

بررسی اثر افزودن آرد دانه چپای برشته شده بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی نان بربری طی انبارمانی

مه رخ حاتمیان^۱، محمد نوشاد^{۲*}، سامان آبدانان مهدی زاده^۳، حسن برزگر^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

۳- استادیار، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

۴- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۱۱)

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی اثر افزودن آرد دانه چپای برشته شده ($7/5 - 0$ درصد) بر محتوی رطوبتی، مقدار چربی، میزان فیبر کل، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی، میزان فنل کل، رنگ، بافت و ویژگی های ارگانولپتیکی نان بربری طی ۶ روز ماندگاری به منظور تهیه نان فراسودمند بود. نتایج نشان داد، افزودن آرد دانه چپای برشته شده سبب افزایش میزان محتوی رطوبتی، میزان روغن، میزان فیبر کل، میزان فنل کل و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه ها شد. به طوری که میزان فعالیت آنتی اکسیدانی از $(0/9 \pm 17/5)$ درصد برای نمونه شاهد به $(0/2 \pm 66/2)$ درصد برای نمونه حاوی ۷/۵ درصد آرد دانه چپای برشته شده افزایش یافت. در حالی که با افزایش مقدار آرد دانه چپای برشته شده، شاخص روشنایی، سفتی نمونه ها کاهش یافت. نمونه حاوی ۲/۵ درصد آرد دانه چپای برشته شده از نظر ویژگی های ارگانولپتیکی تفاوت معنی داری ($P < 0/05$) با نمونه شاهد نداشت. در صورتی که افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با آرد دانه چپای برشته شده (۲/۵ تا ۷/۵ درصد)، باعث کاهش مقبولیت و ویژگی های ارگانولپتیکی نان شد. بر اساس نتایج آنالیز حرارتی همزمان (STA) میزان آنتالپی برای نمونه شاهد حدود ۴۱۱۹/۹۴ (گرم/ژول) و برای نمونه حاوی ۵ درصد آرد دانه چپای برشته شده حدود ۴۳۶۹/۱ (گرم/ژول) بود. نتایج SEM نشان داد، افزودن آرد دانه چپای برشته شده سبب ایجاد ساختمان یکنواخت تر با حفرات کوچک تر در نمونه ها شد.

کلید واژگان: دانه چپا، نان مسطح، بافت، آنتی اکسیدانی، ارگانولپتیکی

* مسئول مکاتبات: Noshad@asnrkh.ac.ir

۱- مقدمه

نان یکی از مهم ترین فرآورده های غلات است که به عنوان ارزان ترین منبع تأمین انرژی برای انسان، مورد مصرف قرار می گیرد. با توجه به جایگاه ویژه نان در سبد مصرف خانوار، پژوهشگران بر این باور هستند، نان می تواند بستر بسیار مناسبی برای ارتقاء سلامت مصرف کنندگان باشد. با توجه به نقشی که فیبرهای رژیمی در سلامت انسان دارند، استفاده از منابع مختلف فیبر مانند بذر کتان [۱]، افزودن کنجاله کنجد [۲]، آرد دانه شبلیله [۳] و آرد کامل کینوا [۴] جهت غنی سازی و بهبود ویژگی های نان مورد بررسی قرار گرفته است.

دانه چپا (*Salvia hispanica* L.) یک گیاه یکساله و متعلق به خانواده نعنائیان است [۵]. دانه چپا نسبت به گندم، ذرت، برنج، یولاف و جو دارای پروتئین بیشتری می باشد. گلوپولین و آلومین مهم ترین پروتئین های موجود در دانه چپا هستند. این پروتئین ها به راحتی قابل هضم می باشند و ظرفیت نگهداری آب و روغن بالایی دارند. پروتئین دانه چپا حاوی تمام اسیدهای آمینه ضروری است و اسید گلوتامیک، اسید آرژنین و اسید آسپارتیک بالایی دارد. اسیدهای چرب اصلی چپا شامل لینولنیک اسید، لینولئیک اسید، اولئیک، استئاریک و پالمیتیک اسید می باشد. باتوجه به این که دانه های چپا دارای مقدار زیادی امگا ۳ هستند این دانه از نظر سلامتی و تغذیه مورد توجه می باشد [۵، ۶، ۷، ۸]. بنابراین دانه چپا دارای خواص بیولوژیکی متعددی مانند کاهش میزان کلسترول سرم خون، افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد التهابی دارد.

به منظور بهبود بافت، خواص ارگانولپتیکی، خواص عملکردی و افزایش زمان نگهداری دانه از روش های مختلف مانند مایکروویو، اتوکلاو و برشته کردن استفاده می شود [۹] که در این میان برشته کردن فرآیندی ساده و قابل دسترس می باشد. برشته کردن به طور کلی در دمای ۱۵۰-۴۰۰ درجه سانتی گراد انجام می شود و یک فرآیند با دمای بالا و زمان کوتاه همراه با واکنش های شیمیایی مختلف است. برشته کردن برای ایجاد رنگ، عطر و طعم مطبوع در دانه و افزایش پایداری اکسیداتیو آن اهمیت بسزایی دارد. هم چنین برشته کردن می تواند سبب غیر فعال شدن آنزیم ها و میکروارگانیسم های مضر و از بین رفتن توکسین ها و آلاینده های موجود در دانه شود [۹، ۱۰، ۱۱]. تاکنون پژوهش های زیادی در خصوص استفاده از برشته کردن انواع مغزجات، دانه های غلات و حبوبات جهت بهبود

طعم، بو و خواص فیزیکی شیمیایی آن ها انجام گرفته است [۹، ۱۰، ۱۲-۱۴].

