۷±۰/۳۱	۲۲/۶۷±۰/۰۱
عدد پراکسید (meq O_2/Kg oil)	۱/۶۷ ± ۰/۳۲	۱/۲۰±۰/۲۱
اسیدیته (mg KOH / ۱۰۰ gr)	۲/۲۷ ± ۰/۱۱	۳/۰۲±۰/۱۳
گاما + بتا توکوفرول (mg/۱۰۰ gr)	۰/۴۲±۰/۰۱	۵/۳۷±۰/۴۷
آلفا توکوفرول (mg/۱۰۰ gr)	۰/۰۶±۰/۰۱	۰/۶۸±۰/۰۱
فیبرخام * (٪)	۰/۸۰ ± ۰/۰۵	۱۵/۱۰±۰/۰۴
گلوتن مرطوب (٪)	۲۷/۱۲±۰/۰۱	-
عدد فالینگ (ثانیه)	۴۱۶±۵	-
عدد زلنی (cm^3)	۲۳/۶۰±۰/۰۲	-

نتایج جدول میانگین سه تکرار است.

*داده‌ها براساس ماده خشک گزارش شده است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

رطوبت طبق روش‌های AACC به شماره 44-15 A توسط دستگاه آون ساخت شرکت *Memmert* آلمان اندازه‌گیری شد. خاکستر طبق روش AACC به شماره 08-01 با کوره ساخت شرکت *Demerd* آلمان اندازه‌گیری شد. پروتئین کل با روش AACC به شماره 46-13 توسط دستگاه Kjeltec ساخت کشور سوئد اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فیبرخام با روش AACC به شماره 32-10 و با دستگاه Fibertec Tecator ساخت کشور سوئد انجام شد. عدد فالینگ آرد گندم با روش AACC به شماره 56-81B توسط دستگاه Falling Number ساخت شرکت *Perten* سوئد تعیین شد.

برای اندازه‌گیری کیفیت پروتئین یا عدد زلنی از روش AACC به شماره 54-11 با استفاده از دستگاه Geratenr Baujahr ساخت آلمان استفاده شد. اندازه‌گیری گلوتن مرطوب به روش شست‌وشو با دست بر اساس روش AACC 38-10 انجام شد. آزمون فارینوگراف آرد شاهد و تیمارهای آزمایشی با روش AACC به شماره 54-21 و با استفاده از مخلوط‌کن ۳۰۰ گرمی فارینوگراف الکترونیکی (ساخت شرکت *برابندر* آلمان) انجام شد (۱۳). چربی آرد گندم، پودر خرفه و تیمارهای آرد و نان طبق روش Al-Rashdan و همکاران (۱۴) با دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد. آماده‌سازی نمونه‌ها برای اندازه‌گیری پروفایل اسیدهای چرب با روش Savage و همکاران (۱۵)، اندازه‌گیری پروفایل اسیدهای چرب با روش آزادمرد دمیرچی و دوتا (۱۶)، اندازه‌گیری توکوفرول‌ها با روش فتحی و همکاران (۱۷) اندازه‌گیری اسیدیته و عدد پراکسید با روش (AOAC) (۱۸) و استخراج روغن نان برای انجام آزمون اسیدیته و پراکسید روش Mentes و همکاران (۲) صورت گرفت. در این تحقیق از روش قمری و پیغمبردوست (۱۹) با برخی تغییرات برای تهیه نان استفاده شد.

برای ارزیابی حسی نان از روش Pohjanheimo و همکاران (۱) با اندکی تغییرات استفاده شد. ویژگی‌های حسی نان توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده و با روش هدونیک ۵ نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، فرمی تهیه شد (جدول ۲) که در آن، ویژگی‌های نرمی بافت، قابلیت ارتجاعی، قابلیت جویدن، رنگ پوسته و مغز نان، پوکی و تخلخل مغز نان، عطر و طعم نان و بوی تندشدگی ارزیابی شد. سرانجام با در نظر گرفتن ضریب‌های ارزشیابی برای هر صفت، نمره کلی نان تعیین شد.

