

## کاربرد بزرک در تهیه نان: اثر بر خواص شیمیایی، ترکیب فاز چربی آرد و نان و کیفیت حسی نان نیمه حجیم غنی شده

سیدهدای پیغمبردوست<sup>۱\*</sup>، صدیف آزادمرد دمیرچی<sup>۱</sup>، روزینا فتح نژاد کاظمی<sup>۲</sup>، محبوب نعمتی<sup>۳</sup> و سیدعباس رأفت<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۹

<sup>۱</sup>دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup>فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

<sup>۳</sup>استاد گروه فارماکونوزی و آشناسی پزشکی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

<sup>۴</sup>دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبه: e-mail: Peighamardoust@tabrizu.ac.ir

### چکیده

دانه‌های بزرک منبع غنی از اسیدهای چرب ضروری امگا ۳، لیگنان‌ها، فیبر رژیمی و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی نظیر توکوفرول‌ها بوده و به دلیل اثرات سودمند آن در پیشگیری از برخی بیماری‌ها به عنوان افزودنی سلامتی بخش یا فراسودمند در غنی‌سازی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش، اثرات افزودن پودر بزرک در مقادیر صفر (نمونه کنترل)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به آرد گندم بر ویژگی‌های شیمیایی تیمارهای مختلف آرد و نان مانند مقدار روغن، پروفایل اسیدهای چرب، توکوفرول‌ها، اسیدپتیه و عدد پروکسید روغن استخراج شده، همچنین تغییرات آن‌ها طی فرآیند پخت بررسی شد. همچنین ویژگی‌های حسی نان حاصله در مدت ۵ روز نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصد روغن نمونه‌ها، مقدار توکوفرول‌ها و مقدار اسید لینولنیک با افزودن پودر بزرک تا ۲۰٪، افزایش یافت. در طی پخت، مقدار اسید لینولنیک ثابت ماند اما مقدار توکوفرول کاهش یافت. مقدار اسیدپتیه و عدد پروکسید نمونه‌ها بعد از فرآیند پخت افزایش یافت. در مورد ویژگی‌های حسی، غنی‌سازی نان تا مقادیر ۱۵٪ بزرک باعث بهبود کیفیت نمونه‌های نان شده اما بمرور زمان از کیفیت حسی نان‌ها کاسته شد.

واژه‌های کلیدی: بزرک، آرد، نان، اسید چرب، توکوفرول، پایداری حرارتی، کیفیت حسی

## Application of flaxseed in breadmaking: effect on chemical characteristics, fat composition of flour and bread, and sensory quality of enriched semi-flat bread

SH Peighambardoust<sup>1\*</sup>, S Azadmard-Damirchi<sup>1</sup>, R Fathnejhad Kazemi<sup>2</sup>, M Nemati<sup>3</sup> and SA Rafat<sup>4</sup>

Received: February 18, 2012 Accepted: February 27, 2013

<sup>1</sup>Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>2</sup>MSc graduated, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>3</sup>Professor, Department of Pharmacognosy and Hydrology, Faculty of Pharmacy, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

<sup>4</sup>Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: e-mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

### Abstract

Flaxseed is a good source of omega-3 fatty acid, lignin, dietary fibre and natural anti-oxidants such as tocopherols. Having benefits for health with preventing disease is the major reason for fortification of functional food products with flaxseed. In this study, the effect of incorporating flaxseed meal into wheat flour in proportion of 0 (control sample), 5, 10, 15 and 20% (flour basis) on chemical properties of bread and flour including oil content, fatty acids profile, tocopherols, acidity and peroxide and their changes during baking were investigated. Moreover, bread sensory characteristics upon 5 days of storage were determined. The results showed incorporating flaxseed up to 20% substitution with flour increased fat content, linolenic acid and tocopherols. During baking, acidity and peroxide values increased. Linolenic acid was stable upon cooking temperatures, however, tocopherols were decreased. Bread containing 15% flaxseed received higher sensory scores compared to other treatments, but over the time, bread sensorial quality was diminished upon storage of bread at room temperature.

**Keywords:** Flaxseed, Flour, Bread, Fatty acids, Tocopherols, Sensory quality

### مقدمه

غذاهایی مانند نان که با استفاده از غلات تهیه می‌شوند، از منابع مناسب تغذیه‌ای و رژیم غذایی ارزان قیمت محسوب می‌شوند (منتس و همکاران، ۲۰۰۹). نان غنی از کربوهیدرات، پروتئین و ویتامین بوده و نیمی از کالری بدن را تأمین می‌کند (ایوب و همکاران، ۲۰۰۳). این ماده‌ی غذایی از نظر موادی مانند فیبرهای رژیمی، اسیدهای چرب غیراشباع و ترکیبات فنولی فقیر می‌باشد. برای حل این مشکل می‌توان از مواد مختلف مانند چربی، دانه‌ی بزرک، سبوس جو، سبوس گندم، هیدروکلئیدها و سایر مواد برای غنی‌سازی نان

استفاده کرد (گواردا و همکاران، ۲۰۰۴، وانگ و همکاران، ۲۰۰۲). امروزه به دلایل تغذیه‌ای، سلامتی، قابلیت دسترسی و نگهداری از روغن‌های گیاهی مانند روغن نخل روغنی به جای چربی استفاده می‌شود. استفاده از بزرک نه تنها برای تأمین طعم آجیلی در نان مناسب است بلکه باعث افزایش مواد مغذی نان می‌گردد (پوجانیمو و همکاران، ۲۰۰۶).

