اثر افزودن کنسانتره سیاهدانه بر خواص فیزیکی و کیفی نان تست بدون گلوتن طی دوره نگهداری

فرزانه علیشاهی[۱]، محمد فاضل[۲*]

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
۲ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۷ /۰۸/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۰۲)

چکیده

بیماری سلیاک یک اختلالخود ایمنی بوده که بیمار در معرض عدم تحمل دائمی به گلوتن است و تنها راه درمان مؤثر آن پایبندی به یک رژیم غذایی فاقدگلوتن در سراسر عمر بیمار می‌باشد. بنابراین توجه به تولید مواد غذایی بدون گلوتن و با کیفیت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف از این پژوهش، تولید نان تست بدون گلوتن با استفاده از کنسانتره پروتئین سیاهدانه به عنوان جایگزین گلوتن و فیبر سیب زمینی است. از روش سطح پاسخ با دو متغیر فیبر سیب زمینی (۲ تا ٦ درصد) و کنسانتره پروتئین سیاهدانه (۵ تا ۱۵ درصد) استفاده شد. با افزایش فیبر سیب زمینی و کنسانتره سیاهدانه، دانسیته افزایش معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) نشان داد. فیبر سیب زمینی منجر به کاهش معنی‌دار تخلخل شد؛ اما کنسانتره سیاهدانه بی‌تأثیر بود ($p>۰/۰۱$). فیبر سیب‌زمینی و کنسانتره سیاهدانه هر یک به تنهایی اثر خطی معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ نشان دادند. با افزایش میزان فیبر سیب زمینی و کنسانتره سیاهدانه رطوبت کاهش یافت؛ اما اثر کنسانتره سیاهدانه معنی‌دار نبود. به علاوه، رطوبت طی دوره نگهداری هم افت کرد. فیبر سیب زمینی و کنسانتره هردو دارای اثر معنی‌داری بر سفتی بافت نان بودند و میزان سفتی طی دوره نگهداری چهار روزه افزایش یافت. شاخص عدم برازش برای تمامی مدل‌ها معنی‌دار ($p>۰/۰۵$) نبود. بررسی نتایج بهینه سازی فرمولاسیون نشان داد که نان تست حاوی ۷/۵ درصد پروتئین کنجاله سیاهدانه و ۲/۵ درصد فیبر سیب زمینی دارای بهترین کیفیت بوده و جهت تولید پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژگان: بدون گلوتن، کنسانتره سیاهدانه، نان، بافت، رنگ

*مسئول مکاتبات: mfazeln@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

۱- مقدمه

نان غذای اصلی آحاد جامعه بشری بوده و در اشکال گوناگون به عنوان یک کالای اساسی واستراتژیک در سبد غذایی مردم محسوب می‌شود.نان‌های حجیمپس از پخت دارای بافتی متخلخل، اسفنجی و یکنواخت بوده و ماندگاری بیشتری دارند و از قابلیت هضم و جذب آسانتری برخوردار می‌باشند [۱، ۲].

گلوتن ضروری‌ترین پروتئین سازنده بافت محصولات آردی بر پایه گندم استکه در ساختمان مغز و ظاهر بسیاری از محصولات آردی تهیه شده از گندم دخالت دارد و به طور کلی تعیین کننده کیفیت نان می‌باشد [۳، ٤]. این در حالی است که بسیاری از مردم جهان به طور ژنتیکی قادر به هضم گلوتن نبوده و مصرف آن توسط این افراد منجر به بروز واکنش‌های منفی می‌گردد. این بیماری منجر به جذب ضعیف مواد غذایی مهم از جمله: آهن، اسید فولیک، کلسیم و ویتامین‌های محلول در چربی می‌گردد و در نتیجه کاهش وزن، اسهال، نفخ شکم و بیماری‌های استخوانی را در پی دارد[٥].

