بررسی خصوصیات رنگ و فعالیت ضداکسیدانی نان بربری تحت تاثیر افزودن کنجاله کنجد و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا

زهرا توان[۱]، محمد حجتی[۲*]، بهزاد ناصحی[۲و۳]، حسین جوینده[۲]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی خوزستان
۲- دانشیار گروه علوم وصنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی خوزستان
۳- دانشیار گروه مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه پیام نور

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۸)

چکیده

نان بربری از رایج‌ترین انواع نان‌های مسطح در ایران است. در این پژوهش اثر افزودن کنجاله کنجد و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا به فرمولاسیون نان بربری با استفاده از شیوه سطح پاسخ و با یک طرح چرخش پذیر مرکب مرکزی مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای مستقل شامل کنجاله کنجد (۱۲/۵-۰ درصد) و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا (۲-۰ درصد) بود. خصوصیات رنگی، فعالیت ضد اکسایشی و میزان املاح نان به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند. روش پردازش تصویر با استفاده از نرم‌افزار Image J و تبدیل فضای رنگی RGB به $L^*a^*b^*$جهت بررسی ویژگی‌های رنگی نان به‌کار گرفته شد. فعالیت ضد رادیکالی نمونه بهینه با سنجش ظرفیت فنول کل و قدرت مهار رادیکالی DPPH بررسی گردید. همچنین میزان املاح معدنی آن با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که افزایش مقادیر کنجاله کنجد و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا در نان بربری، تاثیر معنی‌داری بر پارامترهای رنگی نان داشته و میزان تخلخل، فعالیت ضداکسیدانی واملاح معدنی نان بربری را افزایش داد.بر اساس یافته‌های این تحقیق، رنگ سنجی با روش پردازش تصویر به عنوان روشی ساده و غیر مخرب در ارزیابی ویژگی‌های رنگ سطح نان پیشنهاد می‌گردد.نتایج بهینه‌سازی نشان داد که استفاده از ۶/۴۳ درصد کنجاله کنجد و ۰/۶۲درصد پلی ساکارید محلول در آب سویا بیشترین تأثیر را بر ویژگی‌های رنگی، فعالیت ضداکسیدانی و میزان املاح معدنی نان داشته است.

کلید واژگان: نان مسطح، پردازش تصویر، کنجاله کنجد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی.

*مسئول مکاتبات: hojjati@ramin.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۱- مقدمه

دانه کنجد که از گیاه کنجد با نام علمی سزاموم ایندیکوم *Sesamumindicum*به‌دست می‌آید حاوی حدود ۵۰-۴۰ درصد روغن، ۲۵-۲۰ درصد پروتئین، ۲۵-۲۰ درصد کربوهیدرات و ٦-۵ درصد خاکستر است و اغلب جهت تولید روغن خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱ و ۲]. روغن کنجد را می‌توان در گروه لینولئیک- اولئیک اسید طبقه بندی کرد. لینولئیک به دلیل نقشی که در پیشگیری از بیماری‌های قلبی دارد یک اسید چرب غیر اشباع مهم محسوب می‌شود [۳].اکثر پروتئین‌های گیاهی مانند آرد گندم، دانه جو، آرد برنج و آرد ذرت از نظر اسیدآمینه‌های گوگرددار فقیر هستند ولی کنجد از لحاظ میزان این نوع اسیدهای آمینه منحصر به فرد است و از ترکیب آمینواسید پروتئین کنجد می‌توان به عنوان مکمل رژیم‌های غذایی بر پایه غلات و حبوبات استفاده کرد [٤].علاوه بر سزامین و سزامولین، میزان بالایی از سزامینول تری و دی گلیکوزیدها و مقدار کمی سزامولینول و دی گلیکوزیدهای یینوزینول نیز در کنجاله کنجد حضور دارند [۵]. همچنین کنجد حاوی ٤۹-۳۹ درصد فسفولیپید کل است.فسفولیپیدها از ترکیبات زیست فعالی هستند که دارای اثرات مفید متعدد از جمله اثر بر حافظه و یادگیری بهتر موش‌ها است [٦].پلی‌فنل‌ها مزایای سلامت بخش فراوانی دارند به‌طوریکه این ترکیبات خطر ابتلا به سرطان و بیماری‌های قلبی عروقی را می‌توانند کاهش دهند [۷]. پوست دانه‌ی کنجد بخصوص سیاه رنگ حدود ۱٤۵ میلی گرم پلی فنول کل در هر گرم پوست دانه ی خشک و بدون چربی وجود دارد [۸]. مصرف روزانه ۱۰۰ گرم از کنجد حدود ۱۰۰ درصد میزان مورد نیاز منگنز و پتاسیم برای بدن و ۵۷-٦۵ درصد از فسفر و آهن، ۳۵-۱۳ درصد روی، کلسیم و مس بدن را تأمین می کند. در حالی میزان مصرف توصیه شده ی روزانه ۵۰-۲۵ گرم است [۹].

اکسیداسیون لیپید علاوه بر نقشی که در فساد موادغذایی ایفا می‌کند، اهمیت آن در سلامت انسان بویژه در ایجاد و پیشرفت بیماریهایی همچون سرطان، قلبی عروقی، تصلب شرایین و فرآیند پیری بسیار مورد توجه و مطالعه قرارگرفته است. این پدیده نه تنها اثرات نامطلوبی بر عمر انبارداری بسیاری از فرآورده‌های غذایی دارد، بلکه در کاهش کیفیت تغذیه‌ای آنها موثر است [۱۰].آنتی اکسیدان‌هایی که مهار کننده‌ی رادیکال‌های آزاد می‌باشند یکی از مهم‌ترین انواع آنتی‌اکسیدان هستند که بررسی ظرفیت آنها موضوع بسیاری از تحقیقات و بحث‌های علمی می‌باشد. آنتی‌اکسیدان‌های مهاری از طریق مهار رادیکال آزادقبل از حمله به مولکول‌های ضروری بدن عمل می‌نمایند به این طریق که یا اتم هیدروژن اهدا می‌کند و یا الکترون را انتقال می‌دهد. محصولات این واکنش ترکیبات پایدار و رادیکال استخراج شده از آنتی اکسیدان می‌باشد [۱۱].

نان یکی از غذاهای اصلی روزانه انسان است و غنی سازی آن با سایر مواد و دانه‌ها نقش مثبتی در تأمین سلامتی بدن دارد [۱۲]. اگرچه نان، حاوی میزان زیادی کربوهیدرات و پروتئین است اما از نظر سایر مواد مغذی مثل فیبر رژیمی، اسیدهای چرب غیراشباع و ترکیبات فنولیک ضعیف است. ترکیبات غذایی زیاد و متفاوتی تحت عنوان افزودنی برای غنی‌سازی یا افزودنی فراسودمند به فرمولاسیون نان اضافه می شوند [۱۳].

پلی‌ساکارید محلول در آب سویا[1] که از دانه سویا استخراج و تصفیه شده در ساختار خود حاوی مقداری پروتئین است. ترکیب این پلی‌ساکارید محلول در آب شامل: D-گالاکتوز، L-آرابینوز، D-گالاکتورونیک اسید و L-رامنوز می باشد که در محلول‌های آبی ویسکوزیته نسبتا پایین و پایداری بالایی دارد [۱٤]. پلی‌ساکارید محلول در آب سویا کلسترول را کاهش داده و مانع از ابتلا به دیابت می‌شود. هنچنین به عنوان عامل پراکندگی، چسبندگی، تثبیت‌کننده و امولسیفایر مصرف می‌گردد و با توجه به این ویژگی‌ها قابل استفاده در غذاهای غنی شده می‌باشد [۱۵].