گیاه بزرک متعلق به خانواده لیناسه و جنس لینوم است که کشت آن از حدود ۵۰۰۰ هزار سال قبل از میلاد به دلیل فواید دارویی و روغن آن صورت می‌گیرد (کوشکونر و کارابابا، ۲۰۰۷). این گیاه منبع خوبی از

برای غنی‌سازی کیک استفاده کرد، بدون این که تغییری در محتوای اسید  $\alpha$ -لینولنیک دیده شود. رندون ویلاوبوس و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر استفاده از بزرک به میزان ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد در فرآورده‌ی ترتیلا را بررسی کرده‌اند، نتایج به دست آمده نشان داد که میزان لیپید و پروتئین در ترتیلا‌ی غنی شده با بزرک نسبت به ترتیلا‌ی کنترل شده بیشتر بوده و با مصرف بزرک مقدار اسیدهای چرب غیراشباع در فرآورده‌ی نهایی افزایش پیدا کرد. از تحقیقات دیگر انجام یافته در مورد ماکارونی غنی شده با بزرک، در مورد پایداری اسید  $\alpha$ -لینولنیک و SDG توسط هال لی و همکاران (۲۰۰۵) می‌باشد، بر طبق بررسی‌های ایشان ۸۰-۹۵ درصد SDG در ماکارونی غنی شده با بزرک قابل استخراج بوده و همچنین پایداری اسید  $\alpha$ -لینولنیک، چربی‌ها و دی‌ان‌های کونژوگه نیز گزارش شده است.

مطالعه‌ای در ایران روی اثر افزودن بزرک بر نان‌های محلی همچون نان روغنی نیمه حجیم انجام نگرفته است. در این مطالعه تأثیر استفاده از پودر دانه‌های بزرک به عنوان منبع غنی از اسیدهای چرب ضروری، آنتی-اکسیدان‌ها، ترکیبات فنلی و دیگر ترکیبات جزئی فراسودمند بر ویژگی‌های حسی و شیمیایی نان روغنی نیمه حجیم مانند مقدار روغن، پروفایل اسیدهای چرب، توکوفرول‌ها، اسیدیته و عدد پروکسید روغن استخراج شده از نان و همچنین تغییرات آن‌ها در برابر حرارت پخت بررسی شده است.

### مواد و روش‌ها

#### مواد

آرد گندم با درجه استخراج ۸۷٪ از شرکت آرد اطهر مراغه خریداری گردید. ویژگی‌های آرد مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. دانه‌های بزرک از بازار محلی خریداری و پس از بوجاری، در شرایط خنک توسط آسیاب آزمایشگاهی آسیاب و توسط الک با منافذ حداکثر ۰/۶ میلیمتری الک شد. پودر بزرک در کیسه‌های

اسیدهای چرب امگا-۳ می‌باشد، مقدار روغن آن ۴۴-۴۰ درصد است که ۵۰ درصد آن به اسیدچرب  $\alpha$ -لینولنیک اختصاص دارد (کوچار و همکاران، ۲۰۰۲). از ترکیبات مهم دیگر موجود در این گیاه توکوفرول‌ها است که به عنوان آنتی‌اکسیدان عمل می‌کنند (اوما و همکاران، ۱۹۹۷). مقدار فیبر این گیاه ۲۵ درصد گزارش شده است که ۲۵-۲۰ درصد این مقدار به فیبرهای محلول اختصاص دارد. مصرف فیبر باعث کاهش کلسترول و خطر سرطان شده و از بیماری‌های قلبی و عروقی و دیابت جلوگیری می‌کند (هاو، ۲۰۰۱). بزرک یکی از منابع مهم لیگنان می‌باشد (جانسون و همکاران، ۲۰۰۰). وجود لیگنان در رژیم غذایی از بسیاری از بیماری‌ها مانند سرطان سینه، پروستات، کولون و همچنین بیماری‌های قلبی و عروقی و دیابت جلوگیری می‌کند (هیوارین و همکاران، ۲۰۰۶). مقدار پروتئین دانه‌ی بزرک بین ۳۱-۱۰/۵ درصد گزارش شده است، مهم‌ترین اسیدهای آمینه‌ی آن اسید آسپارتیک، اسید گلوتامیک، آرژینین، گلیسین، لیزین، سرین و والین می‌باشد (اوما و مزا، ۱۹۹۳). موسیلاژ موجود در بزرک مانند صمغ عربی قابلیت جذب آب بالایی داشته و باعث حفظ تازگی در محصولات پخت می‌شود (کویی و همکاران، ۱۹۹۴). بزرک دارای ویتامین‌های محلول در آب و محلول در چربی مانند ویتامین A، B، D و E، مواد معدنی، رطوبت ۸٪-۴٪ و خاکستر ۴٪-۳٪ می‌باشد (منتس و همکاران، ۲۰۰۹).