جدول ۲. فرم ارزشیابی نان روغنی

فرم ارزشیابی نان روغنی			
نام پانلیست:	تاریخ:	شماره نمونه:	
ویژگی نان	درجه بندی کیفی بر مبنای صفر تا پنج امتیاز	ضریب امتیاز	امتیاز به دست آمده
۱. نرمی بافت نان مقدار نیروی مورد نیاز برای فشردن نمونه نان بین دو انگشت	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ نرم ← سخت	۲	
۲. قابلیت ارتجاعی سرعت بازگشت نمونه فشرده شده به حالت اولیه بعد از فشردن	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ سرعت کم ← سرعت زیاد	۳	
۳. قابلیت جویدن تعداد دفعات جویدن برای آماده ساختن نمونه جهت عمل بلعیدن	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ جویدن کم ← جویدن زیاد	۳	
۴. رنگ نان (پوسته و مغز) وجود رنگ نامطلوب به دلیل حضور مواد افزودنی	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ نامطلوب ← مطلوب	۲	
۵. پوکی و تخلخل مغز نان تعداد خلل و فرج و یکنواختی آن‌ها	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ تخلخل کم ← تخلخل زیاد	۳	
۶. طعم نان ارزیابی طعم نان روغنی احساس هرگونه طعم خارجی مانند کپک‌زدگی	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ طعم نامطلوب ← طعم مطلوب	۴	
۷. بوی تندشدن چربی	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ بوی تندشدگی زیاد ← بوی تندشدگی کم	۳	
مجموع امتیازات		۲۰	

مجموع ضرایب/ مجموع امتیازات= نمره نهایی ارزیابی حسی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

تهیه تیمارهای آزمایشی: آرد با ویژگی‌های تعیین شده در جدول ۱ در مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد پودر خرفه با ویژگی‌های تعیین شده در همان جدول مخلوط شدند. نسبت‌های مورد استفاده از پودر دانه در جدول ۳ آمده است.

مقدار آب مورد نیاز برای تولید نان با تیمارهای مختلف با استفاده از دستگاه فارینوگراف (جدول ۴) تعیین شد. مواد اولیه شامل آرد، نمک (۲٪)، بهبوددهنده (۰/۵٪) در داخل مخلوط‌کن سیاره‌ای ساخت اصفهان با ظرفیت ۱۰ کیلوگرم بعد از ۳ بار الک کردن ریخته شدند. مقداری از آب تعیین شده برای تهیه سوسپانسیون مخمر (۲٪) به کار رفت و در گرمخانه به مدت ۲۰ دقیقه قرارداده شد. باقی‌مانده آب به مواد پودری اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در داخل مخلوط‌کن با درجه شماره ۱ و سرعت ۶۰ دور در دقیقه هم زده شد. تخمیر در محفظه تخمیر با رطوبت نسبی ۸۰٪ و دمای ۳۰°C به مدت یک ساعت انجام شد. سپس خمیرها به چانه‌های ۵۰ گرمی تقسیم و توسط وردنه به شکل نیمه مسطح باز شدند. به سطح آن‌ها کمی تخم‌مرغ مالیده شد. ورقه‌های خمیر به مدت ۱۰ دقیقه در محفظه بخار قرار داده شدند و سپس به مدت ۲۰ دقیقه تحت فرایند پخت ۲۰۰-۱۹۰°C قرار گرفتند. عملیات بخارزنی به مدت چند ثانیه صورت گرفت. نان‌ها پس از پخت، در دمای آزمایشگاه خنک و تا انجام آزمون حسی در کیسه‌های Ziplock نگهداری شدند.

تجزیه وتحلیل آماری: همه آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد . از طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها برای معرفی بهترین نمونه با آزمون توکی در سطح احتمال خطای ۵٪ توسط نرم‌افزار SAS انجام شد.