ایجاد فرمولاسیون برای محصولات فاقد گلوتن بر پایه گندم از نظر خواص حسی، ارزش غذایی، پذیرش مصرف کننده، به دلیل پخت نامناسب و ویژگی‌های تغذیه‌ای از مواد اولیه بکار گرفته دشوار است[٦]. جهت تقویت شبکه گلوتنی از ترکیبات پروتئینی در تهیه نان فاقد گلوتن استفاده می‌شود. از جمله منابع پروتئینی می‌توان به پروتئین سیب زمینی[۷] در نان، پودر تخم مرغ، پروتئین سویا، عدس، سدیم کازئینات و آب پنیر در نان[۸]، ایزوله پروتئین سویا و سفیده تخم مرغ در نان[۹]، پروتئین شاهدانه[1] در نان[۱۰]، ایزوله پروتئین گل تاج خروسی[2]، نخود و لوبیا چشم بلبلی در مافین[۱۱] اشاره کرد.

سیاهدانه (*Nigella sativa Linn*)، از خانواده آلاله (Ranunculaceae)به طور معمول به عنوان دانه سیاه در طب سنتی شناخته شده است. در هند، کشورهای عربی، اروپا و ایران برای اهداف درمانی استفاده شده است. همچنین، به عنوان ادویه ودر درمان بیماری‌هایی همچون آسم،فشار خون، سلیاک، دیابت، التهاب، سرفه، برونشیت، سردرد، اگزما، تب، سرگیجه و آنفولانزا نیز به کار گرفتهاست[۱۲]. فیبر به کربوهیدرات‌های غیر قابل هضم توسط بدن انسان اطلاق می‌شود و دارای ویژگی‌های سلامتی بخش همچون کاهش سطح کلسترول سرم و قند خون، کاهش زمان تخلیه مواد غذایی از روده، کاهش دیابت و اسهال، جلوگیری از انواع سرطان است. فیبر سیب زمینی یک فیبر طبیعی با محتوای فیبری بالا است و از نظر تکنولوژیکی در بهبود قابلیت مصرف و خاصیت جذب و نگهداری آب تأثیر برجسته‌ای ایجاد می‌کند و در محصول نهایی شبکه فیبری سه بعدی ایجاد می‌کند [۱۳].

هدف از این پژوهش، فرمولاسیون و بررسی خصوصیات کیفی نان تست بدون گلوتن حاوی فیبر سیب زمینی و کنسانتره پروتئین سیاهدانه به روش سطح پاسخ است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه مواد اولیه

نشاسته از شرکت شهدینه (ایران)، فیبر سیب زمینی از شرکت CFF(آلمان)، آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسید آسکوربیک از شرکت آرتین شیمی (ایران)، کربوکسی متیل سلولز (ویلسی[3]، چین)، روغن مایع آفتابگردان لادن (ایران) و مخمر از شرکت فریمان (ایران) خریداری شدند. سایر مواد مصرفی (شکر و نمک) از سوپرمارکت‌های محلی تهیه شدند.

۲-۲- تهیه کنسانتره پروتئین سیاهدانه

جهت تهیه کنسانتره سیاهدانه از روش محمدزاده و یقبانی (۱۳۸۵) با اندکی تغییر استفاده شد. به طور خلاصه، ابتدا پودر کنجاله سیاهدانه (با نسبت ۱۵:۱ آب و کنجاله) مخلوط و pHمحلول نهایی به ۱۲ رسانیده شد. بعد از ۲ ساعت هم زدن ملایم، سانتریفیوژ شدند. قسمت محلول فوقانی جدا و در ظرف

1. Hemp
2. Amaranth
3. Wealthy

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

دیگری ریخته شد. pHبا اسید محدوده ایزوالکتریک ۵/۵ رسانیده شد و مجدداً سانتریفیوژ شد. در انتها بعد از چندین بار شستشوی رسوب پروتئین، با آب مقطر شستشو داده شد و در آون با دمای ۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند [۱۴].