منتس و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر استفاده از پودر دانه‌ی بزرک روی کیفیت نان حجیم، بیاتی نان، میزان ۷-توکوفرول و اسیدهای چرب غیراشباع نان را مورد مطالعه قرار داده‌اند و پوجانیمو و همکاران (۲۰۰۶) نیز در مطالعه‌ای، تأثیر استفاده از دانه بزرک بر روی ترکیب نان را مورد بررسی قرار دادند. استفاده از پودر بزرک در محصولات غذایی دیگری نیز مطالعه شده است. چن و همکاران (۱۹۹۴) طی تحقیقات خود نشان دادند که می‌توان از دانه‌ی بزرک به شکل موفقیت‌آمیز

پلاستیکی در فریزر  $18^{\circ}\text{C}$  - تا زمان اختلاط با آرد و پخت نگهداری گردید.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم و پودر بزرک

ویژگی	آرد گندم	بزرک
رطوبت (%)	$13/40 \pm 0/01$	$5/35 \pm 0/01$
خاکستر* (%)	$0/88 \pm 0/01$	$3/23 \pm 0/01$
پروتئین* (%)**	$11/10 \pm 0/03$	$22/21 \pm 0/01$
چربی* (%)	$1/20 \pm 0/04$	$32/30 \pm 0/03$
اسید پالمیتیک (%)	$22/83 \pm 0/1$	$8/60 \pm 0/01$
اسید استئاریک (%)	$1/05 \pm 0/38$	$6/70 \pm 0/01$
اسید اولئیک (%)	$17/27 \pm 0/42$	$23 \pm 0/01$
اسید لینولئیک (%)	$51/03 \pm 1/00$	$12/63 \pm 0/01$
اسید لینولنیک (%)	$4/27 \pm 0/31$	$47/07 \pm 0/01$
عدد پروکسید (meq O <sub>2</sub> /Kg oil)	$1/67 \pm 0/32$	$1/46 \pm 0/31$
اسیدیته (mg KOH / 100 gr)	$2/27 \pm 0/11$	$2/92 \pm 0/11$
گاما + بتا توکوفرول (mg/100 gr)	$0/42 \pm 0/01$	$6 \pm 0/67$
آلفاتوکوفرول (mg/100 gr)	$0/06 \pm 0/01$	$0/65 \pm 0/05$
فیبرخام* (%)	$0/80 \pm 0/05$	$20 \pm 0/04$
گلوتن مرطوب (%)	$27/12 \pm 0/01$	-
عدد فالینگ (ثانیه)	$416 \pm 5$	-
عدد زلنی (cc)	$23/60 \pm 0/02$	-

نتایج جدول میانگین سه تکرار می باشد. \*نتایج براساس ماده خشک می باشد. \*\*فاکتور نیتروژن برای آرد گندم ۵/۷ و فاکتور نیتروژن برای پودر بزرک ۶/۲۵ محسوب شده است.

## روش‌ها

اندازه گیری رطوبت طبق روش AACC به شماره 44-15A توسط دستگاه آون ساخت شرکت Memmert کشور آلمان انجام شد. اندازه گیری خاکستر طبق روش AACC به شماره 08-01 با کوره ساخت شرکت Demerd انجام شد. پروتئین کل با روش AACC به شماره 46-13 توسط دستگاه Kjeltac ساخت کشور سوئد اندازه گیری شد. اندازه گیری فیبرخام با روش AACC به شماره 32-10 و با دستگاه مدل

Fibertec Tecator ساخت کشور سوئد انجام شد. برای اندازه گیری کیفیت پروتئین یا عدد زلنی از روش AACC به شماره 11-54 با استفاده از دستگاه GeratenrBaujahr کشور آلمان استفاده شد. اندازه گیری گلوتن مرطوب به روش شستشو با دست بر اساس استاندارد AACC 38-10 انجام شد. اندازه گیری چربی آرد گندم، پودر بزرک، خرفه و تیمارهای آرد و نان طبق روش ارشدان و همکاران (۲۰۱۰) با دستگاه سوکسله انجام گردید. آماده سازی نمونه‌ها برای اندازه-

نیمه مسطح باز شدند و به سطح آن‌ها کمی تخم‌مرغ مالیده شد و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در محفظه‌ی بخار قرار گرفته و وارد مرحله‌ی پخت در دمای  $190-200^{\circ}\text{C}$  به مدت ۲۰ دقیقه شدند. سپس عملیات بخارزنی به مدت چند ثانیه صورت گرفت. نان‌ها پس از پخت، در دمای کارگاه خنک شده و در کیسه‌های Ziplock تا انجام آزمون حسی نگهداری شدند.

### تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام گردید. از طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. تجزیه واریانس و میانگین‌ها برای معرفی بهترین نمونه با آزمون توکی، در سطح احتمال خطای ۵٪ توسط نرم افزار SAS انجام شد.

گیری پروفایل اسید چرب با استفاده از روش ساویج و همکاران (۱۹۸۸)، اندازه‌گیری پروفایل اسیدچرب با استفاده از روش آزادمرد دمیرچی و دوتا (۲۰۰۸)، اندازه‌گیری توکوفرول‌ها با استفاده از روش فتی آچاچلویی و همکاران (۲۰۰۹) اندازه‌گیری اسیدیته و عدد پروکسید با استفاده از روش (AOAC) و استخراج روغن نان برای انجام آزمون اسیدیته و پروکسید با استفاده از روش منتس و همکاران (۲۰۰۹) صورت گرفت. در این تحقیق از روش قمری و پیغمبردوست (۱۳۸۸) با برخی تغییرات، برای تهیه نان استفاده شد. جهت تعیین شدت ویژگی‌های صفات نان، از روش امتیازدهی پنج نقطه‌ای پوجانیمو و همکاران (۲۰۰۶) با اندکی تغییرات براساس جدول ۲ استفاده شد.

### تهیه تیمارهای آزمایشی

پودر بزرک در مقادیر صفر (نمونه کنترل)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد با آرد مخلوط شد. ویژگی‌های پودر بزرک و آرد در جدول ۱ ارائه شده است.