با توجه به بررسی های انجام شده تاکنون پژوهشی در خصوص تأثیر افزودن آرد دانه چپای برشته شده بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی نان بربری انجام نشده است. بنابراین در این پژوهش تأثیر افزودن آرد دانه چپای برشته شده بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی نان بربری در طی انبارمانی بررسی شد.

۲- مواد و روش ها

دانه های چپا (تهیه شده از بازار محلی) پس از تمیز کردن و جداسازی ناخالصی ها تحت تیمار برشته کردن با استفاده از آون (Heraeus مدل UT 5042, Germany) در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۵ دقیقه، قرار گرفتند و سپس آسیاب گردیدند و از الک با مش ۳۵ عبور داده شدند. آرد گندم با درجه استخراج ۸۲ درصد (ویژگی های شیمیایی: محتوی رطوبتی ۱۳/۵ درصد، پروتئین ۱۰/۲۴ درصد، چربی ۱/۳۱ درصد، خاکستر ۰/۸۸ درصد) (کارخانه آرد اهواز، خوزستان)، خمیرمایه از کارخانه خمیر مایه رضوی (مشهد، ایران)، نمک از شرکت طلوع (تهران، ایران)، شکر از کارخانه داماش (تهران، ایران) روغن مایع آفتابگردان از شرکت اویلا (البرز، ایران) تهیه شد.

۲-۱- آماده سازی نان

درصد آرد گندم (۱۰۰-۹۲/۵٪)، درصد آرد دانه چپای برشته شده (۷/۵-۰٪، نمونه شاهد، C-2.5٪، C-5٪، C-75٪)، مخمر خشک (۰.۲٪)، نمک (۱٪)، شکر (۱٪)، بهبود دهنده مخصوص نان (۰/۱٪) در مخزن همزن (مدل اسپیرال، تایلند) با یکدیگر مخلوط شدند و آب مورد نیاز به آنها افزوده گردید و خمیر با ۱۵۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد و ۱ درصد روغن در دقیقه ششم به فرمولاسیون اضافه گردید. پس از تهیه خمیر، تخمیر اولیه به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی-گراد) صورت گرفت، سپس خمیر به قطعات ۲۵۰ گرمی تقسیم گردید و پس از عمل چانه گیری به مدت ۸-۱۰ دقیقه در دمای محیط به منظور سپری شدن زمان تخمیر میانی قرار گرفت. بعد از طی شدن این مرحله و فرم دادن خمیر، تخمیر نهایی به مدت ۴۵ دقیقه در گرمخانه با دمای ۴۵

۲-۶- فعالیت آنتی اکسیدان

فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌ها با استفاده از روش مهار رادیکال DPPH تعیین شد. ۱ گرم نان با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی شده مخلوط شد. سپس به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در حمام آب قرار گرفت. مخلوط حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در (g) ۳۰۰۰ سانتریفوژ شد. ۱ میلی‌لیتر عصاره به ۳ میلی‌لیتر DPPH اضافه شد و به مدت یک ساعت در جای تاریک قرار گرفت. مخلوط، تکان داده شد و کاهش جذب در برابر نمونه شاهد (محلول DPPH متانول اسیده شده بدون نمونه) با استفاده از اسپکتروفتومتر در ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. [۹].

۲-۷- میکروسکوپ الکترونی روبشی

برای بررسی ریز ساختمان بافت نمونه‌های نان تولید شده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM, SERON, AIS2300C) استفاده شد. برای این منظور پس از غوطه‌ور کردن نمونه‌ها در نیتروژن مایع، نمونه‌ها به ابعاد ۶×۶ میلی‌متر و به ضخامت ۳ میلی‌متر برش داده شدند. نمونه‌ها توسط چسب مخصوص روی پین‌های آلومینیومی چسبانده شدند و به وسیله یک لایه نازک رسانا (طلا) پوشانده شدند [۱۷].

۲-۸- حرارت سنجی

از دستگاه آنالیز حرارتی همزمان (STA, PT 1600, LINSEIS)، برای انجام تجزیه و تحلیل حرارت سنجی نمونه‌ها استفاده شد. تقریباً ۱۵ میلی‌گرم از نمونه را در داخل بوت‌های از جنس آلومینا برای تجزیه و تحلیل در محدوده دمایی ۵۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت حرارت دهی ۱۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه تحت گاز آرگون قرار داده شدند.

۲-۹- ارزیابی حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی نان (رنگ، عطر و طعم، بو، احساس دهانی و پذیرش کلی) در مدت ۶ روز نگهداری با استفاده از آزمون هدونیک ۷ نقطه‌ای توسط ۱۵ ارزیاب آموزش دیده، انجام شد.

۲-۱۰- آنالیز آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت پذیرفت و از آنالیز واریانس یک‌طرفه برای تجزیه و تحلیل داده استفاده شد. از آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال

درجه سانتیگراد در بخار اشباع انجام شد. سپس عمل پخت در فر گردان با هوای داغ (ZuccihelliForni، ایتالیا) با دمای ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۱۳ دقیقه انجام شد. پس از سرد شدن، هر یک از نمونه‌ها در کیسه‌های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند [۴].