• یافته‌ها

نتایج آزمون فارینوگرافی: نتایج آزمون فارینوگرافی آردهای غنی شده با پودر خرفه در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با افزودن آرد خرفه در مقادیر بیش از ۱۰٪ رفتار رئولوژیکی خمیر ضعیف می‌شود؛ طوری که میزان پایداری خمیر (زمانی که منحنی روی خط ۵۰۰ باقی مانده است) کاهش یافت. با افزایش درصد افزودن پودر خرفه به آرد گندم، میزان جذب آب آرد به طور معنی‌داری ($p<0/05$) کاهش یافت و از ۵۶/۸٪ در نمونه شاهد به ۵۳/۹٪ در نمونه حاوی ۲۰٪ آرد خرفه رسید. میزان پایداری خمیر حاصل از آردهای غنی شده با درصدهای مختلف خرفه بجز تیمارهای ۵٪ و ۱۰٪ خرفه (که پایداری آن مشابه خمیر شاهد است) با افزایش مقدار خرفه کاهش یافت. درجه سست شدن خمیر (۱۲ دقیقه) در نمونه حاوی ۵٪ خرفه مشابه خمیر شاهد بود، اما در بقیه نمونه‌ها این ویژگی افزایش یافت که ضعیف شدن و کاهش تحمل خمیر در برابر مخلوط کردن را نشان می‌دهد. عدد کیفی فارینوگراف (FQN) توصیف کننده کیفیت کلی آرد است و به جای محاسبه چندین شاخص مختلف در منحنی فارینوگراف با یک عدد واحد می‌توان کیفیت آرد را گزارش کرد. آردهای ضعیف FQN پایین و آردهای قوی FQN بالایی دارند. بیشترین عدد کیفی برای نمونه ۵٪ آرد خرفه به دست آمد. عدد کیفی فارینوگراف در نمونه‌های مخلوط با آرد خرفه به استثنای نمونه‌های ۵٪ و ۱۰٪ (که مشابه نمونه‌های شاهد بودند) کاهش یافت.

تأثیر درصدهای مختلف پودر خرفه بر ویژگی‌های شیمیایی چربی تیمارهای مختلف آرد و نان: با افزایش درصد پودر خرفه درصد روغن نمونه‌ها افزایش یافت (جدول ۴). در هر تیمار آزمایشی مقدار روغن استخراج شده نان بیشتر از آرد آن تیمار بود. طی فرایند پخت نان مقدار اسیدیته و عدد پراکسید به طور معنی‌داری افزایش ($P<0/001$) یافت (جدول ۴). با افزایش درصد پودر خرفه، مقدار اسید چرب پالمیتیک و اسید چرب لینولئیک کاهش و مقدار اسید چرب لینولنیک افزایش یافت. مقدار آلفا توکوفرول و گاما + بتا توکوفرول با افزایش پودر خرفه در نمونه‌ها افزایش یافت که دلیلش بالا بودن مقدار این توکوفرول‌ها در پودر دانه خرفه نسبت به آرد گندم است.

اثر فرایند پخت بر مقدار اسیدهای چرب و توکوفرول‌ها: تغییرات مقدار اسید پالمیتیک در تیمارهای آزمایشی از روند خاصی پیروی نکرد؛ در برخی نمونه‌ها (P_1 و P_2) در جریان پخت افزایش و در برخی نمونه‌ها (P_4) کاهش یافت. اسید استئاریک در همه تیمارها (بجز شاهد) در جریان پخت افزایش داشت. اسید اولئیک در همه تیمارها طی پخت به طور معنی‌داری ($P<0/001$) زیاد شد. مقدار اسید لینولنیک در برابر حرارت پخت تفاوتی نکرد، در حالی که از مقدار اسید لینولئیک به طور معنی‌داری ($P<0/001$) کاسته شد. مقدار کلیه توکوفرول‌های اندازه‌گیری شده (آلفا، گاما+بتا) در تیمارهای مختلف در جریان پخت کاهش یافت.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

جدول ۳. ویژگی‌های فارینوگرافی تیمارهای آزمایشی

تیمار←	شاهد	P_1	P_2	P_3	P_4
(درصد خرفه) ←	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
جذب آب فارینوگراف (درصد)	۵۶/۸±۰/۲۱	۵۵/۸±۰/۱۰	۵۴/۹±۰/۲۰	۵۴/۷±۰/۱۰	۵۳/۹±۰/۱۰
پایداری خمیر (دقیقه)	۵±۰/۱۰	۵±۰/۱۰	۴/۹±۰/۱۰	۴/۶±۰/۰۶	۴/۵±۰/۱۰
درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۲ دقیقه (واحد برابندر)	۸۴/۳±۲/۳۱	۸۸/۰±۱/۷۳	۹۷/۳±۲/۵۲	۹۷/۳±۱/۵۳	۹۵/۰±۳/۰۰
عدد کیفی فارینوگراف (بدون واحد)	۶۲/۷±۲/۰۸	۶۴/۷±۱/۵۳	۶۰/۳±۰/۵۸	۵۹/۰±۱/۰۰	۶۰/۰±۱/۰۰