### تهیه نان

برای تولید خمیر نان بر پایه‌ی ۱۰۰ گرم پودر دانه‌های روغنی آسیاب شده اضافه شد. مقدار آب مورد نیاز برای تولید نان با تیمارهای مختلف با استفاده از دستگاه فارینوگراف (جدول ۳) تعیین شد. مواد اولیه شامل آرد، نمک (۲ درصد)، بهبود دهنده (۰/۵ درصد) در داخل مخلوطکن سیاره‌ای ساخت شرکت سپه‌کار اصفهان با ظرفیت ۱۰ کیلوگرم بعد از ۳ بار الک کردن ریخته شدند. مقداری از آب تعیین شده برای تهیه‌ی سوسپانسیون مخمر (۲ درصد) استفاده شد و در گرمخانه به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شد و سپس به همراه بقیه‌ی آب به مواد پودری اضافه شده و به مدت ۱۰ دقیقه در داخل مخلوطکن با دنده‌ی شماره‌ی ۱ و با سرعت ۶۰ دور در دقیقه به هم زده شد. تخمیر در محفظه‌ی تخمیر با رطوبت نسبی ۸۰ درصد و دمای  $30^{\circ}\text{C}$  به مدت یک ساعت انجام شد. سپس خمیرها به چانه‌های ۵۰ گرمی تقسیم شده و توسط وردنه به شکل

## جدول ۲- فرم ارزشیابی نان روغنی

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

مجموع ضرایب/ مجموع امتیازات = نمره نهایی ارزیابی حسی

## جدول ۳- جذب آب آرد و تیمارهای مختلف

F4	F3	F2	F1	آرد	تیمار
۰۹/۹±۰/۳۱	۰۹/۱۰±۰/۱۶	۰۸/۰±۰/۳۳	۰۷/۴±۰/۲۵	۰۶/۸±۰/۲۲	درصد جذب آب

## نتایج و بحث

## تأثیر درصد‌های مختلف پودر بزرک بر ویژگی‌های

## شیمیایی تیمارهای مختلف

ترکیبات آرد گندم و پودر بزرک در جدول ۱ آورده شده است، مقدار خاکستر، پروتئین و فیبر پودر بزرک و همچنین اسید لینولنیک آن بیشتر از آرد گندم بود که مطابق با نظر اوما و مزا (۱۹۹۳) و منتس و همکاران (۲۰۰۹) می‌باشد. عدد پراکسید پودر بزرک (meq  $1/46 O_2/Kg\ oil$ ) بیشتر از مقدار گزارش شده توسط منتس و همکاران (۲۰۰۹) (meq  $1/36 O_2/Kg\ oil$ ) به دست آمد.

درصد روغن پودر بزرک  $32/3$  بود که کمتر از مقدار گزارش شده توسط اوما و مزا (۱۹۹۳) (۳۷٪) و بیشتر از مقدار به دست آمده توسط منتس و همکاران (۲۰۰۹) (۲۷/۹۴٪) می‌باشد. با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که با افزایش درصد پودر بزرک درصد روغن نمونه‌ها به طور معنی‌دار ( $p < 0/001$ ) افزایش یافت و مقدار اسید لینولنیک استخراج شده از روغن نمونه‌ی شاهد بیشتر از نمونه‌های دیگر بود که مطابق با نظر منتس و همکاران (۲۰۰۹) می‌باشد. مقدار اسید چرب لینولنیک در تیمارهای مختلف به جز نمونه‌ی شاهد بین  $36/58\%$  و  $45/48\%$  به دست آمد که کمتر از نتیجه‌ی منتس و همکاران (۲۰۰۹) ( $54/50\%$  و  $50/25\%$ ) بود. مقدار اسید چرب لینولنیک و اولئیک در نمونه‌ی شاهد بیشتر از نمونه‌های دیگر بود و درصد اسید چرب استئاریک در نمونه‌ی شاهد کمتر و با افزایش پودر بزرک بیشتر بود. از نظر اسیدیته تفاوت معنی‌داری ( $p > 0/05$ ) بین نمونه‌های تهیه شده با درصد‌های مختلف بزرک دیده نشد و اسیدیته‌ی نمونه‌ی شاهد به طور معنی‌دار ( $p < 0/001$ ) کمتر از بقیه‌ی نمونه‌ها بود. عددپراکسید نمونه‌های مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ( $p > 0/05$ ) نداشتند و بین  $1/81$  و  $2/14\ meqO_2/Kg\ oil$  بود. با توجه به جدول مقدار

توکوفرول با افزایش درصد پودر بزرک در نمونه‌ها افزایش یافت که مطابق با نظر منتس و همکاران بود.