۲-۲- آزمون‌های شیمیایی

محتوی رطوبت نمونه‌های نان بر اساس استاندارد AACC شماره ۱۶-۴۴، محتوی چربی براساس استاندارد AACC ۲۵-۳۰، مقدار خاکستر براساس استاندارد AACC شماره ۰۱-۰۸ و میزان فیبر طبق استاندارد AACC به شماره ۱۰-۳۲ اندازه‌گیری شد. [۳].

۲-۳- رنگ سنجی

رنگ نمونه‌ها (شاخص روشنایی، L^* value)، با استفاده از دستگاه رنگ سنج کونیکا مینولتا (مدل CR-400، ژاپن) اندازه‌گیری شد [۹].

۲-۴- بافت

به منظور ارزیابی بافت نان‌های تولید شده از دستگاه بافت‌سنج (TA.XT. PLUS, Stable Micro System Ltd., UK) استفاده شد. برای این منظور از پروب استوانه‌ای (۳۶ میلی‌متر) با سرعت ۳ میلی‌متر در ثانیه تا ۳۰ درصد فشردگی نان استفاده شد. این آزمون در فواصل زمانی ۱ تا ۶ روز پس از نگهداری نان در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) انجام شد و پارامتر اندازه‌گیری شده در این آزمون، سفتی نان بود [۱۵].

۲-۵- محتوای فنل کل

مقدار فنل‌های کل در نمونه‌های نان با استفاده از روش اسپکتروفتومتری تعیین شد. ۰/۲ گرم نان با ۴ میلی‌لیتر متانول اسیدی شده (متانول/آب/HCL، با نسبت ۱۹:۸۰:۱، میلی‌لیتر: میلی‌لیتر: میلی‌لیتر) مخلوط و به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق قرار گرفت. ۰/۲ میلی‌لیتر عصاره به ۲/۵ میلی‌لیتر فولین اضافه شد و سپس با ۲ میلی‌لیتر سدیم کربنات (۷/۵ درصد) مخلوط شد. لوله با پارافیلیم پوشانده شد و به مدت ۳۰ دقیقه در جای تاریک قرار گرفت و جذب مخلوط در ۷۶۰ نانومتر خوانده شد. غلظت کل فنولیک در نمونه‌ها بر اساس منحنی کالیبراسیون اسید گالیک محاسبه و بر حسب mg/g اسید گالیک بیان شد [۹، ۱۶].

۵ درصد با استفاده از نرم افزار SPSS (V.16) استفاده شد. هم چنین تمام آزمایش ها در سه بار تکرار انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت پوسته و مغز نان

بررسی میزان محتوی رطوبتی فرآورده های غذایی به دلیل تأثیری که بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و میکروبیولوژیکی محصولات غذایی دارد، بسیار حائز اهمیت است. بر اساس نتایج جدول (۱)، افزایش میزان آرد دانه چپای برشته شده سبب افزایش معناداری ($P < 0.05$) در میزان محتوی رطوبتی در نمونه ها در مقایسه با نمونه شاهد شد که احتمالاً به دلیل وجود هیدروکلوئیدهای موجود در دانه برشته شده چپا است که باعث افزایش قابلیت نگهداری آب در نان می شود [۱۸]. هم چنین نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد جدول (۱)، افزایش مدت زمان ماندگاری سبب افزایش میزان محتوی

رطوبتی پوسته نان شد در حالی که میزان محتوی رطوبتی مغز نان در طی انبارمائی کاهش یافت که این امر به دلیل مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته نان در طی مدت زمان انبارمائی است [۱۹].

۳-۲- مقدار روغن

بر اساس نتایج به دست آمده جدول (۱)، افزودن آرد دانه چپای برشته شده سبب افزایش معنی داری در مقدار محتوی روغن نمونه ها شد به طوری که میزان روغن از $0.1 \pm$ ۲۱/۹۶ درصد در نمونه شاهد به $0.6 \pm$ ۲۵/۳۵ درصد در نمونه حاوی ۷/۵ درصد آرد دانه چپای برشته شده افزایش یافت. با توجه به این که دانه چپا یک منبع روغن فراسودمند است، این روند قابل توجیه می باشد. هم چنین بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ۱)، افزایش مدت زمان ماندگاری سبب کاهش میزان محتوی روغن در نمونه ها شد که این امر احتمالاً به دلیل اکسیداسیون و تجزیه روغن است [۲۰].

Table 1 Effect of Addition of Roasted Chia Seed Flour on the Moisture Content, Oil Content of Bread Produced during Storage Time

Bread crust moisture (%)					Bread crumb moisture (%)			
Day	Control	c-2.5%	c-5%	c-7.5%	Control	c-2.5%	c-5%	c-7.5%
0	22.12±1.18 ^{Cb}	23.31±0.02 ^{Bc}	25.69±1.8 ^{Aa}	34.31±0.7 ^{Ba}	34.31±0.7 ^{Ba}	34.82±1.03 ^{Ba}	35.43±0.8 ^{Aa}	37.66±1.4 ^{Aa}
3	26.7±1.3 ^{Aa}	24.05±0.02 ^{Bb}	25.7±2.06 ^{Aa}	22.95±0.3 ^{Bb}	22.95±0.3 ^{Bb}	26.88±2.7 ^{Ab}	22.95±0.3 ^{Bb}	27.53±0.4 ^{Ab}
6	27.75±0.4 ^{Aa}	24.89±0.02 ^{Ba}	26.91±1.4 ^{Aa}	22.42±0.3 ^{Cb}	22.42±0.3 ^{Cb}	24.16±0.2 ^{Bb}	26.03±1.1 ^{Aba}	27.1±0.3 ^{Ab}
Oil content (%)								
Day	Control	c-2.5%	c-5%	c-7.5%				
0	21.96±0.01 ^{Ba}	24.33±0.6 ^{Aa}	23.23±0.6 ^{Aa}	25.53±0.6 ^{Aa}				
3	20.77±0.6 ^{Ca}	23.8±0.1 ^{Aa}	22.3±0.2 ^{Bb}	22.2±0.5 ^{Ba}				
6	18.66±0.3 ^{Cb}	21.14±0.4 ^{Ab}	20.1±0.8 ^{ABc}	18.8±0.4 ^{BCb}				