جدول ۴. تأثیر فرایند پخت بر ویژگی‌های شیمیایی تیمارهای مختلف آرد و نان غنی شده با پودر خرفه

	شاهد		P_1 (5%)		P_2 (10%)		P_3 (15%)		P_4 (20%)	
	آرد	نان	آرد	نان	آرد	نان	آرد	نان	آرد	نان
درصد روغن	۱/۲۳ ±۰/۰۴^{a}	۰/۵۷ ±۰/۰۸^{b}	۱/۶۱ ±۰/۱^{a}	۱/۰۵ ±۰/۰۶^{b}	۲/۲۶ ±۰/۱۱^{a}	۱/۷۴±۰/۱۹^{b}	۲/۸۵ ±۰/۲۲^{a}	۲/۴۹ ±۰/۲۱^{b}	۳/۷۳ ±۰/۲۲^{a}	۳/۱۱ ±۰/۳۱^{b}
اسیدیته (mg KOH /۱۰۰ g)	۲/۲۷±۰/۱۲^{a}	۲/۴۹ ±۰/۰۹^{a}	۲/۳۰±۰/۲^{b}	۲/۵۷±۰/۱۱^{a}	۲/۴۵±۰/۱۷^{b}	۳/۰۹ ±۰/۲۲^{a}	۲/۴۹ ±۰/۱۷^{b}	۳/۴۳±۰/۰۶^{a}	۲/۷۰±۰/۱۱^{b}	۳/۴۵±۰/۱۹^{a}
عدد پراکسید (meq O_2/Kg)	۱/۶۷±۰/۳۲^{b}	۲/۲۰±۰/۱۸^{a}	۱/۶۰±۰/۱۲^{b}	۲/۵ ±۰/۲۵^{a}	۱/۳۴±۰/۳۸^{b}	۲/۸۹ ±۰/۲۷^{a}	۱/۳۳±۰/۹^{b}	۲/۵۶±۰/۱۸ ^{a}	۱/۱۷±۰/۲۴^{b}	۲/۶۰±۰/۳۱^{a}
اسید پالمیتیک (٪)	۲۳/۸۳±۲/۴۱^{a}	۲۲/۹۰±۳/۰۲^{a}	۱۹/۹۰±۱/۹۲^{b}	۲۴/۲۳±۲/۱۸^{a}	۲۰/۳۷±۱/۱۵^{b}	۲۳/۷۰±۲/۲۴^{a}	۱۹/۱۳±۱/۵۳^{a}	۱۹/۷۷±۲/۱۴^{a}	۲۱/۰۰±۱/۲۱^{a}	۱۷/۴۰±۱/۱۸^{b}
اسید استئاریک (٪)	۱/۵۷ ±۰/۲۱^{b}	۸/۲۳±۱/۱۴^{a}	۲/۳±۰/۵۸^{b}	۵/۱۷±۱/۳۲^{a}	۳/۳۰±۱/۰۴^{b}	۴/۶۰±۱/۲^{a}	۳/۳±۱/۰۶^{b}	۵/۱±۱/۷۲^{a}	۳/۵۳±۰/۹۶^{b}	۵/۲۷±۱/۱۱^{a}
اسید اولئیک (٪)	۱۷/۲۷±۱/۸۳^{b}	۲۹/۶۰±۲/۲۰^{a}	۱۶/۴۰±۱/۹۵^{b}	۲۱/۳۷±۲/۲۳^{a}	۱۷/۹۰±۲/۱۳^{b}	۲۰/۳۰±۲/۰۱^{a}	۱۷/۶۷±۱/۸۲^{b}	۲۱/۶۷±۱/۰۱^{a}	۱۷/۰۳ ±۱/۲^{b}	۲۲/۸۰±۲/۴۹^{a}
اسید لینولئیک (٪)	۵۱/۰۳±۴/۸۱^{a}	۳۰/۲۷±۳/۳۲^{b}	۴۸/۵۰±۳/۵۱^{a}	۳۳/۰۷±۲/۴۸^{b}	۴۱/۴۳±۳/۱۲^{a}	۳۴/۲۳±۲/۱۱^{b}	۴۰/۵۰±۲/۲۶^{a}	۳۵/۱۰±۱/۹۹^{b}	۳۸/۱۰±۲/۲۱^{a}	۳۴/۸۷±۲/۴۴^{b}
اسید لینولنیک (٪)	۴/۲۷±۱/۲۱^{b}	۵/۹۷±۱/۰۸^{a}	۱۲/۲۳±۲/۱۱^{b}	۱۵/۰۳±۲/۴۸^{b}	۱۵/۷۰±۲/۵۰^{b}	۱۶/۸۰±۲/۹۸^{a}	۱۸/۳۳±۳/۱۸^{a}	۱۷/۳۳±۳/۰۱^{b}	۱۹/۶۰±۳/۴۲^{a}	۱۸/۸۳±۳/۹۱^{b}
آلفا توکوفرول (mg/۱۰۰g)	۰/۰۶±۰^{a}	۰/۰۴±۰/۰۱^{b}	۰/۰۶ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۰۳ ±۰^{b}	۰/۰۹±۰/۰۱^{a}	۰/۰۵±۰/۰۱^{b}	۰/۱۸±۰/۰۲^{a}	۰/۱۱±۰/۰۴^{b}	۰/۲۵±۰/۰۵^{a}	۰/۱۶ ±۰/۰۳^{b}
گاما+بتا توکوفرول (mg/۱۰۰g)	۰/۴۲± ۰/۰۱^{a}	۰/۳۳±۰/۰۴^{b}	۱/۰۳ ± ۰/۰۲^{a}	۰ /۵۵±۰/۰۸^{b}	۱/۴۳±۰/۲۸^{a}	۰/۸۵ ±۰/۰۴^{b}	۱/۷۵±۰/۳۵^{a}	۱/۲۷±۰/۴۵^{b}	۲/۵۷ ±۰/۴۲^{a}	۲/۰۱± ۰/۳۶^{b}