تحقیقات نشان داده که افزودن آرد دانه‌های روغنی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خمیر و نان حاصل از مخلوط آن‌ها را تغییر می‌دهد.بیانو و همکاران خصوصیات حسی و فیزیکی نان غنی شده با عصاره‌ی فنولیک حاصل از ضایعات گیاهان (کاسنی، کرفس، رازیانه، برگ زیتون و تفاله انگور) را بررسی و بیشترین غلظت فنولیک را در تفاله انگور و نان حاصل از آن مشاهده کردند. همچنین پوسته نان تهیه شده از ترکیب تفاله‌ی انگور و عصاره برگ زیتون حاوی بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود. آن‌ها افزودن عصاره فنولیک گیاهان مذکور را موجب کاهش قابل توجه حجم مخصوص، تغییر رنگ مغز و ویژگی‌های حسی نان‌های تهیه شده معرفی کردند [۱٦].

رونی و همکاران تاثیر اختلاط چند نوع آرد دانه روغنی (پنبه دانه، بادام زمینی، آفتابگردان و کنجد) با آرد گندم را بر کیفیت

1. Soybean soluble polysaccharide

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

خمیر و نان حاصل بررسی و مشاهده نمودند که دانه‌های روغنی اثرات مختلفی روی مخلوط خمیر و حجم مخصوص نان دارند [۱۷].

علی و همکاران نان تولید شده از آرد گندم و آرد سفید کنجد در حضور بهبود دهنده های طبیعی را بررسی و گزارش کردند که افزودن آرد کنجد سفید در سطوح مختلف به آرد گندم باعث افزایش قابل توجهی در ارزش تغذیه‌ای نان و کاهش کیفیت در رنگ پوسته و مغز و حجم نان می‌شود به‌منظور کاهش اثرات نامطلوب از بهبود دهنده‌ها استفاده کرده و نتایج بهتری در خصوصیات رنگ مغز و پوسته، عطر، بافت، طعم و حجم نان در مقایسه با نمونه‌های شاهد مشاهده کردند [۱۸].

مطالعه پیشین نشان داد که افزودن کنجاله کنجد مقادیر خاکستر، پروتئین، چربی، فیبر و رطوبت نان بربری را بطور معنی‌داری افزایش داد در حالیکه سفتی و پیوستگی بطور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین مشاهده شد که افزودن پلی‌ساکارید محلول در آب سویا میزان رطوبت را افزایش و سفتی و حجم مخصوص نان بربری را بطور معنی‌داری کاهش داد. همچنین کنجاله کنجد و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا اثر معنی‌دار مثبتی بر پذیرش کلی نمونه‌ها داشتند [۱۹]. به‌منظور تکمیل تحقیق پیشین در این پژوهش تاثیر کنجاله کنجد و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا بر ویژگی‌های رنگ، میزان املاح معدنی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نان بربری تولیدی مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

آرد ستاره با درصد استخراج ۸۲ درصد از کارخانه آرد خوزستان (اهواز، ایران)، مخمر مورد استفاده به صورت پودر مخمر خشک فعال از شرکت خمیرمایه رضوی (مشهد، ایران)، مواد بهبود دهنده نان از شرکت اماج (تهران، ایران) و نمک بدون ید از شرکت سپیدان فارس خریداری گردیدند. کنجاله کنجد از بازار محلی بهبهان واقع در استان خوزستان که ماحصل روغن‌کشی از دانه‌های کنجد بود تهیه شد. کنجاله‌های کنجد با آسیاب پارس خزر مدل B.G-300P آسیاب و جهت یکنواختی اندازه ذرات از الک با مش۳۵ عبور داده شدند. پلی‌ساکارید محلول در آب سویا با درجه خوراکی از شرکتفوجی اویل ژاپن تهیه گردید.

۲-۲-تولید نان بربری

نان مورد بررسی در این تحقیق نان بربری بود که بر اساس استاندارد شماره ۵۸۰۹ موسسه تحقیقات صنعتی ایران تهیه گردید [۲۰]. اجزای تشکیل‌دهنده نان شامل آرد گندم ، نمک ۲ درصد وزنی آرد، مخمر نانوایی خشک فعال ۱ درصد وزنی آرد، بهبود دهنده ۰/۳ درصد وزنی آرد و درصدهای مختلف کنجاله کنجد (صفر تا ۱۲/۵) درصد وزن آرد به صورت جایگزینی و پلی ساکارید محلول در آب سویا (صفر تا ۲) درصد وزن آرد و آب تا رسیدن به قوام مناسب خمیر (۶۰درصد) (به صورت تجربی) مخلوط گردیدند. پس از اختلاط مواد اولیه با آب و خمیرگیری، خمیر به مدت ۳۰ دقیقه تخمیر و بعد چانه گیری انجام شد. در مرحله بعد تخمیر چانه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه صورت گرفت و سپس چانه‌ها شکل دهی شده و روی سینی‌قرار گرفته و به گرم‌خانه منتقل شدند. سینی‌ها تخمیر نهایی را به مدت ٤٥ دقیقه در گرم‌خانه با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ درصد گذراندند. پخت در فر نانوایی ، با دمای ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. نان‌ها پس از سرد شدن در کیسه‌های پلی اتیلنی دو لایه بسته بندی و در دمای اتاق، نگهداری شدند.

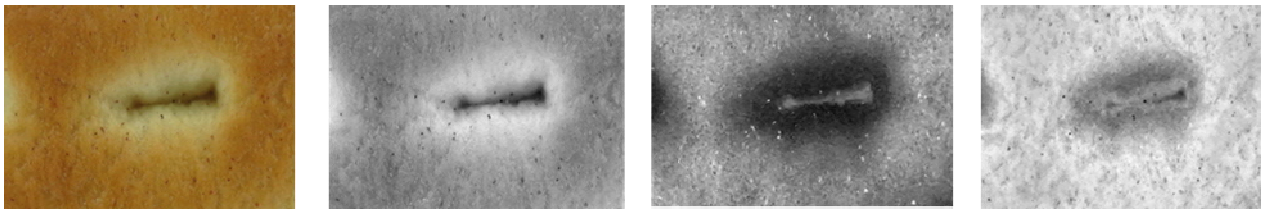
۲-۳-تکنیک پردازش تصویر

به دلیل وقت گیربودن آزمایشات و همگن بودن نمونه‌ها طی اندازه‌گیری رنگ با استفاده از دستگاههای رنگ سنج، در سال‌های اخیراستفاده از سیستم بینائی کامپیوتری برای اندازه گیری رنگ مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته است[۲۱]. بدین منظور از یک جعبه سیاه (با ابعاد تقریبی ۱۰۰cm × ۱۰۰ ×۱۰۰) که نورپردازی آن با استفاده از لامپ‌های فلوئورسنتی و با زاویه‌ی ٤٥ درجه انجام می‌شد، استفاده شد. تصاویر از فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌های قرار داده شده در جعبه و با استفاده از دوربین دیجیتال canon **مدل** powershot sx60 HS ساخت ژاپن گرفته شد.