* The uppercase letters represent a meaningful difference between the different treatments at the 5%; the lowercase letters represent a significant difference between the different days at the 5% level

۳-۳- خاکستر

نتایج حاصل از تجزیه تحلیل داده ها نشان داد که مدت زمان نگهداری تأثیر معنی داری بر میزان خاکستر موجود در نمونه ها نداشت ($P < 0.05$). هم چنین بر اساس نتایج به دست آمده جدول (۲)، افزودن آرد دانه چپا اصلاح شده باعث افزایش میزان خاکستر نمونه ها شد که این امر به دلیل وجود ترکیبات معدنی و آلی موجود در دانه چپا است.

۳-۴- رنگ پوسته و مغز نان

رنگ اولین ویژگی کیفی و مهمی است که بر قابلیت پذیرش مصرف کنندگان تأثیر دارد. [۲۱] نتایج تجزیه و تحلیل رنگ

پوسته و مغز نان نشان داد (جدول ۲)، با افزایش میزان جایگزینی آرد دانه چپای برشته شده در فرمولاسیون نان، شاخص روشنایی (L^* value) کاهش یافت به طوری که بیشترین میزان این شاخص برای نمونه شاهد و کمترین میزان آن برای نمونه حاوی ۷/۵ درصد آرد دانه چپای برشته شده بود که این کاهش رنگ احتمالاً به دلیل واکنش قهوه ای شدن غیر آنزیمی است که در پوسته نان اتفاق می افتد [۲۲]. هم چنین افزودن آرد برشته شده دانه چپا باعث کاهش شاخص روشنایی (L^* value) مغز نان شد که احتمالاً به دلیل رنگدانه های موجود در آرد برشته شده دانه چپا است [۲۲].

۳-۵- سفتی

دلیل ماهیت روغنی دانه چیا و نقشی که روغن‌ها در نرمی بافت نان دارند، افزودن آرد برشته شده دانه چیا باعث کاهش میزان سفتی بافت نان می‌شود. هم‌چنین با افزایش عمر انبارمانی نمونه‌ها، میزان سفتی نمونه‌ها نیز افزایش یافت که این امر احتمالاً به دلیل مهاجرت و انتقال رطوبت از مغز به پوسته نان می‌باشد که سبب افزایش میزان سفتی نان می‌شود [۲۳].

نتایج آنالیز واریانس نشان داد (جدول ۲)، افزودن آرد دانه چیا برشته شده سبب کاهش معنی‌داری ($P < 0.05$) در میزان سفتی نان شد. هیدورکلوتیدهای موجود در دانه چیا، با ایجاد شبکه و حفظ آب یا به دلیل برهمکنش‌های بین ترکیبات هیدروفیل موجود در آرد برشته شده دانه چیا با پروتئین گلوتمن، می‌توانند باعث کاهش سفتی نان شوند [۴]. هم‌چنین به

Table 2 Effect of Addition of Roasted Chia Flour on Ash Content, L* Value and Hardness of Bread Produced during Storage Time

Ash (%)					Hardness (N)			
Day	Control	c-2.5%	c-5%	c-7.5%	Control	c-2.5%	c-5%	c-7.5%
0	1.55±0.1 ^{Ba}	1.76±0.1 ^{Aa}	1.8±0.05 ^{Aa}	1.99±0.05 ^{Ab}	0.32±0.1 ^{BCb}	0.81±0.08 ^{Ac}	0.38±0.5 ^{Bb}	0.15±0.01 ^{Cb}
3	1.52±0.07 ^{Aa}	1.55±0.8 ^{Ab}	1.75±0.4 ^{Aa}	1.59±0.03 ^{Ab}	3.66±0.2 ^{Ba}	3.6±0.5 ^{Bb}	4.43±1.14 ^{Ba}	8.18±0.03 ^{Aa}
6	0.87±0.1 ^{Bb}	1.33±0.01 ^{Ab}	1.6±0.17 ^{Aa}	1.28±0.1 ^{Aa}	3.27±0.3 ^{Ba}	9.4±0.9 ^{Aa}	7.33±1.6 ^{Aa}	8.44±0.2 ^{Aa}
L* Crust value					L* Crumb value			
Day	Control	c-2.5%	c-5%	c-7.5%	Control	c-2.5%	c-5%	c-7.5%
0	45.34±0.3 ^{Aa}	43.67±2.2 ^{Aa}	42.51±1.7 ^{Aa}	37.7±0.6 ^{Bab}	70.7±0.3 ^{Ab}	63.1±0.7 ^{Bb}	57.4±0.8 ^{Ca}	46.8±0.1 ^{Db}
3	40.17±1.1 ^{Aa}	37.69±0.1 ^{ABb}	39.1±0.02 ^{ABb}	38.34±0.3 ^{Ba}	74.9±1.9 ^{Ba}	64.9±2.7 ^{Ba}	57.6±0.1 ^{Ca}	52.4±0.9 ^{Ca}
6	41.64±0.05 ^{Aa}	38.16±0.8 ^{Bb}	37.51±0.6 ^{BCb}	36.23±2.2 ^{Cb}	73.8±1.8 ^{Ab}	62.6±0.3 ^{Ba}	55.7±0.5 ^{Ca}	51.5±0.6 ^{Ca}