حروف یکسان در هر ردیف و در مورد هر تیمار به طور جداگانه، یعنی اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون توکی وجود ندارد.

نتایج آزمون حسی: نمره نهایی آزمون حسی نان حاوی ۱۰٪ خرفه نسبت به بقیه تیمارها بالاتر اما با نان ۵٪ مشابه بود. نان حاوی ۱۵٪ و ۲۰٪ پودر خرفه امتیاز پایینی کسب کردند. در طول ۵ روز نگهداری، امتیازات حسی در همه نمونه‌ها به طور محسوسی کاهش یافت؛ طوری‌که روز صفر (ساعاتی پس از تولید) بالاترین امتیاز و روز پنجم پایین‌ترین امتیاز برای همه نمونه‌ها ثبت شد. نمره نهایی ارزیابی حسی نان شاهد کاهش بیشتری نشان داد؛ به طوری که بعد از ۲ روز نمونه‌ها کاملا بیات شدند. در روز اول نیز تفاوت معنی‌داری ($P<۰/۰۰۱$) بین نان‌های تولیدی دیده شد؛ به طوری که نان‌های ۵٪ و ۱۰٪ بالاترین امتیاز را داشتند. در حالی‌که کیفیت نان‌های ۱۵٪ و ۲۰٪ پایین بود. نمره نهایی داده شده به نان کنترل کمتر از نان‌های ۱۰٪ و ۵٪ خرفه و بالاتر از نان‌های ۱۵٪ و ۲۰٪ بود. در روز سوم نیز بیشترین امتیاز مربوط به نمونه ۱۰٪ بود و کمترین امتیاز به نمونه ۲۰٪ اختصاص داشت. امتیاز نهایی نان ۱۰٪ در روز پنجم بیشتر از بقیه بود و با نمونه‌های دیگر اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۰۱$) داشت. کمترین نمره مربوط به نان ۲۰٪ بود. براساس نظر ارزیاب‌ها امتیاز نان ۵٪ و کنترل مشابه بود و تفاوت معنی‌داری ($P>۰/۰۵$) بین آن‌ها مشاهده نشد. امتیاز نان ۱۵٪ هم کمتر از نان کنترل گزارش شد و با بقیه نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۰۱$) داشت (شکل آورده نشده است).