۲-٤-رنگ پوسته و مغز نان

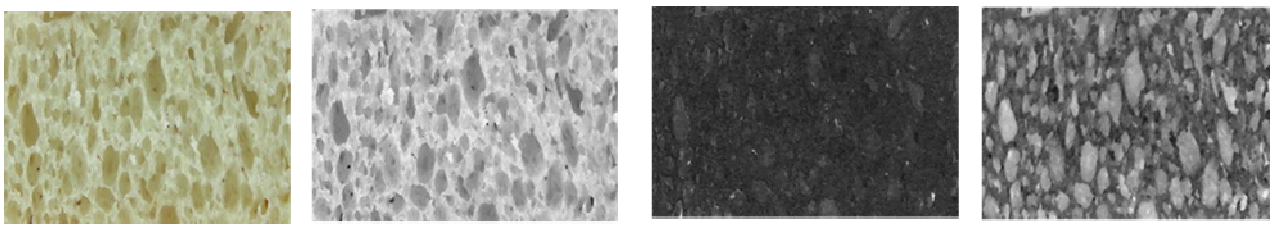
برای ارزیابی رنگ، از نمونه‌های نان، و با استفاده از دوربین Canon عکس گرفته شد. سپس توسط نرم افزار فوتوشاپ، قطعات یکسان از مرکز همه‌ی نمونه‌ها بریده شد و عکس حاصل به نرم افزار ایمیج جی منتقل شد. در مرحله‌ی بعد فضای رنگی RGB به Labتبدیل و با استفاده از قسمت آنالیز نرم‌افزار فاکتورهای L، aوb محاسبه گردید(شکل ۱) [۲۲].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]



(A) (B) (C) (D)

Fig 1.(a) Processes of bread crust image processing: (A) the initial image; (B) the image represents the index L *; (C) the image represents the index a *; (D) the image represents the index b *

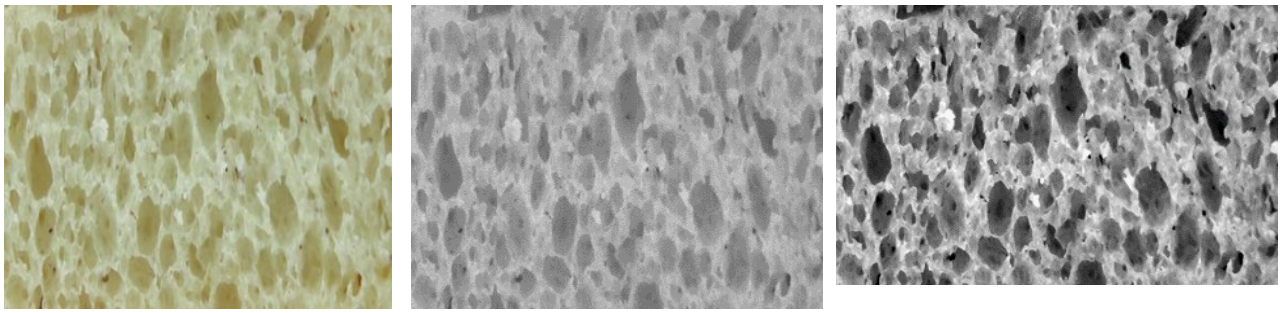


(A) (B) (C) (D)

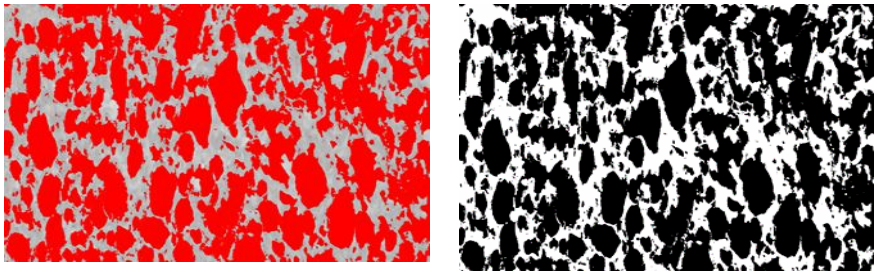
Fig1. (b) Processes of bread crumb Image processing: (A) the initial image; (B) the image represents the index L *; (C) the image represents the index a *; (D) the image represents the index b *

۲-۵-ساختار مغز نان (تخلخل)

جهت بررسی ساختار مغز نان از هر تیمار به صورت جداگانه در جعبه سیاه تصویر برداری انجام شد و به فرم رنگی (۲٤ بیتی) ذخیره شد. تصاویر تهیه شده با نرم افزار ایمیج جی مورد ارزیابی قرار گرفتند. با فعال کردن قسمت ۸ بیت نرم افزار، تصاویر گرفته شده به تصاویر سطح خاکستری تبدیل شدند. جهت ایجاد تصاویر دودوییاز تصاویر خاکستری، تصاویر خاکستری با استفاده از نرم افزار بهبود تباینافته، سپس تصاویر آستانه گیریشده و عملیات بخش بندی بر اساس الگوریتم اتسوانجام شد و سپس قسمت دودویی نرم افزار فعال شد. در مرحله‌ی آخر تصاویر به تصاویری با نقاط تیره و روشن تبدیل شدند (شکل ۲) **[۲۳]**.از نتایج مستخرج از پردازش تصاویر در این بخش می توان به میزان تخلخل دست یافت که عبارتست از نسبت مجموع سطح حفرات هوا به سطح کل نان **[۲٤]**.



(A) (B) (C)



(D) (E)

Fig 2 Image processing steps of bread: (A) initial image, (b) gray scale image, (c) contrast image, (d) threshold image, (b) binary image

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۲-٦-عصاره‌گیری از نمونه

محلول آب/متانول (۹۰:۱۰) و نمونه‌های پودر شده به نسبت ۱۰:۱ با هم مخلوط شدند. محلول حاصل به مدت ٢٤ ساعت روی شیکر قرار داده شد. بعد از ٢٤ ساعت، محلول جهت جداسازی ذرات نمونه از کاغذ صافی واتمن ٤٢ عبور داده شد. برای جداسازی حلال، محلول در دمای ٤٠ درجه سانتی گراد قرار داده شد. در نهایت عصاره‌ی حاصل شده تا شروع آزمایش در یخچال قرار داده شد [۲۵].

۲-۷-آزمون اندازه‌گیری ظرفیت فنول کل با روش فولین – سیوکالتو

ظرفیت فنول کل نان حاوی کنجاله کنجد توسط روش فولین–سیکالتو اندازه گیری شد. در این روش واکنشگر فولین – سیکالتو (یا واکنشگر فولین فنول یا روش تعیین هم ارزی اسید گالیک نیز نامیده می شود)،۱ میلی‌لیتر عصاره با غلظت mg/ml ۰/۱ با ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین – سیکالتو (که به نسبت ۱۰ : ۱ با آب مقطر دی یونیزه رقیق شده) مخلوط شده و به مدت ۲/۵ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شده سپس ۲ میلی لیتر محلول کربنات سدیم (٪۷/۵ با آب مقطر دی یونیزه) به آن اضافه می‌گردد. بعد از یک ساعت گرمخانه گذاری در دمای اتاق در مکان تاریک، میزان جذب نوری در طول موج ۷۲۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر UV اندازه‌گیری می‌شود. نتیجه میلی‌گرم اکی والانت گالیک اسید را در واحد وزن بیان می کند. از آب مقطر به عنوان شاهد استفاده شد. [۲٦]. در نهایت عدد به دست آمده از اسپکتروفتومتر را در فرمول حاصل از نمودار استاندارد ($Y= 0.0132 X + 0.184$) قرار داده و میزان فنل کل به دست آمد.

۲-۸-آزمون تعیین قدرت مهار رادیکال DPPH

برای سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های استخراج شده از روش به دام اندازی رادیکال‌های آزاد ۲-۲ دی فنیل-۱ پیکریل هیدرازیل (DPPH)، که در آن خاصیت آنتی‌رادیکالی عصاره استخراج شده بر اساس توانایی دادن اتم هیدروژن یا الکترون در عصاره آبی و یا میزان بی‌رنگ کردن محلول بنفش DPPHو کاهش جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر استفاده شد. برای انجام این آزمایش ابتدا از عصاره‌های استخراجی با توجه به نوع حلالی که عمل عصاره‌گیری با آن صورت گرفته رقت تهیه شد. ۳میلی لیتر از غلظت‌های مختلف عصاره تهیه شده به ۱ میلی لیتر محلول متانولی ۲و۲-دی-فنیل-۱-پیکریل-هیدرازیل (٪۰,۰۰٤) اضافه شد و برای مدت ۳۰ دقیقه در محیط تاریک در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد گرمخانه گذاری گردید. میزان جذب نمونه‌ها در سه تکرار به وسیله اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد و درصد بازدارندگی DPPH در هر یک از نمونه‌ها محاسبه گردید [۲۷]. در نهایت درصد بازدارندگی با استفاده از فرمول زیر به دست آمد.

$$I\% = (A_{blank} - A_{sample} / A_{blank}) \times 100$$

A_{blank} =جذب نوری بلانک

A_{sample} =جذب نوری نمونه

۲-۹-میزان املاح معدنی

اندازه گیری املاح معدنی نمونه‌های نان و آرد شامل آهن، مس، روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی Analytic jena مدل Model ContrAA300, ساخت کشور آلمان ، بر اساس استاندارد AOAC ۹۹۹/۱۱ انجام شد [۲۸].