* The uppercase letters represent a meaningful difference between the different treatments at the 5%; the lowercase letters represent a significant difference between the different days at the 5% level

برشته شده در فرمولاسیون نان، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها نیز افزایش یافت به طوری که میزان فعالیت آنتی-اکسیدانی از (0.9 ± 17.5 درصد) برای نمونه شاهد به (0.2 ± 66.7 درصد) برای نمونه حاوی ۷/۵ درصد آرد دانه چیا برشته شده افزایش یافت. با توجه به وجود ترکیبات فنلی مانند اسید کلروژنیک، کافئیک اسید، کوئرستین، میرستین و کامپفرول در دانه چیا این روند قابل انتظار می‌باشد [۲۲]. هم‌چنین براساس نتایج به دست آمده جدول (۳)، مدت زمان ماندگاری بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها تاثیر معنی‌داری داشت ($P < 0.05$) به طوری که در طول مدت زمان نگهداری، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها کاهش یافت که علت این کاهش می‌تواند از بین رفتن تدریجی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در نتیجه فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز موجود در آرد گندم باشد [۲۴، ۲۵].

۳-۶- میزان فنل کل

یکی از مهم‌ترین ترکیبات دارای خواص عملگرا و بیولوژیکی، ترکیبات فنلی است که بر کیفیت و سلامتی انسان بسیار تأثیر گذار است. براساس نتایج به دست آمده (جدول ۳)، افزودن آرد دانه چیا برشته شده سبب افزایش معنی‌داری ($P < 0.05$) در میزان فنل کل در نمونه‌ها شد که این امر احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات فنلی موجود در آرد دانه چیا برشته شده می‌باشد. هم‌چنین تولید ترکیبات فنلی جدید طی واکنش قهوه-ای شدن غیرآنزیمی در حین فرآیند پخت نیز می‌تواند دلیل این افزایش باشد.

۳-۷- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد با افزایش میزان آرد دانه چیا

Table 3 The Effect of Addition of Roasted Chia Seed Flour on Total Phenol Content and Antioxidant Activity of Bread Produced During Storage Time

Total Phenol Content (mg/g eq gallic acid)					Antioxidant Activity (DPPH%)			
Day	Control	c-2.5%	c-5%	c-7.5%	Control	c-2.5%	c-5%	c-7.5%
0	0.56±0.01 ^{Ba}	0.52±0.02 ^{Bb}	0.86±0.02 ^{Aa}	0.77±0.07 ^{Aa}	17.5±0.9 ^{Da}	27.5±3.3 ^{Ca}	56.5±0.5 ^{Ba}	66.2±0.2 ^{Aa}
3	0.53±0.2 ^{ABa}	0.32±0.03 ^{Bc}	0.51±0.07 ^{ABb}	0.56±0.06 ^{Ab}	7.5±2.4 ^{Cb}	20.1±3.5 ^{Bab}	23.4±1.3 ^{Bb}	44.3±1.9 ^{Ab}
6	0.6±0.01 ^{Ca}	0.46±0.04 ^{ABa}	0.64±0.01 ^{Aa}	0.69±0.04 ^{Bab}	5.3±0.2 ^{Cb}	11.4±0.3 ^{Cb}	21.7±2.7 ^{Bb}	40.3±4.3 ^{Ab}

* The uppercase letters represent a meaningful difference between the different treatments at the 5%; the lowercase letters represent a significant difference between the different days at the 5% level

آرد دانه چپای برشته شده نسبت به نمونه شاهد کمتر است که این امر احتمالا به دلیل وجود هیدروکلوئیدهای موجود در دانه برشته شده چپا است که باعث افزایش قابلیت نگهداری آب در نان می شود.

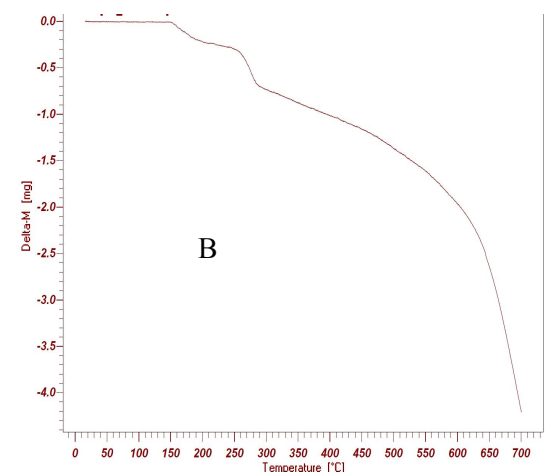
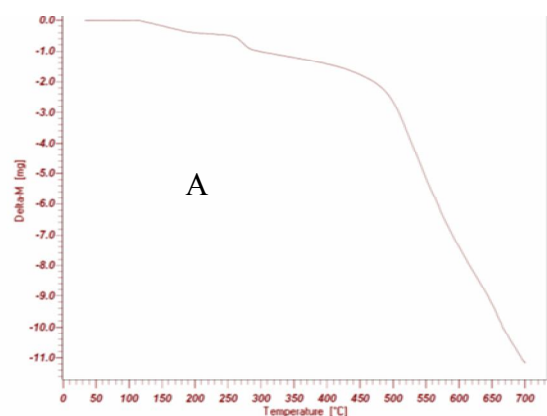