• بحث

ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر: همان طور که در بخش نتایج ذکر شد، با افزایش درصد پودر خرفه به آرد گندم، میزان جذب آب آرد کاهش یافت. این امر احتمالاً مربوط به افزایش غلظت ترکیبات شیمیایی با خاصیت آب‌گریزی بالا مثل اسیدهای چرب است که امکان واکنش بیشتر با آب را نمی‌دهند. با افزودن آرد خرفه در مقادیر بالا رفتار رئولوژیکی خمیر ضعیف شد، به طوری‌که میزان پایداری خمیر حاصل از آردهای غنی شده با درصدهای مختلف خرفه بجز تیمارهای ۵٪ و ۱۰٪ خرفه کاهش و درجه سست شدن خمیر افزایش یافت. علت این امر احتمالاً به اثر رقیق‌کنندگی خرفه روی پروتئین‌های مؤثر در تشکیل شبکه گلوتنی مربوط می‌شود.

از طرف دیگر، آرد خرفه حاوی ترکیبات پلی‌ساکاریدی (فیبر نامحلول) است که قابلیت و عملکرد گلوتن را ضعیف می‌کند. در آزمایش اندازه‌گیری مقدار گلوتن مرطوب تیمارها نیز با افزایش درصد پودر خرفه، گلوتن قابل استخراج به طور معنی‌داری کاهش یافت. این یافته‌ها با اندازه‌گیری عدد زلنی که حاکی از کاهش معنی‌دار کیفیت پروتئین به ازای افزودن خرفه (در همه درصدهای مورد استفاده) بود، نیز تأیید شد. عدد کیفی فارینوگراف در نمونه‌های مخلوط با آرد خرفه به استثنای نمونه‌های ۵٪ و ۱۰٪ (که مشابه نمونه شاهد بودند) کاهش یافت. علت این امر کاهش پایداری و افزایش درجه سست شدن خمیرهای مخلوط با آرد خرفه است.

ویژگی‌های شیمیایی نان: با افزایش درصد افزودن پودر خرفه به آرد، مقدار روغن نمونه‌ها افزایش یافت که با توجه به ماهیت چرب بودن خرفه قابل انتظار بود. مقدار روغن استخراج شده در هر تیمار آزمایشی در مورد نان بیشتر از آرد آن تیمار بود. دلیل آن احتمالاً به تشکیل ترکیبات گلوتن- چربی در بافت نان در اثر فرایند تهیه و پخت نان مربوط می‌شود که از استخراج کامل روغن جلوگیری می‌کند. در این پژوهش به ترکیب و پروفایل اسیدهای چرب این روغن افزوده شده به نان و چگونگی تغییر آن در فرایند پخت نان توجه ویژه‌ای شده است.

با افزایش درصد پودر خرفه، مقادیر اسید پالمیتیک و اسید لینولئیک در نمونه‌ها کاهش و اسید لینولنیک افزایش یافت. مقدار آلفا توکوفرول و گاما + بتا توکوفرول نیز با افزایش پودر خرفه در نمونه‌ها افزایش یافت که دلیلش بالا بودن مقدار این توکوفرول‌ها در پودر دانه خرفه نسبت به آرد گندم است. افزایش مقدار توکوفرول‌ها با افزایش درصد جایگزینی پودر خرفه با یافته‌های *Mentes* و همکاران (۲) مطابقت داشت، اما مقدار افزایش مشاهده شده در میزان اسید لینولنیک نمونه‌ها کمتر از مقدار گزارش شده توسط پژوهشگران دیگر (۹، ۲) بود که علت آن احتمالاً به متفاوت بودن واریته گیاه مورد استفاده و ترکیب اولیه آن در این پژوهش‌ها مربوط می‌شود.

تأثیر پخت بر ویژگی‌های شیمیایی تیمارهای مختلف آرد و نان: همان گونه که در بخش نتایج اشاره شد (جدول ۴) افزودن پودر خرفه باعث افزایش اسیدیته و عدد پراکسید نمونه‌ها شد . افزایش اسیدیته در نان احتمالاً تحت تأثیر فعالیت مخمرها رخ می‌دهد. آنزیم لیپاز تولید شده توسط مخمرها می‌تواند به دلیل ماهیت روغنی بودن نان باعث افزایش اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و به دنبال آن باعث افزایش اسیدیته محصول شد. حرارت پخت می‌تواند به طور مستقیم هم باعث افزایش اسیدیته چربی و عدد پراکسید شود. در مورد پروفایل اسیدهای چرب، افزایش اسیدهای چرب پالمیتیک، استئاریک و اولئیک مشاهده شد. اسید لینولنیک در برابر حرارت پخت پایدار بود، در حالی که از مقدار اسید لینولئیک کاسته شد. طی فرایند پخت از مقدار

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

توکوفرول‌ها کاسته شد که احتمالاً به دلیل درگیر بودن این ترکیبات در محافظت از اسیدهای چرب غیر اشباع در طول پخت است.