۲-۱۰-تجزیه و تحلیل آماری

به منظور بررسی اثر پارامترهای مراحل تولید نان و بهینه یابی آنها از طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر با دو فاکتور و سه سطح استفاده شد. ۵ تکرار در نقطه مرکزی به منظور تخمین خطای خالص در مجموع مربعات در نظر گرفته شد. جدول ۱ ترتیب تیمارهای تصادفی آزمایش در طرح چرخش پذیر مرکب مرکزی را نشان می‌دهد. نتایج پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Minitab (version16) به روش سطح پاسخ آنالیز شد. خصوصیات رنگی، تخلخل، فعالیت ضد اکسایشی و میزان املاح نان به عنوان متغیر وابسته (پاسخ) در نظر گرفته شد. بعد از انجام آنالیز رگرسیون مدل‌های چند جمله‌ای درجه دوم برای هر یک از پاسخ‌ها نشان داده شد. به منظور نشان دادن رابطه هرکدام از متغیرهای وابسته در مدل رگرسیون با متغیرهای مستقل، نمودار سطوح آنها به وسیله این نرم افزار رسم شد. جهت ارزیابی صحت مدل‌های برازش داده شده، آزمون ضعف برازش، ضریب تغییرات، ضریب تبیینR^2، $Adj\text{-}R^2$مدل، PRESS وP ضرایب به دست آورده شد [۲۹].شرایط عملیاتی بهینه برای بهینه سازی، با استفاده از تکنیک بهینه سازی عددی جستجو شد. در تکنیک مذکور، فضای پاسخ با استفاده از مدلهای ایجاد شده و به منظور یافتن بهترین شرایطی که اهداف بهینه سازی مورد نظر را برآورد کند؛ جستجو شد. بدین منظور، در ابتدا اهداف بهینه سازی را مشخص کرده و سپس سطوح پاسخ و متغیرهای مستقل را تنظیم کرده و با استفاده از تکنیک فاین تیونینگ ، بهترین جوابها به دست آمد. سپس برای مقایسه ی میانگین آزمون‌های انجام شده بر نمونه‌ی بهینه از روش فیشر استفاده شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Table 1 The order of experimental randomized treatments in the design of the central composite breads enriched with sesame meal and soluble soybean polysaccharide

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	**Treatment**
0.00	6.25	۱۲/۵۰	6.25	6.25	6.25	1.83	1.81	10.66	10.66	6.25	6.25	6.25	**X_1**
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.70	0.29	1.70	0.29	2.00	1.00	1.00	**X_2**

X_1: sesame meal, X_2: soluble soybean polysaccharide

۳- نتایج و بحث

جدول آنالیز واریانس مربوط به پاسخ های مورد آزمون در جدول ۲ نشان داده شده است.

Table 2 Regression coefficients of quadratic equations for the response to the image processing technique

Porosity	***b**crumb**	***a**crumb**	***L**crumb**	***b**crust**	***a**crust**	***L**crust**	**Source**
20.79	26.55	-5.02	74.21	13.36	10.89	60.49	β_0
0.0001^{****}	0.311^{****}	0.71^{**}	-1.23^{***}	6.50^{*}	1.06^{**}	-1.493^{****}	β_1
11.200^{****}	1.781^{ns}	-1.41^{ns}	1.446^{**}	17.52^{ns}	7.44^{ns}	-2.451^{ns}	β_2
-0.04^{*}	-0.093^{*}	-1.01^{ns}	-0.0246^{ns}	-0.33^{**}	-0.01^{ns}	0.082^{**}	$\beta_1\beta_1$
-3.74^{**}	-0.555^{ns}	1.35^{*}	-2.681^{**}	-4.46^{ns}	-1.95^{ns}	1.11^{ns}	$\beta_2\beta_2$
-0.07^{ns}	-0.042^{ns}	-0.22^{ns}	0.324^{*}	-0.95^{ns}	-0.378^{ns}	0.064^{ns}	$\beta_1\beta_2$
0.00^{****}	0.001^{**}	0.012^{*}	0.01^{****}	0.011^{*}	0.014^{*}	0.00^{***}	Model(p-value)
0.840^{ns}	0.536^{ns}	0.271^{ns}	0.749^{ns}	0.178^{ns}	0.987^{ns}	0.374^{ns}	Lack of fit (p-value)
94.97	91.67	83.19	98.76	83.95	86.62	94.23	R^2
91.38	85.72	71.19	97.88	72.49	70.21	90.10	Adj-R^2
13.23	15.09	-51.76	7.25	17.78	26.13	6.59	CV (%)
16.32	50.85	16.72	9.59	511.07	22.874	35.46	PRESS

ns: meaningless in > 0.05, *: p< 0.05, **: p<0.01, ***:p<0.001, ****: p<0.0001, cv: coefficient Changes, β_1: sesame meal, β_2: soluble soybean polysaccharide

۳-۱-رنگ پوسته نان

با توجه به جدول ۲، آنالیز واریانس نتایج بررسی ویژگی‌های رنگ سنجی پوسته نشان داد که در فاکتور *L که نمایانگر روشنی رنگ پوسته نان است، اثر خطی کنجاله کنجد منفی و در سطح (P<0.0001) معنی‌دار شد. در صورتی که اثر خطی پلی‌ساکارید محلول در آب سویا منفی و غیرمعنی دار در سطح (p> 0.05) بود. همچنین نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر درجه دوم کنجاله کنجد مثبت و معنی‌دار (P<0.01) و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا نیز مثبت و غیر معنی‌دار و اثر تقابل آنها مثبت و غیر معنی دار در سطح (p> 0.05) شد. در فاکتور *a که نمایانگر گرایش رنگ پوسته نان به سمت رنگ قرمز می‌باشد، اثر خطی کنجاله کنجد مثبت و در سطح (P<0.01) معنی‌دار شد. در فاکتور *b که نمایانگر کاهش رنگ زرد پوسته نان است، اثر خطی کنجاله کنجد مثبت و معنی‌دار (P<0.05) شد.شکل ۳ نمودار سطح پاسخ فاکتورهای L، a و b پوسته نان با استفاده از تکنیک پردازش تصویر را نشان می‌دهد.

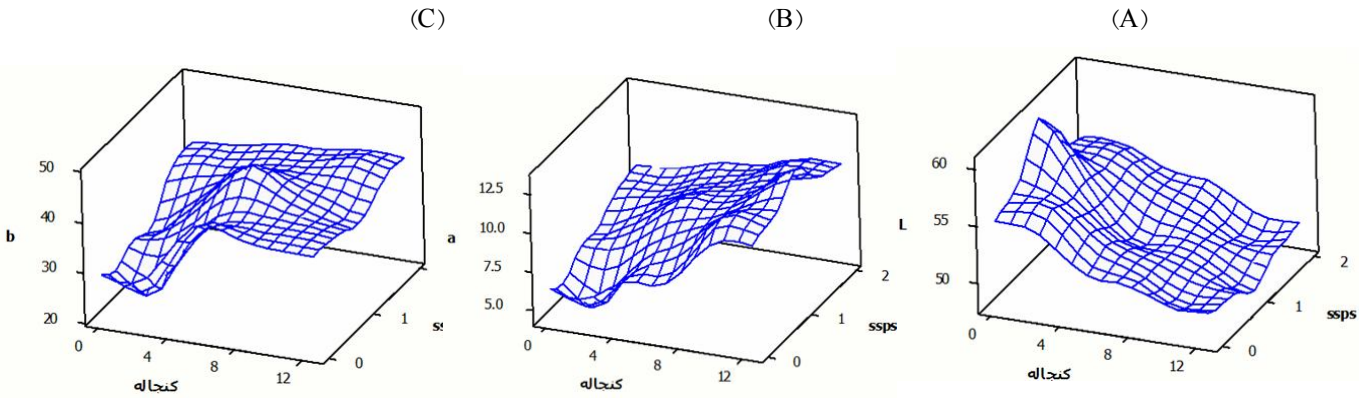


Fig 3 Response surface plot for colorimetric analysis of the bread crust: (a): L, (b): a, (c): b using the image processing technique

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

با توجه به جدول ۱ با افزایش میزان کنجاله کنجد مقداری میزان روشنایی نمونه‌ها کاهش یافت اما با افزایش بیشتر کنجاله کنجد میزان روشنایی هم افزایش یافت. مشخصات پوسته نان به به واکنش میلارد وابسته است. در نتیجه با افزایش میزان پروتئین، واکنش میلارد بیشتر رخ می‌دهد و رنگ قهوه‌ای‌تر می شود [۳۰].