Fig 2 Simultaneous Thermal Analysis (STA) of control sample (A) and sample containing 5% Roasted chia seed flour (B)

همچنین برای بی نظم کردن مواد متبلور و تشکیل کمپلکس آمیلوز-چربی نیاز به حرارت است و با توجه به آن که در طی فرآیند پخت ساختار منظم گرانول های نشاسته، بی نظم می شوند همین امر سبب گرماگیر شدن فرآیند می شود بنابراین هر چه گرمای بیشتری برای نامنظم کردن گرانول های نشاسته صرف شود، میزان آنتالپی اندازه گیری شده در طی فرآیند پخت نیز بیشتر باشد که مقادیر بالا نشان دهنده پایداری بیشتر کریستال های نشاسته است [۲۷] میزان آنتالپی برای نمونه شاهد حدود ۴۱۱۹/۹۴ (گرم/ژول) و برای نمونه حاوی آرد دانه چپای برشته شده حدود ۴۳۶۹/۱ (گرم/ژول) بود که نشان

۳-۸- خصوصیات حسی نان

نتایج آنالیز واریانس نشان داد، نمونه حاوی ۲/۵ درصد آرد دانه چپای برشته شده از نظر ویژگی های ارگانولپتیکی تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) با نمونه شاهد نداشت. در صورتی که افزایش میزان جایگزینی آرد گندم با آرد اصلاح شده دانه چپا، باعث کاهش مقبولیت و ویژگی های ارگانولپتیکی نان (رنگ، عطر و طعم، احساس دهانی و پذیرش کلی) شد. همچنین با افزایش مدت زمان انبارمانی میزان مقبولیت خواص حسی نان نیز کاهش یافت (شکل ۱).

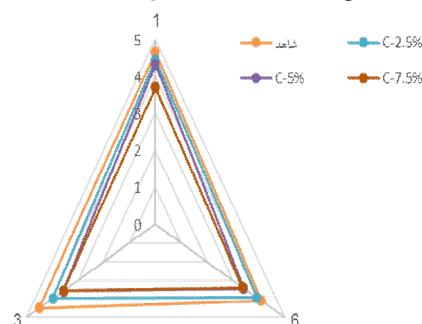


Fig 1 The effect of adding Roasted chia seed flour on overall acceptance of bread produced during storage

۳-۹- مقدار فیبر کل

امروزه ارزش تغذیه ای فیبرها، به دلیل توانایی جذب آب و بهبود عملکرد دستگاه گوارشی انسان بر کسی پوشیده نیست [۲۶]. نتایج نشان داد، افزودن آرد دانه چپای برشته شده سبب افزایش میزان فیبر موجود در نان از (0.1 ± 0.21) ، 100 گرم/گرم) به (0.2 ± 0.19) ، 100 گرم/گرم) شد که با نتایج به دست آمده توسط کاستانتینی و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت داشت [۵].

۳-۱۰- آنالیز حرارتی همزمان

تغییرات وزن نمونه ها نسبت به دمای کنترل شده متغیر در شکل (۲) نشان داده شده است. با توجه به وجود رطوبت در نمونه ها، واکنش گرماگیر بین دماهای $170 - 110$ درجه سانتی گراد نشان دهنده خروج رطوبت از نمونه هاست که همین امر سبب کاهش ۲/۱۷ و ۰/۷۳ درصدی در وزن نمونه های شاهد و حاوی آرد دانه چپای برشته شده شد. همان طور که ملاحظه می شود در این مرحله میزان کاهش وزن نمونه حاوی

۴- نتیجه گیری کلی

با توجه به جایگاه ویژه نان در سبد مصرف خانوار، پژوهشگران بر این باور هستند، نان می‌تواند بستر بسیار مناسبی برای ارتقاء سلامت مصرف‌کنندگان باشد. با توجه به نقشی که فیبرهای رژیمی در سلامت انسان دارند. از منابع مختلف فیبر مانند دانه چیا می‌توان جهت غنی‌سازی و بهبود ویژگی‌های نان استفاده کرد. نتایج این پژوهش نشان داد، افزودن آرد برشته شده دانه چیا سبب بهبود ویژگی‌های کیفی و ارزش تغذیه‌ای مخصوصاً از نظر فیبر کل در نان شد. همچنین افزودن آرد برشته شده دانه چیا سبب افزایش میزان ترکیبات فنل کل و خاصیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌ها شد. بر اساس نتایج به دست آمده، با افزودن آرد دانه چیا برشته شده می‌توان ارزش تغذیه‌ای نان را بهبود بخشید.