نتایج آزمون حسی: نمره حسی نهایی نان حاوی ۱۰٪ خرفه نسبت به بقیه تیمارها بالاتر بود و با نان ۵٪ تفاوتی نداشت. نمونه‌های ۱۵٪ و ۲۰٪ امتیاز پایینی کسب کردند. با وجود این کاهش، امتیازات حسی این تیمارها به طور معنی‌داری از نمونه کنترل بالاتر بود. علت کاهش محسوس امتیاز حسی نمونه‌های حاوی درصدهای بالاتر خرفه به دلیل سیاهرنگ بودن خرفه و اثر آن روی رنگ نمونه‌های نان بود. پیش‌بینی می‌شود که در صورت استفاده از واریته‌های زرد رنگ خرفه چنین کاهشی در نان‌های غنی شده با درصدهای بالاتر خرفه مشاهده نشود. در طول ۵ روز نگهداری، امتیازات حسی همه نمونه‌ها به طور محسوس کاهش یافت؛ به طوری که روز صفر (ساعاتی پس از تولید) بالاترین امتیاز و روز پنجم پایین‌ترین امتیاز برای همه نمونه‌ها ثبت شد. روند کاهش امتیاز حسی نهایی نان در مورد نمونه کنترل بسیار شدیدتر بود؛ به طوری که بعد از ۲ روز نمونه‌ها کاملاً بیات شدند.

با توجه به نتایج به دست آمده با افزایش پودر خرفه، خواص رئولوژیکی خمیر نان ضعیف شد و درصد روغن نمونه‌های آرد و نان افزایش یافت. اسیدیته نمونه‌های غنی شده بیشتر از نمونه شاهد بود. از نظر عدد پراکسید، بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری ($P>0/05$) مشاهده نشد. با افزایش پودر دانه خرفه، درصد اسید لینولنیک و مقدار توکوفرول‌ها افزایش یافت. پس از فرایند پخت، مقدار اسیدیته و پراکسید در نمونه‌های نان نسبت به نمونه‌های آرد بیشتر شد. اسید لینولنیک نسبت به حرارت پایدار بود، ولی مقدار توکوفرول‌ها کاهش یافت. افزودن پودر خرفه به آرد گندم در تولید نان به میزان ۱۰٪ باعث بهبود ویژگی‌های نان شد.