## تأثیر فرآیند پخت بر ویژگی‌های شیمیایی تیمارهای مختلف آرد و نان

با توجه به جدول ۵ در بررسی اثر فرآیند پخت بر ویژگی‌های شیمیایی، ملاحظه می‌شود که مقدار اسیدیته و عدد پراکسید به طور معنی‌دار ( $P < 0/001$ ) در طی فرایند پخت افزایش یافته و از درصد روغن کاسته شد. افزایش اسیدیته در نان احتمالاً تحت تأثیر فعالیت مخمرها ایجاد می‌شود که آنزیم لیپاز تولید شده توسط مخمرها می‌تواند به دلیل ماهیت روغنی بودن نان باعث افزایش اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و به تبع آن باعث افزایش اسیدیته محصول گردد. همچنین تأثیر مستقیم حرارت پخت می‌تواند باعث افزایش اسیدیته چربی و عدد پراکسید شود. در بین اسیدهای چرب مختلف، مقدار اسید پالمیتیک و اسید لینولنیک تقریباً ثابت ماند و تفاوت معنی‌داری ( $P > 0/05$ ) بین نمونه‌های آرد و نمونه‌های نان دیده نشد که مطابق با نتیجه‌ی هال لی و همکاران (۲۰۰۵) که پایداری اسید لینولنیک موجود در ماکارونی غنی شده با پودر بزرک در برابر حرارت را نشان دادند، می‌باشد. در طی فرآیند پخت از مقدار اسید لینولنیک و توکوفرول‌ها به طور معنی‌دار ( $P < 0/001$ ) کاسته شد. ثابت ماندن مقدار اسید چرب لینولنیک احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات فنولی و توکوفرول در پودر بزرک می‌باشد که نقش محافظت‌کنندگی از اسیدهای چرب غیر اشباع را دارند همانگونه که ملاحظه می‌شود از مقدار توکوفرول‌ها به دلیل مصرف آن‌ها برای محافظت از اسیدهای چرب غیر اشباع کاسته شد.

## نتایج آزمون حسی

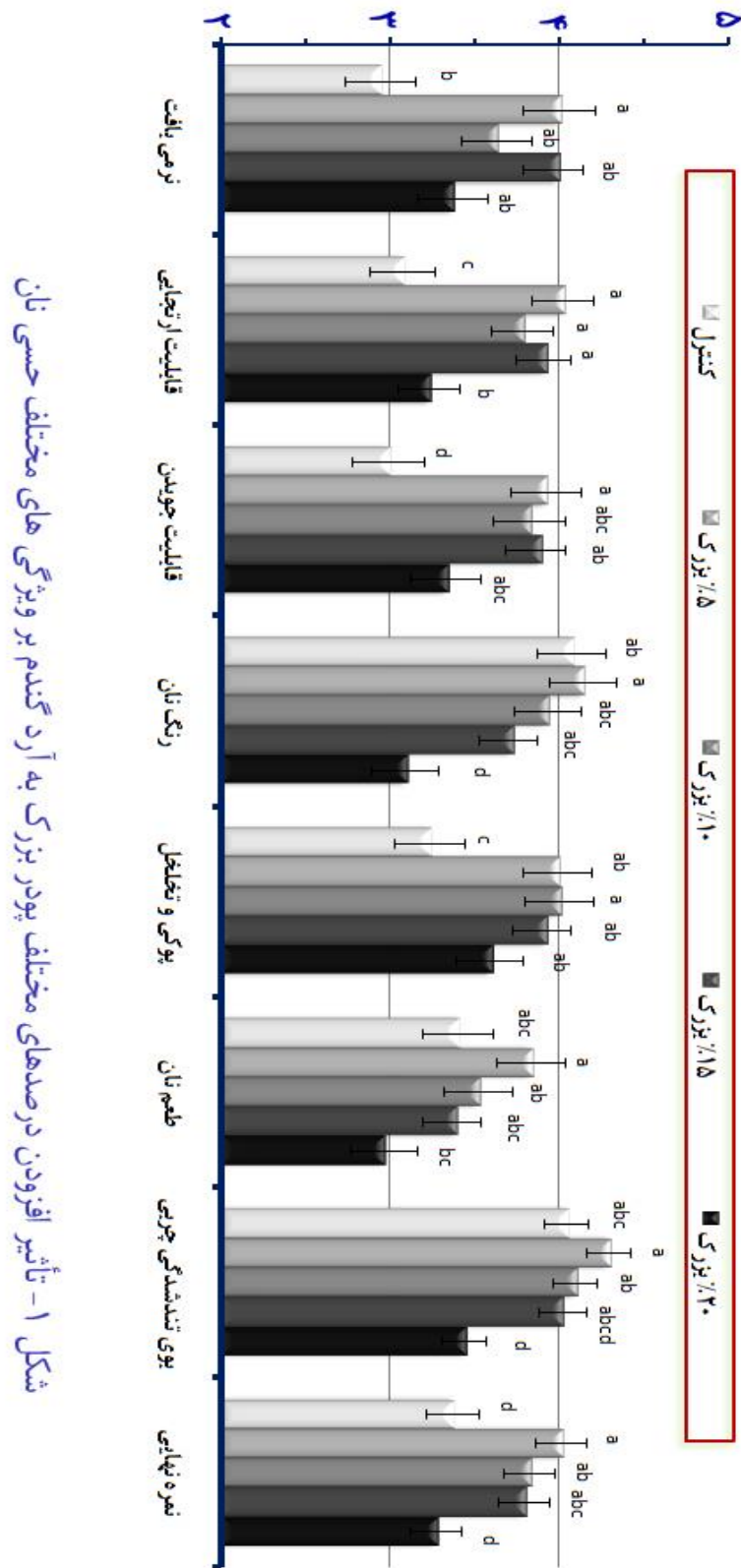
نتایج آزمون حسی نشان داد که نمره حسی نهایی نان-های حاوی ۵، ۱۰ و ۱۵٪ بزرک نسبت با هم اختلاف معنی‌داری ( $P > 0/05$ ) نداشته و نسبت به نمونه کنترل و نیز نمونه ۲۰٪ امتیازات حسی بالاتری کسب نمودند