۵- سپاسگزاری

نویسندگان از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت مالی انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

۶- منابع

- [1] Jalini, M., ghiafeh davoodi, M. and Sheikh al-Islami, Z., 2017. The Effect of Adding Your Seed to the Nutritional and Shelf Life of Barberry bread. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 9(3): 1-11.
- [2] Tavan, Z., Hojjati, M., Nasehi, B. and Joyandeh, H., 2017. The effect of sesame meal and soybean water-soluble polysaccharide on barley bread properties. *Iranian Biosystems Engineering*, 48(2): 333-342.
- [3] Nasehi, B., Payedar, Z., Barzegar, H. and Hojjati, M., 2018. Study of the effect of adding fenugreek seed flour on properties of flour, dough and barbari bread. *Food Science and Technology*, 77(15): 123-133.
- [4] Moazeni, M., Zarringhalami, S. and Ganjloo, A., 2018. Effect of Barbari dough enrichment with quinoa whole flour on farinograph characteristics and bread quality. *Journal of Food Industry Research*, 28(4): 103-112.

دهنده ساختار منظم‌تر گرانول‌های نشاسته در نمونه حاوی آرد دانه چپای برشته شده نسبت به نمونه شاهد است. شروع دمای تجزیه نمونه تقریباً ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد است و به طور مداوم تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد ادامه داشت. مقایسه نمودار نشان می‌دهد که افزودن آرد دانه چپای برشته شده باعث افزایش پایداری حرارتی نان می‌شود و میزان تجزیه حرارتی نمونه حاوی آرد دانه چپای برشته شده نسبت به نمونه شاهد کمتر بود.

۳-۱۱- SEM

ریز ساختمان نمونه شاهد و نمونه حاوی آرد دانه چپای برشته شده در شکل (۳) نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود افزودن آرد دانه چپای برشته شده سبب ایجاد ساختمان یکنواخت‌تر با حفرات کوچک‌تر در نمونه‌ها شد. آرد دانه چپا اصلاح شده به دلیل جذب آب باعث پیوستگی شبکه گلوئی و ایجاد ساختاری یکدست و با حفرات کمتر در نمونه‌ها می‌شود. همچنین آرد دانه چپا اصلاح شده با بهبود فرآیند ژلاتینه شدن نشاسته و ایجاد گرانول‌های بهم پیوسته و مسطح نشاسته، باعث ایجاد بافتی یکنواخت در نمونه‌ها شد.

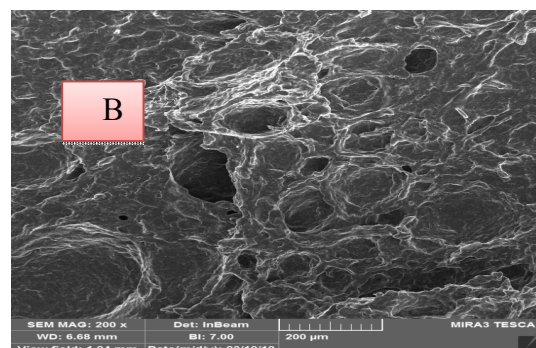
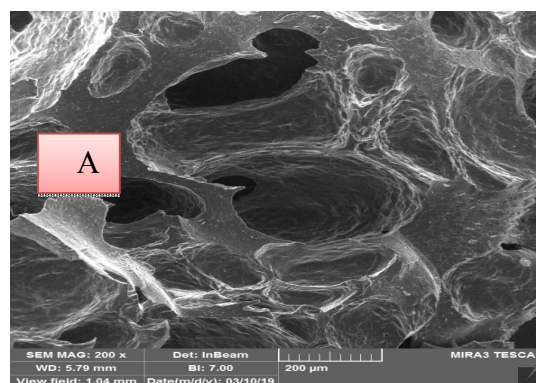


Fig 3 Micro-structure of control sample (A) and sample containing 5% Roasted chia seed flour (B)