• References

1. 1. Pohjanheimo TA, Hakala MA, Tahvonen RL, Salminen SJ, Kallio HP. Flaxseed in breadmaking: effects on sensory quality, aging, and composition of bakery products. J Food Sci 2007; 71:343-48.
2. Mentes O, Bakkalbassi E, Ercan R. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. Food Sci Tech Int 2008; 14:299-306.
3. Nilson SA. Stabilization of linseed oil for use in aquaculture feeds. [dissertation]. Saskatchewan: Univ. Saskatchewan; 2008.
4. Serna-Saldivar SO, Zorrilla R, De La Parra C, Stagnitti G, Abril R. Effect of DHA containing oils and powders on baking performance and quality of white pan bread. Plant Foods Hum Nutr 2006; 61:121-29.
5. Liu H, Li LH, Cui MZ. Effect of purslane in delaying aging. Chin J Clin Rehabil 2005; 9:170-71.
6. Moreau AG, Savage GP. Oxalate content of purslane leaves and the effect of combining them with yoghurt or coconut products. J Food Compos Anal 2009; 22:303-06.
7. Anthony C. Purslane (*Portulaca oleracea*)-the global panacea. Personal Care Magazine 2001; 7-15.
8. Mazaheri H, Hassandokht MR, Saidfar K. Major component of purslane cultivars (*Portulaca oleracea* L.) in Iran. Hortic Environ and Biotech 2009; 50:14-16.
9. Simopoulos AP, Norman HA, Gillaspy JE, Duke JA. Common purslane: A source of omega-3 fatty acids and antioxidants. J Am Coll Nutr 1992; 11:374-82.
10. Liu L, Howe P, Zhou YF, Xu ZQ, Hocart CR. Fatty acids and β-carotene in Australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties: J Chromatogr A 2000; 893:207-13.
11. Souri E, Amin G, Farsam H, Barazandeh Tehrani M. Screening of antioxidant activity and phenolic content of 24 medicinal plant extracts: Daru 2008; 16:83-87.
12. Huang Z, Wang B, Eaves DH, Shikang JM, Pace RD. Phenolic compound profile of selected vegetable frequently consumed by African Americans in the southeast United States. Food Chem 2007; 103:1395-402.
13. AACC. Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul. Minnesota: AACC; 1999.
14. Al-Rashdan A, Helaleh MIH, Nisar A, Ibtisam A, Al-Ballam Z. Determination of the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in toasted bread using gas chromatography mass spectrometry: Int J Anal Chem 2010; 216-314.
15. Savage GP, McNeil DL. Chemical composition of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in New Zealand. Int J Food Sci Technol 1988; 49:199-203.
16. Azadmard-Damirchi S, Dutta PC. Stability of minor lipid components with emphasis on phytosterols during chemical interesterification of a blend of refined olive oil and palm stearin. J Am Oil Chem Soc 2008; 85:13-21.
17. Fathi-achachlouei B, Azadmard damirchi S. Milk thistle seed oil constituents from different varieties in Iran. J Am Oil Chem Soc 2009; 86: 643-649.
18. AOAC. Official method Ch 4-9/ Sampling and analysis of commercial fats and oils. New York: AOAC; 1993.
19. Gamari M, Peigambardoust SH. A study on relation between the amount and rheological characteristics of glutenin macro-polymer (GMP) gel and breadmaking quality of wheat. J of Food Sci Tech [in Persian] 2009; 6:21-33.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

The Effect of purslane powder on chemical characteristics, fatty acids profile and sensory quality of bread

*Fathnejhad Kazemi R [1], Peighambardoust H[*2], Azadmard Damirchi S[3], Nemati M[4], Rafat A[5], Naghavi S[6]*

1. *M.Sc in Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.*
2. **Corresponding author: Associate prof, Dept. Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. Email: peighambardoust@tabrizu.ac.ir*
3. *Associate prof, Dept. Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.*
4. *Associate prof, Dept. Pharmacognosy & Hydrology, Faculty of Pharmacy, University of Tabriz, Tabriz, Iran.*
5. *Assistant prof, Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.*
6. *M.Sc in Food Science and Technology, Aras International Campus, University of Tabriz, Jolfa, Iran*

Received 7 Nov, 2011 **Accepted 26 Apr, 2012**

Background and Objective: purslane seeds provide nutritional value, and have beneficial health effect on the body specially in preventing cardiovascular, cancer and hypertension (high blood pressure) deseases, because it contains omega-3 and omega-6 fatty acids and other nutrients such as antioxidants, tocopherols and dietary fibre.

Materials and Methods: In this study, the effect of incorporating purslane powder into wheat flour with concentrations of 5, 10, 15 and 20% was investigated on dough rheological properties, chemical properties of flour and bread including oil content, fatty acids profile, tocopherols, fat acidity and peroxide. Fatty acids stability during cooking process was also studied. Moreover, sensory characteristics of bread were determined during 5 days of storage.

Results: Findings showed that incorporating up to 10% purslane powder led to the weakening of dough rheological behavior in the farinograph. 20% substitution level increased flour fat content, linolenic acid, tocopherols and fat acidity contents. However, peroxide values of samples did not show significant ($p>0.05$) differences. The amount of fat acidity and peroxide increased during cooking. Linolenic acid was stable to heat, while tocopherols decreased. Bread containing 10% purslane received higher sensory scores compared to other treatments. Bread sensory quality gradually decreased during storage.

Conclusion: Incorporating purslane seeds powder increased omega 3 and omega 6 fatty acids in bread. At certain levels (below 10%) of pursalne addition, sensorial properties of bread were improved. Linoleic fatty acid was stable during baking, however, the amount of tocopherols decreased upon baking.

Keywords: Purslane, Flour, Bread, Fatty acid, Tocopherol, Sensory quality

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]