کاهش اولیه در میزان فاکتور *Lرا می‌توان به افزایش میزان پروتئین و درنتیجه واکنش میلارد نسبت داد ولی از آنجایی که ترکیبات فنلی موجود در گیاهان دارویـی قادر به متوقف کردن فرایند اکسیداسیون آکرولئین ودر نتیجه کاهش ایجاد آکریل آمید می‌باشند کاهش مرحله‌ی دوم میزان *L را می‌توان به جلوگیری از انجام شدن واکنش میلارد نسبت داد[۳۱].

کاربرد ترکیبات فلاونوئیدی، فلاوانولها، لاکتونها، اسیدهای فنولیک باعث کاهش تولید آکریل آمید می گردد [۳۱]. کنجد نیز حاوی ترکیبات سزامول و سزامولین است که خصوصیت آنتی‌اکسیدانی خوبی دارند و سبب پایداری بالای روغن های حاصل از آن می‌شوند [۳۲]. در نتیجه می‌توانند از واکنش میلارد جلوگیری کنند و میزان *L را افزایش دهند.

۳-۲-رنگ مغز نان

با توجه به جدول ۲، آنالیز واریانس نتایج بررسی ویژگی‌های رنگ سنجی مغز نشان داد که در فاکتور *L که نمایانگر روشنی رنگ نان است، اثر خطی کنجاله کنجد منفی و در سطح (P<0.0001) معنی‌دار شد. در صورتی که اثر خطی پلی‌ساکارید محلول در آب سویا مثبت و در سطح (P<0.01) معنی‌دار بود. در فاکتور *a که نمایانگر گرایش رنگ بافت نان به سمت رنگ قرمز می‌باشد، اثر خطی کنجاله کنجد مثبت و در سطح (P<0.01) معنی‌دار شد. در فاکتور *b که نمایانگر کاهش رنگ زرد بافت مغز نان است، اثر خطی کنجاله کنجد مثبت و در سطح (P<0.0001) معنی‌دار شد. شکل ٤ نمودار سطح پاسخ فاکتورهای L، a وb پوسته نان با استفاده از تکنیک پردازش تصویر را نشان می‌دهد.

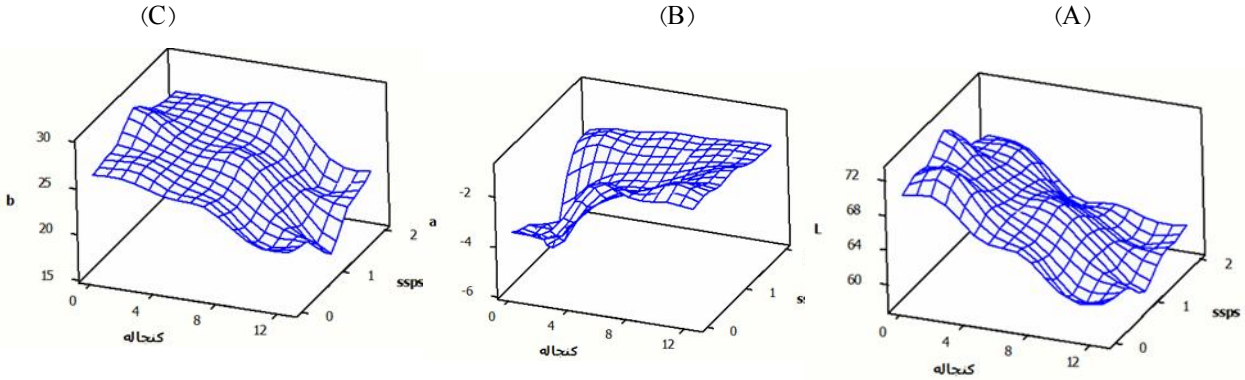


Fig 4 Response surface plot for colorimetric analysis of the bread crumb: (a): L, (b): a, (c): b using the image processing technique

افزایش میزان مؤلفه *L به دلیل ظرفیت بالای نگهداری آب توسط صمغ‌هاست [۳۳]. این دسته از افزودنی‌ها با حفظ رطوبت و ممانعت از خروج آب در حین فرآیند پخت سبب کاهش تغییرات سطح پوسته محصول نهایی می‌شوند که این امر می‌تواند در افزایش این مؤلفه رنگی مؤثر باشد. که با نتایج لازاریدو و همکاران و پورلیس و سالوادوری مطابقت داشت [۳٤ و ۳۵].

در بررسی که روی استفاده از پوست جک فروت در نان انجام دادند نتایج نشان داد که مغز نان‌های جایگزین شده با جک فروت نسبت به نمونه شاهد *L پایین‌تری داشتند. همانطور که مشاهده شد با افزایش میزان درصد جک فروت در فرمولاسیون نان، میزان تیرگی در همه‌ی نمونه‌ها به تدریج با اختلاف معنی‌داری افزایش یافت؛ که می‌تواند به این دلیل باشد که رنگ نمونه‌های حاوی جک فروت در مقایسه با رنگ سفید نان شاهد، تیره‌تر و مایل به قهوه‌ای است [۳٦]. که با نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابقت داشت.

۳-۳-تخلخل

داده های به دست آمده از آنالیز واریانس نمونه‌ها نشان دادند که مدل درجه دوم برازش شده برای پاسخ‌های مربوط به تخلخل معنی‌دار (p<0.0001) و شاخص عدم برازش برای این مدل غیرمعنی‌دار(P>0.05) بود (جدول ۲). با توجه به این جدول، افزودن کنجاله کنجد یک اثر خطی مثبت و معنی‌داری (P<0.0001) بر این پاسخ داشت. همچنین اثر افزودن پلی‌ساکارید محلول در آب سویا نیز مثبت و معنی‌دار

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

(P<0.0001) بود. همچنین اثر درجه دوم کنجاله کنجد منفی و معنی‌دار (P<0.05) و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا نیز منفی و معنی‌دار در سطح (P<0.01) بود. اثر تقابل آنها نیز منفی و غیر معنی‌دار شد (جدول ۲). روند تغییرات میزان تخلخل نان بربری در شکل ۵ ارائه شده است.

به طور کلی میزان تخلخل مغز بافت محصولات صنایع پخت تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در مغز بافت و همچنین نحوه توزیع و پخش این حفرات می‌باشد، که هرچه تعداد حفرات و سلول‌های گازی بیشتر بوده و توزیع و پخش آن‌ها یکنواخت‌تر باشد، میزان تخلخل محصول نهایی نیز بیشتر خواهد شد [۳۳].