- [14] Hojjati, M., Calín Sánchez, Á., Razavi, S.H. and Carbonell Barrachina, Á.A., 2013. Effect of roasting on colour and volatile composition of pistachios (*Pistacia vera* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, 48(2): 437-443.
- [15] Huerta, K., Soquetta, M., Alves, J., Stefanello, R., Kubota, E. and Rosa, C.S., 2018. Effect of flour chia (*Salvia hispanica* L.) as a partial substitute gum in gluten free breads. *International Food Research Journal*, 25(2).
- [16] Falcinelli, B., Calzuola, I., Gigliarelli, L., Torricelli, R., Polegri, L., Vizioli, V., Benincasa, P. and Marsili, V., 2018. Phenolic content and antioxidant activity of wholegrain breads from modern and old wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars and ancestors enriched with wheat sprout powder. *Italian Journal of Agronomy*, 297-302.
- [17] Espinosa-Ramírez, J., Garzon, R., Serna-Saldivar, S.O. and Rosell, C.M., 2018. Functional and nutritional replacement of gluten in gluten-free yeast-leavened breads by using β -conglycinin concentrate extracted from soybean flour. *Food hydrocolloids*, 84: 353-360.
- [18] Steffolani, E., Martinez, M.M., León, A.E. and Gómez, M., 2015. Effect of pre-hydration of chia (*Salvia hispanica* L.), seeds and flour on the quality of wheat flour breads. *LWT-Food Science and Technology*, 61(2): 401-406.
- [19] Akbari, N., Mohammadzadeh Milani, J., Alaadini, B., 2013. Effect of potato paste on stalling of Barbari flat bread. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology of Iran*, 2(9): 339-35.
- [20] Fateh Nikoo, K., Naghipour, F. and Faraji, A., 2018. Effect of Conditions of Storage in Irrigated and Rainfed Wheat on the Quality and Bakery Properties of the Flour during Ageing. *Food Science and Technology (Research Note)*, 15(85): 369-378.
- [21] Tahmasebi pur, M., Dehghannia, J., Seidloo-heris, S. and Ghanbarzadeh, B., 2014. Modeling color changes during ultrasonic and carboxymethyl cellulose pretreatment drying of grapes and evaluation of their sensory properties. *Journal of Modern Food Science and Technology*, 4: 61-79.
- [5] Costantini, L., Lukšič, L., Molinari, R., Kreft, I., Bonafaccia, G., Manzi, L. and Merendino, N., 2014. Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. *Food Chemistry*, 16: 232-240.
- [6] Coates, W., 2011. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Industrial Crops and Products*, 34(2): 1366-1371.
- [7] Coelho, M.S. and de las Mercedes Salas-Mellado, M., 2015. Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2): 729-736.
- [8] Menga, V., Amato, M., Phillips, T.D., Angelino, D., Morreale, F. and Fares, C., 2017. Gluten-free pasta incorporating chia (*Salvia hispanica* L.) as thickening agent: An approach to naturally improve the nutritional profile and the in vitro carbohydrate digestibility. *Food Chemistry*, 221:1954-1961.
- [9] Jogihalli, P., Singh, L. and Sharanagat, V.S., 2017. Effect of microwave roasting parameters on functional and antioxidant properties of chickpea (*Cicer arietinum*). *LWT-Food Science and Technology*, 79: 223-233.
- [10] Santos, J., Alvarez Ortí, M., Sena Moreno, E., Rabadán, A., Pardo, J.E. and Beatriz PP Oliveira, M., 2018. Effect of roasting conditions on the composition and antioxidant properties of defatted walnut flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(5): 1813-1820.
- [11] Gholami, Z. and Ansari, S., 2018. Modeling the Effect of Microwave Roasting On Physicochemical Properties of Nut Watermelon Seed and its Optimization. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 10(2): 71-85.
- [12] Murthy, K.V., Ravi, R., Bhat, K.K. and Raghavarao, K.S.M.S., 2008. Studies on roasting of wheat using fluidized bed roaster. *Journal of Food Engineering*, 89(3): 336-342.
- [13] Sharma, P. and Gujral, H.S., 2011. Effect of sand roasting and microwave cooking on antioxidant activity of barley. *Food Research International*, 44(1): 235-240.

- young. *Agricultural Science and Technology and Natural resources*, 13(47): 1-13.
- [25] Ashrafi yourghanloo, R. and Gheybi, N., 2019. Investigation the effect of Dill extract (*Anethume graveolens*) using on the Antioxidant and Physicochemical properties of Set Yogurt. *Iranian Food Science and Technology*, 15(84): 203-215.
- [26] Alfredo, V.O., Gabriel, R.R., Luis, C.G. and David, B.A., 2009. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 42(1): 168-173.
- [27] Katina, K., Salmenkallio-Marttila, M., Partanen, R., Forssell, P. and Autio, K., 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. *LWT-Food Science and Technology*, 39(5): 479-491.
- [22] Romankiewicz, D., Hassoon, W.H., Cacak-Pietrzak, G., Sobczyk, M., Wirkowska-Wojdyla, M., Ceglińska, A. and Dziki, D., 2017. The effect of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) addition on quality and nutritional value of wheat bread. *Journal of Food Quality*.
- [23] Salehi far, M., Shahedi, M. and Kabir, M., 2016. Effects of using different percentages of oat flour and extra fat in bread formulation on sensory and staling characteristics of bread texture. *Agricultural Science and Technology and Natural Resources*, 10 (2): 233-245.
- [24] Moharami, A., Shahedi, M. and Kadivar, M., 2009. Investigation of alpha-amylase, lipase and lipoxygenase enzymes activity in wheat and their changes before and after the

Effect of incorporating Chia Seed Roasted Flour on Physicochemical and Sensory Properties of Barbari Bread During Storage

Hatamian, M.¹, Noshad, M.^{1*}, Abdanan-Mehdizadeh, S.², Barzegar, H.¹

1. Department of Food Science & Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
2. Department of Mechanics of Biosystem Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

(Received: 2019/08/26 Accepted:2019/12/02)

In this study, the effect of incorporating chia seed roasted flour (MSF) (0-7.5 %) on moisture content, fat content, total fiber content, antioxidant activity, total phenol content, color, texture and organoleptic characteristics of functional Barbari bread was evaluated. The results showed addition of MSF increased the moisture content, oil and total fiber content, total phenol content and antioxidant activity (17.9 ± 0.9 % to 66.2 ± 0.2 %) in the samples. While increasing the amount of MSF, the L* value and hardness of the samples was decreased. The organoleptic characteristics of bread containing 2.5% MSF had no significant different ($P < 0.05$) with the control. Increasing the replacement of wheat flour with MSF (2.5 to 7.5%) reduced the acceptability of organoleptic characteristics of bread. Based on the results of the simultaneous thermal analysis (STA), the enthalpy for control was 4119.94 (J/g) and for the bread containing 5% MSF was about 4369.1 (J/g). SEM results showed that the incorporation of MSF created a more uniform structure with smaller cavities in the bread.

Keywords: Chia seed, Flat Bread, Texture, Anti-oxidant, Organoleptic

*Corresponding Author E-Mail Address: Noshad@asnrukh.ac.ir