(شکل ۱). با توجه به نتایج بدست آمده، استفاده از درصد‌های مختلف بزرک، تفاوت معنی‌داری ( $P > 0.05$ ) از نظر نرمی بافت در تیمارهای غنی شده حاصل نشد و بیشترین امتیاز به دست آمده از نظر نرمی بافت برای نمونه‌ی ۵٪ بزرک بود. با افزایش درصد بزرک تا مقادیر ۲۰٪ در تولید نان، قابلیت ارتجاعی بافت نان بهبود یافت و نمونه‌های غنی شده با نمونه‌ی شاهد (کنترل)، اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) داشتند، کیفیت نمونه‌ی شاهد از نظر این ویژگی کمتر از بقیه نمونه‌ها بود (شکل ۱). در مورد امتیاز قابلیت جویدن نان نیز امتیاز نمونه‌های غنی شده نسبت به نمونه‌ی شاهد از نظر ارزیاب‌ها بیشتر بود. با توجه به تیره بودن رنگ پودر بزرک نسبت به رنگ آرد گندم، انتظار بر این است که با افزایش درصد استفاده از این دانه، رنگ نان نیز تیره‌تر شود. با توجه نتایج بدست آمده، با افزایش درصد بزرک در تولید نان تا مقدار ۱۵٪ تفاوت معنی‌داری ( $P > 0.05$ ) بین آن‌ها و نمونه‌ی شاهد از نظر ارزیاب‌ها مشاهده نشد، رنگ نان در استفاده از تیمار ۲۰٪ بزرک در تولید نان، تیره شد و کیفیت آن پایین‌تر از بقیه‌ی نمونه‌ها بود به طوری که با بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) داشت (شکل ۱)، نتیجه به دست آمده مطابق با نتیجه‌ی تحقیق منتس و همکاران (۲۰۰۹) که نشان دهنده کاهش کیفیت رنگ نمونه در استفاده از ۲۰٪ بزرک بود، می‌باشد. در مورد پوکی و تخلخل مغز نان با افزودن پودر بزرک در تولید نان، کیفیت این ویژگی نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. از نظر ارزیاب‌ها کیفیت طعم نمونه‌های حاوی بزرک نسبت به نمونه کنترل بهتر بود (شکل ۱). در استفاده از درصد‌های مختلف بزرک تا مقادیر ۱۵٪ عطر و بوی تندشدگی کمتر بوده و با نمونه‌ی شاهد تفاوت معنی‌دار ( $P > 0.05$ ) نداشتند، ارزیاب‌ها کمترین امتیاز را به نمونه‌ی غنی‌شده با ۲۰٪ بزرک دادند که با سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) داشت، این نتیجه مشابه نتیجه تحقیق منتس و همکاران (۲۰۰۹) می‌باشد. بر

اساس بررسی‌های انجام یافته تا استفاده از مقادیر ۱۵٪ بزرک کیفیت نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد از نظر نمره نهایی افزایش یافت و این در حالی بود که بین نمونه‌ی ۲۰٪ بزرک و نمونه‌ی شاهد از نظر نمره‌ی نهایی تفاوت معنی‌داری ( $P > 0.05$ ) حاصل نشد. طبق بررسی‌های انجام یافته از کیفیت نمونه‌ها از نظر تمام ویژگی‌های مورد بررسی طی روزهای نگهداری به طور معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) کاسته شد.



امتیاز ارزیابی حسی نان (بدون واحد) بین ۱ تا ۵



جدول ۴- تأثیر استفاده از درصدهای مختلف پودر بزرک بر ویژگی های شیمیایی تیمارهای مختلف آرد و نان

روغن (%)	C۱۶:۰ (اسید پالمیتیک)	C۱۸:۰ (اسید استئاریک)	C۱۸:۱ (اسید اولئیک)	C۱۸:۲ (اسید لینوئیک)	C۱۸:۳ (اسید لینولنیک)	شاهد
۰/۹ ± ۰/۰۵ <sup>e</sup>	۲۲/۳۷ ± ۱/۰۹ <sup>a</sup>	۴/۹ ± ۰/۰۲ <sup>b</sup>	۲۲/۴۳ ± ۰/۶۰ <sup>a</sup>	۴۰/۶۵ ± ۰/۷۳ <sup>a</sup>	۰/۱۲ ± ۰/۳۶ <sup>e</sup>	
۱/۷۹ ± ۰/۰۷ <sup>d</sup>	۱۳/۹۵ ± ۰/۶ <sup>b</sup>	۰/۰۷ ± ۰/۱۲ <sup>b</sup>	۲۱/۲۰ ± ۰/۲۴ <sup>c</sup>	۲۱/۲۲ ± ۰/۱۵ <sup>b</sup>	۳۶/۵۸ ± ۰/۴۵ <sup>d</sup>	F <sub>1</sub>
۳/۰۲ ± ۰/۱۳ <sup>c</sup>	۱۰/۸۳ ± ۰/۶۶ <sup>c</sup>	۶/۰۳ ± ۰/۲۱ <sup>a</sup>	۲۳/۴۶ ± ۰/۱۳ <sup>a</sup>	۱۷/۴۵ ± ۰/۲۳ <sup>c</sup>	۴۱/۵۵ ± ۰/۵۲ <sup>c</sup>	F <sub>2</sub>
۴/۲۷ ± ۰/۱۲ <sup>b</sup>	۱۱/۶۷ ± ۰/۵۳ <sup>c</sup>	۰/۸۳ ± ۰/۱۱ <sup>a</sup>	۲۲/۴۵ ± ۰/۱۶ <sup>b</sup>	۱۵/۸۳ ± ۰/۱۴ <sup>d</sup>	۴۳/۳۸ ± ۰/۳۱ <sup>b</sup>	F <sub>3</sub>
۵/۷۱ ± ۰/۱۳ <sup>a</sup>	۸/۸۵ ± ۰/۴۸ <sup>d</sup>	۰/۸ ± ۰/۰۵ <sup>a</sup>	۲۲/۱۷ ± ۰/۱۶ <sup>b</sup>	۱۶/۷۷ ± ۰/۱۶ <sup>e</sup>	۴۵/۴۸ ± ۰/۴۰ <sup>a</sup>	F <sub>4</sub>