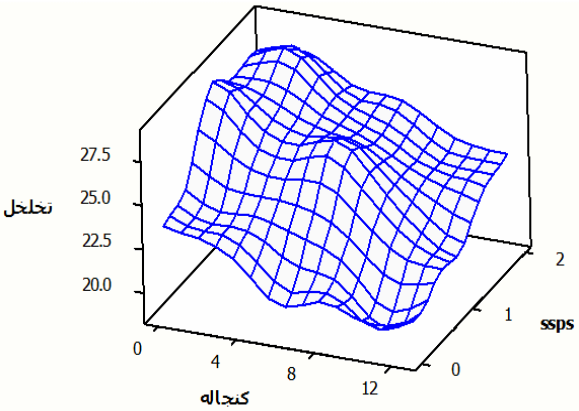


Fig 5 Response surface plotof index porosity of bread

یکی دیگر از عوامل مؤثر در تشکیل کف در سیستم خمیر طی فرآیند هم زدن، پروتئین‌های محلول در آب هستند. پروتئین‌ها از طرفی به عنوان عامل فعال سطحی، کشش سطحی بین مایع و هوا را کاهش می‌دهند و از سوی دیگر در اثر ایجاد فیلم چسبنده در سطح میانی سبب پایداری حباب می‌شوند [۳۷]. از این رو کنجاله کنجد به دلیل داشتن محتوای پروتئینی بالا سبب بهبود میزان تخلخل گردید.

هیدروکلوئیدها با افزایش قوام خمیر و تقویت شبکهٔ گلوتن سبب افزایش سفتی دیواره‌های احاطه کنندهٔ سلولهای حاوی گاز در خمیر نان شده و موجب حفظ بیشتر گاز در نان نیم پز حین نگهداری به صورت منجمد می‌شوند[۳۸]. نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج پژوهش هجرانی و همکاران (۲۰۱٤) و نقی پور و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت [۳۳ و۳۹].

۳-٤-بهینه سازی و اعتبار سنجی مدل

برای دستیابی به هدف توسعه‌ی فراورده‌های غذایی با کیفیت بهینه، بایستی ابتدا خصوصیات و سطوحی که برای دستیابی یک کیفیت غذایی ویژه دارای اهمیت هستند را شناسایی کنیم. باید توجه داشت که تولید بهینه‌ی فراورده‌ی غذایی ممکن است منحصرا از طریق ترکیبی از خصوصیات مختلف محصول امکان پذیر نباشد. دست یابی به فرمولاسیون و شرایط فراوری بهینه فراورده‌های غذایی با کیفیت و بازارپسندی بالا، یک مسئله بحرانی می‌باشد. برای رسیدن به این هدف روش‌های متفاوتی وجود دارد، اما هر کدام از آنها بسختی می‌توانند با کارایی و نتیجه‌ی مطلوب فعالیت تحقیق و توسعه در تهیه‌ی موفقیت آمیز فراورده‌های جدید و اصلاح شده، منطبق گردند. از میان این روش‌ها، روش‌های آزمایشی آماری نظیر روش (RSM)، روش مؤثری برای طراحی فراورده‌ی غذایی می‌باشد [٤۰]. پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها، بهینه سازی عددی به منظور دست‌یابی به سطوح بهینه متغیرهای مستقل انجام شد. بهترین فرمولاسیون با بالاترین مطلوبیت (D = ۰/۵۵) به منظور تولید یک فراورده با کیفیت انتخاب شد. شرایط بهینه شامل ٦/٤۳ درصد کنجاله کنجد و ۰/٦۲ درصد پلی ساکارید محلول در آب سویا بود به منظور اعتبار سنجی مدل در برآورد فرمولاسیون بهینه، نمونه‌های تجربی تهیه و مقادیر شاخص‌های براورد شده پاسخ‌ها با مقادیر تجربی با یکدیگر مقایسه شدند (جدول ۳).

Table 3 Comparison between estimated and experimental estimates of responses to optimum conditions for bread containing sesame meal

Experimental value obtained	Estimated amount	Adjective
42.04	42.50	Moisture
18.75	18.81	Protein
1.44	1.36	Ash
3.00	3.11	Hardness
0.78	0.79	Cohesiveness
2.40	2.68	Special volume
24.60	24.51	Porosity
7.01	6.93	Entropy
64.06	62.92	L^*Crumb
50.90	52.02	L^*Crust
-0.15	-0.20	a^*Crumb
15.28	16.58	a^*Crust
6.24	6.46	Fiber

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۳-۵-فعالیت آنتی اکسیدانی

جدول ٤ نتایج مربوط به ظرفیت فنل کل و قدرت مهار رادیکالی DPPH پوسته و مغز نان شاهد و بهینه را نشان می دهد.

Table 4 Total phenol contents (TPC) of bread samples (mg of gallic acid equivalent / g sample) and radical inhibitory strength (DPPH)

DPPH (%)	TPC	Concentration (ppm)	Treatment
5.466±0.201 B	0.19656±0.00015 A	1000	Control crust
1.144±0.041 C	0.19471±0.00009 A	1000	Control crumb
15.199±0.119 A	0.19739±0.0002 A	1000	Optimal crust
4.103±0.134 B	0.19608±0.0002 A	1000	Optimal crumb

Similar capital letter at eachcolumn show no significant difference in 95% of confidence level

۳-٦-ظرفیت فنل کل

پایداری قابل ملاحظه روغن کنجد خام مربوط به وجود مواد ضد اکسیداسیون فنولی است که به طور ذاتی در روغن وجود دارد. احتمال پایداری قابل توجه روغن کنجد به خاطر وجود سزامول است. جزء غیر قابل صابونی روغن دارای ترکیبات فعال نوری است که سبب چرخش نوری روغن می‌شوند [٤١]. لیگنان‌های موجود در روغن کنجد مسئول بسیاری از خواص فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی منحصربه فرد روغن مانند خواص آنتی اکسیدانی، ضد موتاژنی و ضد التهابی می‌باشند و سبب بهبود پروفایل چربی خون وکاهش پروکسیداسیون لیپیدی در افراد هیپرکلسترولمیک می‌شوند [٤١].

مهدالی و همکاران فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محافظت کنندگی عصاره کنجاله کنجد در پایدار کنندگی روغن آفتاب گردان و سویا را مورد آزمایش قرار دادند. مقدار کل ترکیبات فنولیک، فلاونوئید و فلاونول در عصاره کنجاله کنجد معادل۱/۹٤ (معادل میلی گرم، اسید گالیک بر گرم ماده خشک) بود و اثر محافظت کنندگی عصاره کنجاله کنجد بر پایداری روغن آفتاب گردان و سویا مورد آزمایش قرار گرفت در مقایسه با آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی به وسیله اندازه‌گیری اندیس پروکسید، دی ان‌های کنژوگه، تری ان‌های کنژوگه و شاخص پی آنیزیدین در طی دوره نگهداری. نتایج نشان داد که عصاره کنجاله کنجد فعالیت آنتی اکسیدانی قوی‌تری نسبت به BHT وBHAدارد. به هر حال، فعالیت آنتی اکسیدانی آن ازTBHQکمتر بود [٤٢].

۳-۷-قدرت مهار رادیکالی

DPPHهمانگونه که در جدول ٤ نشان داده شده است، افزایش مقدار آرد کنجاله کنجد در فرمولاسیون نان سبب افزایش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی محصول نهایی شد. در خصوص فعالیت آنتی اکسیدانی کنجاله کنجد گزارشات متعددی وجود دارد. در این راستا مهدالی و همکاران اثر آنتی‌اکسیدانی کنجاله کنجد را در روغن‌های سویا و آفتابگردان بررسی نمودند. نتایج این محققان نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی کنجاله کنجد در روغن سویا و آفتابگردان در مقایسه با آنتی اکسیدان‌های سنتزی مانند BHT و BHA قویتر بود [٤٢].هم‌چنین سوجا و همکاران نیز با بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی کنجاله کنجد، اذعان داشتند که عصاره خام کنجاله کنجد به میزان ۲۰۰-۱۰۰ پی پی ام اثر مشابهی با ۲۰۰ پی پی ام آنتی اکسیدان BHT دارد[٤٣].