ادامه‌ی جدول ۴ - تأثیر استفاده از درصد‌های مختلف پودر بزرک بر ویژگی‌های شیمیایی تیمارهای مختلف آرد و نان

اسیدیته (mg KOH / ۱۰۰ gr)	پراکسید (meq O <sub>2</sub> /Kg oil)	α-توکوفرول (mg/۱۰۰ g)	β+γ-توکوفرول (mg/۱۰۰ g)	شاهد
۲/۳۶ ± ۰/۲۹ <sup>b</sup>	۱/۸۱ ± ۰/۱۸ <sup>a</sup>	۰/۰۵ ± ۰/۰۰ <sup>d</sup>	۰/۳۸ ± ۰/۰۳ <sup>e</sup>	
۲/۸۰ ± ۰/۰۸ <sup>a</sup>	۱/۸۸ ± ۰/۲۸ <sup>a</sup>	۰/۰۶ ± ۰/۰۰ <sup>d</sup>	۰/۶۲ ± ۰/۰۴ <sup>d</sup>	F <sub>1</sub>
۲/۹۳ ± ۰/۱۲ <sup>a</sup>	۲/۱۰ ± ۰/۲۶ <sup>a</sup>	۰/۰۹ ± ۰/۰۰ <sup>c</sup>	۰/۸۴ ± ۰/۰۶ <sup>c</sup>	F <sub>2</sub>
۳/۰۲ ± ۰/۱۶ <sup>a</sup>	۱/۹۲ ± ۰/۱۶ <sup>a</sup>	۰/۱۴ ± ۰/۰۳ <sup>b</sup>	۱/۰۰ ± ۰/۱۱ <sup>b</sup>	F <sub>3</sub>
۲/۸۸ ± ۰/۲ <sup>a</sup>	۲/۱۴ ± ۰/۰۸ <sup>a</sup>	۰/۲۵ ± ۰/۰۵ <sup>a</sup>	۲/۵۸ ± ۰/۰۷ <sup>a</sup>	F <sub>4</sub>

جدول ۵ - تأثیر فرآیند پخت بر ویژگی‌های شیمیایی تیمارهای مختلف آرد و نان‌های غنی شده با پودر بزرک

آرد	نان	شاهد	
اسیدیته (mgr KOH / ۱۰۰ gr)	۲/۳۴ ± ۰/۱۴ <sup>b</sup>	۳/۲۵ ± ۰/۴۷ <sup>a</sup>	
عدد پراکسید (meq O <sub>2</sub> /Kg oil)	۱/۶۵ ± ۰/۳۸ <sup>b</sup>	۲/۲۹ ± ۰/۲۷ <sup>a</sup>	
درصد روغن	۳/۴۰ ± ۰/۷۲ <sup>a</sup>	۲/۸۷ ± ۰/۸۳ <sup>b</sup>	
درصد اسید پالمیتیک (C۱۶:۰)	۱۳/۶۰ ± ۳/۷۶ <sup>a</sup>	۱۳/۸۶ ± ۳/۹۸ <sup>a</sup>	
درصد اسید استئاریک (C۱۸:۰)	۴/۶۶ ± ۱/۷۲ <sup>b</sup>	۶/۳۹ ± ۱/۰۲ <sup>a</sup>	
درصد اسید اولئیک (C۱۸:۱)	۲۰/۵۹ ± ۲/۰۳ <sup>b</sup>	۲۴/۴۹ ± ۲/۸۰ <sup>a</sup>	
درصد اسید لینوئیک (C۱۸:۲)	۲۵ ± ۷۰ ± ۳/۵۲ <sup>a</sup>	۱۹/۰۶ ± ۵/۸۲ <sup>b</sup>	
درصد اسید لینولنیک (C۱۸:۳)	۳۴/۳۶ ± ۶/۱۰ <sup>a</sup>	۳۴/۴۸ ± ۵/۹۲ <sup>a</sup>	
آلفا توکوفرول (mg/۱۰۰ g)	۰/۱۴ ± ۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۰۹ ± ۰/۰۱ <sup>b</sup>	
گاما + بتا توکوفرول (mg/۱۰۰ g)	۱/۳۷ ± ۰/۴۳ <sup>a</sup>	۰/۹۶ ± ۰/۱ <sup>b</sup>	

### نتیجه گیری

در این مطالعه تأثیر افزودن پودر دانه‌های بزرک در درصد‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ بر ویژگی‌های شیمیایی و حسی نان روغنی نیمه حجیم بررسی شد. با توجه به نتایج به دست آمده، با افزایش درصد پودر بزرک، درصد روغن نمونه‌ها و اسید لینولنیک افزایش یافت. اسیدیته تیمارهای مختلف بزرک با یکدیگر تفاوت معنی-

داری ( $P > ۰/۰۵$ ) نداشته و اسیدیته نمونه‌ی شاهد کمتر از بقیه بود. عدد پراکسید نمونه‌های مختلف نیز با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ( $P > ۰/۰۵$ ) نداشتند، طی فرآیند پخت مقدار اسیدیته و عدد پراکسید نمونه‌های نان نسبت به نمونه‌های آرد افزایش یافت. مقدار توکوفرول‌ها با افزایش پودر بزرک از صفر تا ۲۰٪ افزایش یافته و ضمن فرآیند پخت از مقادیر آن‌ها کاسته شد، در حالی-

که در مورد اسید لینولنیک در بین تیمارهای آرد و نان تفاوت معنی‌داری ( $P > 0.05$ ) دیده نشد و در برابر حرارت مقدار آن تقریباً ثابت بود. در مورد ویژگی‌های حسی، غنی‌سازی نان تا مقادیر ۱۵٪ بزرک باعث افزایش کیفیت نهایی نمونه‌های نان شد.