۳-۸- میزان مواد معدنی

جدول ٥ نتایج جذب اتمی نمونه کنجاله کنجد، نان شاهد و نان بهینه را نشان می‌دهد.

Table 5 Mineral amounts of sesame meal, optimal and control bread (mg / l)

Optimal bread	Control bread	Sesamemael	Mineral
3.730 ± 0.510 A	0.612 ± 0.002 A	3.95±0.130 A	Fe
0.097 ± 0.002 B	0.023± 0.001 C	0.62±0.023 A	Cu
0.480 ± 0.030 B	0.161 ± 0.011 C	0.93±0.056 A	Zn

Similar capital letter at eachrow show no significant difference in 95% of confidence level

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

اندازه‌گیری عناصر معدنی با دستگاه جذب اتمی و نور سنجی شعله‌ای مشخص کرد که عناصر معدنی آرد کنجاله کنجد و نان بهینه نسبت به نمونه شاهد بیشتر بود.

فلز روی و آهن از نظر احتیاج در رژیم غذایی، مقادیرشان در غلات و اثر بازدارنده اسید فیتیک بر جذب آن ها مشابه هستند، پس هرگونه کمبود آهن در رژیم غذایی معمولا" در مورد فلز روی نیز صادق است. کمبود فلز روی در بچه‌ها موجب کندی رشد و افزایش خطر ابتلا به انواع بیماری‌ها می‌شود. مقادیر افزوده شده معمولا" بین ۲۰ تا ۳۰ پی پی ام می‌باشد. همچنین در بسیاری جوامع به علت شیوع وسیع کم خونی ناشی از فقر آهن، نیاز به افزایش جذب آهن در رژیم غذایی وجود دارد [٤٤].

انزیکو و همکاران نیز ترکیبات شیمیایی دانه کنجد و روغن کنجد را بررسی کردند. آنها یافتند که دانه کنجد می‌تواند منبع مناسبی از مواد معدنی باشد. در این پژوهش مشخص شد که میزان پتاسیم، فسفر، منیزیم، کلسیم و سدیم در کنجد بالا است [۳].

همچنین ایمانوئل ایکپمن و همکاران نیز به بررسی ویژگی‌های تغذیه‌ای کیک و نان تولید شده از ترکیب آرد گندم و کنجد پرداختند. نتایج آنها نیز نشان داد که میزان مواد معدنی و ویتامین‌ها با افزایش سطح جایگزینی آرد کنجد افزایش می‌یابد[٤٥].

٤-نتیجه گیری

نتایج آنالیز واریانس که در جدول ۲ ارایه شده است، نشان می دهد که تاثیر خطی کنجاله کنجد و پلی ساکارید محلول در آب سویا بر ویژگی‌های رنگی پوست و مغز نان و تخلخل معنی‌دار شد. همچنین نتایج نشان داد که در مقادیر کم کنجاله کنجد و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا باعث کاهش میزان *L ، افزایش میزان *a و تخلخل در نان بربری می‌شود. بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که کاربرد پردازش تصویر، روشی کمی ساز،ساده و غیر مخرب در ارزیابی رنگ سطح نان می باشد. با توجه به ضرورت تولید نان در واحدهای صنعتی، کاربرد این روش امکان اتوماسیون تولید و ارزیابی کیفیت رنگ نان را به صورت online فراهم می سازد. همچنین به منظور بهینه‌یابی جایگزینی کنجاله کنجد با آرد گندم و استفاده از پلی‌ساکارید محلول در آب سویا حدود بالا، پایین و مطلوب هریک از صفات، وزن و اهمیت آن‌ها تعیین شد. نتایج نشان داد که استفاده از ٦/٤٣ درصد کنجاله کنجد و ٪۰/٦۲ پلی‌ساکارید محلول در آب سویا بیشترین تأثیر را روی افزایش کیفیت و ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی نان خواهد داشت. همچنین مقایسه‌ی میانگین آزمون‌های انجام شده بر نمونه نان بهینه و نان شاهد نشان داد که افزودن کنجاله کنجد می‌تواند فعالیت ضد رادیکالی و املاح معدنی کل شامل آهن، مس و روی را افزایش دهد. لذا میتوان با انتخاب سطح مناسب از این ترکیبات، ضمن حفظ و حتی بهبود خصوصیات تکنولوژیکی و حسی، ارزش تغذیه‌ای محصول نهایی را با ایجاد ارزش افزوده و بهره‌وری اقتصادی ارتقاء بخشید.

٥-سپاسگزاری

نویسندگان از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت حمایت مالی این تحقیق قدردانی می‌نمایند.

٦-منابع

[1] El-Adawy, T. A. 1997. Effect of sesame seed protein supplementation on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour bread. *Food Chemistry*, 59 (1): 7-14.

[2] Salunkhe, D.K. 1992.World oilseeds, chemistry, technology and utilization,Van Nostrand Reinhold. New York. P. 555

[3] Nzikou, J.M., Matos, L., Bouanga-Kalou, G., Ndangui, C.B., Pambou-Tobi, N.P.G., Kimbonguila, A., Silou, T., Linder, M., and Desobry, S. 2009. Chemical composition on the seeds and oil of sesame (*Sesamumindicum* L.) grown in Congo-Brazzaville. *Advance Journal of Food Science and Technology*, *1*(1): 6-11.

[4] Onsaard, E. 2012. Sesame proteins. *International Food Research Journal*, *19*(4): 1287-1295.

[5] Moazzami, A., Andersson, R.E. and Kamal-Eldin, A. 2006. HPLC Analysis of sesaminol glucosides in sesame seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 54: 633–638.

[6] Ahmad, S., Yousuf, S., Ishrat, T., Khan, M. B., Bhatia, K., Fazli, I.S., and Islam, F. 2006. Effect of dietary sesame oil as antioxidant on

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

brain hippocampus of rat in focal cerebral ischemia. *Life Sciences*. 79(20), 1921-1928.

[7] Arts, I.C., and Hollman, P.C. 2005. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *81*(1): 317S-325S

[8] Shahidi, F., Liyana-Pathirana, C.M., and Wall, D.S. 2006. Antioxidant activity of white and black sesame seeds and their hull fractions. *Food Chemistry, 99*(3): 478-483.

[9] Asghar, A., Nauman, M.M., and Akhtar, M.N. 2014. A review on the utilization of sesame as functional food. *American Journal of Food and Nutrition*, *4*(1): 21-34.

[10] Ahmadi, F., Kadivar, M., and Shahedi, M. 2007. Antioxidant activity of *Kelussiaodoratissima*Mozaff. in model and food systems. *Food chemistry*, *105*(1). 57-64.

[11] Niki, E. 2010. Assessment of antioxidant capacity in vitro and in vivo. *Free Radical Biology and Medicine*, *49*(4): .503-515.

[12] Pohjanheimo, T.A., Hakala, M.A., Tahvonen, R.L., Salminen, S.J., and Kallio, H.P. 2006. Flaxseed in bread making: effects on sensory quality, aging, and composition of bakery products. *Journal of Food Science*, *71*(4): 343-348.

[13] Peighambardoust, S. H., Azadmard-Damirchi, S., FathnejhadKazemi, R., Nemati, M., and Rafat, S. A. 2013. Application of flaxseed in bread making: effect on chemical characteristics, fat composition of flour and bread, and sensory quality of enriched semi-flat bread. *Journal of Food Research,* 23:281-292.

[14] Hojjati, M., Razavi, S. H., Rezaei, K., and Gilani, K. (2011). Spray drying microencapsulation of natural canthaxantin using soluble soybean polysaccharide as a carrier. *Food Science and Biotechnology*, *20*(1), 63-69.

[15] Tajik, S., Maghsoudlou, Y., Khodaiyan, F., Jafari, S.M., Ghasemlou, M.,andAalami, M. 2013. Soluble soybean polysaccharide: a new carbohydrate to make a biodegradable film for sustainable green packaging. *Carbohydrate Polymers,* 97: 817-824.

[16] Baiano, A., Viggiani, I., Terracone, T., Romaniello, R., and Dell Nobile, M. A. 2015. Physical and sensory properties of bread enriched with phenolic aqueous extracts from vegetable wastes. *Czech Journal of Food Sciences,* 33 (3): 247-253.

[17] Rooney, L.W., Gustafson, C.B., Clark, S.P.,and Cater, C.M. 1972. Comparison of the baking properties of several oilseed flours. *Journal of Food Science,* 37: 14-18.

[18] Ali, M.A., and Halim, M.A. 2013. Bread made from wheat flour and white sesame flour in presences of natural improver. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12 (4): 353-355.

[19] Tavan, Z., Hojjati, M., Nasehi, B., and Jooyandeh, H. 2017. Effect of sesame meal and soluble soybean polysaccharide on properties of Barbary bread. *Iranian Journal of Biosystems Engineering,* 48: 333-342.

[20] Isiri. (1999). Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Karaj. (In Farsi).

[21] Afshari – Jouybari, H., and Farahnaky, A. 2009. Evaluation of photoshop software potential for food colorimetry: color changes of Mazafati dates during accelerated ripening. *Iranian Food Science and Technology Research Journal,* 5: 37-46.

[22] Naji-Tabasi, S., and Mohebbi, M. 2015. Evaluation of cress seed gum and xanthan gum effect on macrostructure properties of gluten-free bread by image processing. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 9(1): 110-119.

[23] Gonzales-Barron, U., and Butler, F. 2006. A comparison of seven thresholding techniques with the k-means clustering algorithm for measurement of bread-crumb features by digital image analysis. *Journal of Food Engineering*, 74(2): 268-278.

[24] Shahidi, F., Mohebbi, M., and Ehtiai, A. 2011. Image analysis of crumb digital images in Barbary bread enriched with soy flour. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 6(4): 247-253.

[25] EsmaeilzadehKenari, R., Mohsenzadeh, F. and Amiri, Z.R. 2014. Antioxidant activity and total phenolic compounds of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound-assisted extraction methods. *Food Science and Nutrition,* 2(4): 426-435.

[26] Aytyl, K.K. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of olive leaf extract and its food applications. A thesis submitted to the Gradute School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Biotechnology.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[27] Shen, S., Chen, D., Li, X., Li, T., Yuan, M., Zhou, Y., and Ding, C. (2014). Optimization of extraction process and antioxidant activity of polysaccharides from of *Paris polyphylla*. *Carbohydrate Polymers*, 104: 80-86.

[28] AOAC, Official methods of analysis. (2012). 19th ed. Arlington, Virginia, USA.

[29] Homayoonfal, M., Khodaiyan, F., and Mousavi, M. (2015). Modelling and optimising of physicochemical features of walnut-oil beverage emulsions by implementation of response surface methodology: effect of preparation conditions on emulsion stability. *Food chemistry*, *174*, 649-659.

[30] Gomez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E., and Caballero, P.A. 2010. Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes. *LWT-Food Science and Technology*, 43(1): 33-38.

[31] Zhang, Yu., and Zhang, Y. 2008. Effect of natural antioxidants on kinetic behavior of acrylamide formation and elimination in low-moisture asparagine-glucose model system. *Food Engineering,* 85: 105-115.

[32] Fatemi H. (1999). Food Chemistry. Tehran. Enteshar Corporation Eds. p. 480

[33] Naghipour F., Karimi, M., HabibiNajafi, M.B., HadadKhodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z., GhiafehDavoodi, M. andSahraiyan, B. 2013. Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums. *Journal of Food Science and Technology,* 41: 127-139.

[34] Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., and Biliaderis, C. G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79(3): 1033-1047.

[35] Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modeling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.

[36] Feili, R., Abdullah, W.N.W., and Yang, T.A. 2013. Physical and sensory analysis of high fiber bread incorporated with jackfruit rind flour. *Food Science and Technology*, *1*(2): 30-36.

[37] Jahanian, L., Hamidi-Esfahani, Z., and Mortazavi, A. 2004. A study on the effect of xanthan and carrageenan on the foaming properties of soy protein isolate. *Iranian Journal of Food Science and Technology,* 1: 39-48.

[38] Sheikholeslami, Z., Hejrani, T., Karimi, M., GhiafehDavoodi, M., and Fatemian, H. 2016. Effect of *L. Sativum* seed gum, Tragacanth and concentrations on properties of partly baked frozen Barbari bread. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 5: 395-405.

[39] Hejrani, T., Sheikholeslami, Z., Mortazavi, A., and Ghiyafe-Davoodi, M. 2014. Evaluation of sensory characteristics, rheological and color changes in the part baked frozen Barbari bread containing guar gum and Lipase. *Journal of Food Science and Technology,* 45: 99-109.

[40] Hu, R. 1999. *Food product design*. Lancaster, PA,Technomic Publishing Company Inc. pp. 35–124.

[41] Chen, P.R., Chien, K.L., Su, T.C., Chang, C.J., Liu, T.L., Cheng, H., and Tsai, C. 2005. Dietary sesame reduces serum cholesterol and enhances antioxidant capacity in hypercholesterolemia. *Nutrition Research, 25*(6): 559-567.

[42] Mohdaly, A.A., Smetanska, I., Ramadan, M.F., Sarhan, M.A., and Mahmoud, A. 2011. Antioxidant potential of sesame (*Sesamumindicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils. *Industrial Crops and Products*, *34*(1): 952-959.

[43] Suja, K.P., Jayalekshmy, A., and Arumughan, C. 2005. Antioxidant activity of sesame cake extract. *Food Chemistry*, *91*(2): 213-219.

[44] Berenji-Ardestani, S., Azizi, M.H., and Sahari M. A. 2008. The effect of fortification with Iron, Folic acid, Zinc and Calcium on rheology and chemical properties of Setareh wheat flour. *Journal of Food Science and Technology,* 4: 33-43.

[45] Emmanuel-Ikpeme, C., Eneji, C., and Igile, G. 2012. Nutritional and organoleptic properties of wheat *(Triticumaestivum)* and beniseed*(Sesame indicum)* composite flour baked foods. *Journal of Food Research, 1*(3): 84-91.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Investigation of color properties and antioxidant activity of Barbary bread affected by adding the sesame meal and soluble soybean polysaccharide

Tavan, Z.[1], Hojjati, M.[2*], Nasehi, B.[2,3], Jooyandeh, H.[2]

1. M.Sc. Graduated, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
3. Associate Professor, Department of Agricultural Engineering and Technology, Payame Noor University (PNU), Iran

(Received: 2017/11/24 Accepted:2018/02/13)

Barbary bread is one of the most popular types of flat breads in Iran. In this study, the effect of adding sesame meal and soluble soybean polysaccharide in bread formulations using response surface method and central composite rotatable design was investigated. The independent variables were included sesame meal (0-12.5%) and soluble soybean polysaccharide (0-2%). The colorimetric properties, antioxidant activity and mineral contents of bread were considered as the dependent variables. The image processing method using image J software and transformation of color space RGB to L*a*b* were done to study the color characteristics of the bread.The antiradical capacity of optimized sample was assessed by measuring total phenolic content and DPPH radical-scavenging activity. In addition, its mineral amounts were measured by atomic absorption. The results showed that increasing the amount of sesame meal and soluble soybean polysaccharide in bread formulations had a significant effect on colorometric factors, and increased the porosity, antioxidant activity and mineral contents of Barbary. Based on the findings of this research, colorimetry with image processing method is proposed as a simple and non-destructive method to assess the properties of bread surface color.

According to the optimized results and obtained model, the use of 6.43% of sesame meal and 0.62% of the soluble soybean polysaccharide had the most effect on the color properties, antioxidantactivity, and mineral content of bread.

Keywords: Flat bread,Image processing, Sesame meal, Antioxidant activity

* Corresponding Author E-Mail Address: hojjati@ramin.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]