#### منابع مورد استفاده

- قمری م، و پیغمبردوست سه. ۱۳۸۸. بررسی رابطه بین مقدار و خصوصیات رئولوژیکی گلو تینماکروپلیمر (GMP) با خواص نانوائی گندم. مجله علوم و صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس، دوره ۶، شماره ۳، ۲۱-۳۳.
- AACC. 1999. Approved method of the American Association of Cereal Chemists. American Association of Cereal Chemists Inc. St. Paul, Minnesota.
- AOAC. 1993. Official Method Ch 4-9/ Sampling and analysis of commercial fats and oils.
- Al-Rashdan, A., Helaleh, M.I.H., Nisar, A., Ibtisam, A., Al-Ballam, Z. 2010. Determination of the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in toasted bread using gas chromatography mass spectrometry. International Journal of Analytical Chemistry 2:1-25.
- Ayub, M., Wahab, S., Durrani, Y. 2003. Effect of water activity ( $a_w$ ), moisture content and total microbial count on the overall quality of bread. International Journal of Agriculture & Biology 5: 274-278.
- Azadmard-Damirchi, S., Dutta, P.C. 2008. Stability of minor lipid components with emphasis on phytosterols during chemical interesterification of a blend of refined olive oil and palm stearin: Journal of the American Oil Chemists' Society 85:13-21.
- Chen, Z.Y., Ratnayake, W.M.N., Cunnane, S.C. 1994. Oxidative stability of flaxseed lipids during baking. Journal of the American Oil Chemists' Society 7: 629-632.
- Coskuner, Y., Karababa, E. 2007. Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). Journal of Food Engineering 78:1067-1073.
- Cui, W., Mazza, G., Biliaderis, C.G. 1994. Chemical structure, molecular size distributions, and rheological properties of flaxseed gum. Journal of Agricultural and Food Chemistry 42:1891-1895.
- Fathi-achachlouei, B., Azadmarddamirchi, S. 2009. Milk thistle seed oil constituents from different varieties in Iran. Journal of the American Oil Chemists' Society 86:643-649.
- Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C., Galotto, M.J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and anti staling agents. Food Hydrocolloids 18:241-247.
- Hall Iii, C.A., Manthey, F.A., Lee, R.E., Niehaus, M. 2005. Stability of linolenic acid and secoisolariciresinoldigluco side in flaxseed-fortified macaroni. Journal of Food Science 70:483-489.
- Hosseini, F.S., Muir, A.D., Westcott, N.D., Krol, E.S. 2006. Antioxidant capacity of flaxseed lignans in two model systems. Journal of the American Oil Chemists' Society 83:835-840.
- Howe, P. 2001. Cholesterol lowering benefits of soy and linseed enriched foods. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition 10:204-211.
- Hyvarinen, H.K., Pihlava, J.M., Hiidenhovi, J.A., Hietaniemi, V., Korhonen, H.J.T., Ryhanen, E.L. 2006. Effect of processing and storage on the stability of flaxseed lignan added to bakery products. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54:48-53.
- Johnsson, P., Kamal-Eldin, A., Lundgren, L.N., Aman, P. 2000. HPLC method for analysis of secoisolariciresinoldigluco side in flaxseeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48:5216-5219.
- Kochhar, S.P. Sesame, rice-bran and flaxseed oil. 2002. In: Vegetable oils in food technology composition, properties and uses. FD Gunstone Ed. CRC Press, USA. pp. 318-321.
- Mentes, O., Bakkalbai, E., Ercan, R. 2009. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. Food Science and Technology International 14:299-306.
- Nor Aini, I., CheMaimon, C.H. 1996. Characteristics of white pan bread as affected by tempering of the fat ingredient. Cereal Chemistry 73:462-465.

- Oomah, B.D., Kenaschuk, E.O., Mazza, G. 1997. Tocopherols in flaxseed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45:2076-2080.
- Oomah, B.D., Mazza, G. 1993. Flaxseed proteins, A review. *Food Chemistry* 48:109-114.
- Pohjanheimo, T.A., Hakala, M.A., Tahvonen, R.L., Salminen, S.J., Kallio, H.P. 2006. Flaxseed in breadmaking: Effects on sensory quality, aging, and composition of bakery products. *Journal of Food Science* 71:S343-S8.
- Rendon-Villalobos, J.R., Bello-Perez, L.A., Agama-Acevedo, E., Islas-Hernandez, J.J., Osorio-Daz, P., Tovar, J. 2009. Composition and characteristics of oil extracted from flaxseed-added corn tortilla. *Food Chemistry* 117:83-87.
- Savage, G.P., McNeil, D.L. 1988. Chemical composition of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in New Zealand: *International Journal of Food Science and Technology* 49: 199-203.
- Wang, J., Rosell, C.M. Benedito de Barber C. 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry* 79:221-226.