۲-۳- تهیه خمیر و پخت نان تست بدون گلوتن

فرمولاسیون اولیه شامل نشاسته (۹۳ گرم)، آب (۵۰ گرم)، فیبر سیب زمینی (۲، ۴ و ۶ گرم)، کنسانتره پروتئین سیاهدانه (۵، ۱۰ و ۱۵ گرم)، نمک (۲ گرم)، شکر (۴ گرم)، خمیر مایه (۲ گرم)، آسکوربیک اسید (۱۰ میلی‌گرم)، آنزیم ترانس گلوتامیناز (۱۰ میلی‌گرم)، DATEM(۰/۶ گرم) و SSL(۰/۳ گرم) بود. کلیه مواد پودری در مخلوط کن دورانی با هم مخلوط شد و در ادامه، مخمر، شکر و آب که در ظرف دیگری به آن زمان ماند داده شده بود، اضافه گردید. بعد از مخلوط کردن خمیر به مدت ۱۵-۲۰ دقیقه، چانه‌های ۳۰۰ گرمی در قالب‌ها قرار داده شدند. قالب‌ها به مدت ۵۰ دقیقه در گرمخانه با دمای ۴۵-۵۰ درجه سانیگراد قرار گرفتند. بعد از اتمام فرایند تخمیر، قالب‌ها در آون با دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۰ دقیقه پخت شدند. بعد از پخت، نان‌ها از قالب جدا و روی توری‌های مشبک تا دمای محیط سرد شدند. بعد از خنک شدن کامل، نان‌ها درون کیسه‌های پلی اتیلن بسته بندی و تا زمان انجام آزمون در جای خشک و خنک نگهداری شدند.

۲-۴- اندازه گیری دانسیته

اندازه‌گیری دانسیته به روش جابجایی دانه کلزا تعیین شد[۱۵].

۲-۵- اندازه گیری تخلخل

اندازه گیری تخلخل در روز اول پخت،با ایجاد برش‌هایی از مغز نان به صورت یک قطعه مربعی به ابعاد ۶×۶سانتی‌متر انجام شد.اسکن کردن مغز نمونه‌هاتوسط اسکنر با وضوح ۸ مگاپیکسل صورت گرفت. عکس مورد نظر به محیط نرم افزار Image Jمنتقل شد. بعد از فرایندهای مختلف و تبدیل آن به عکس ۸bit، محاسبات تخلخل انجام گرفت[۱۶].

۲-۶- اندازه گیری رطوبت

اندازه گیری رطوبت با استفاده از روش استاندارد AOACانجام شد[۱۷].

۲-۷- بافت سنجی

بررسی بافت نمونه‌های نان طی نگهداری، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (STM Texture Analyzer-20، SANTAM، Iran) و آزمون آنالیز پروفایل بافت[1]انجام شد. برش مکعبی نان به ضخامت و ارتفاع ۲۰ میلی‌مترآماده شد.سپس پروب دستگاه با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه با سطح نمونه برخورد کرد (تغییر شکل[2] ۴۰ درصد) و مجدداً برخورد انجام شد. پارامترهای این آزمون از جمله سفتی[3]، پیوستگی[4]، فنریت[5] و قابلیت جویدن[6]محاسبه شد[۱۸].

۲-۸- ارزیابی رنگ

جهت اندازه‌گیری پارامترهای رنگی از روش عکس برداری در جعبه مخصوصاستفاده گردید. برای تعیین شاخص‌های رنگی،با دوربین آیفونمدل۶، بدون فلش عکسبرداری شد.سپس عکس به نرم افزار Image Jانتقال یافت و شاخص‌های RGBمحاسبه شدند. سپس با فعال کردن فضای Lab شاخص‌های a*،b* و L* تعیین گردید [۱۹].

۲-۹- تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور به دست آوردن فرمولاسیون تیمارهای مختلف نان، از روش سطح پاسخ (RSM) با دو متغیر فیبر سیب زمینی (۲، ۴ و ۶ درصد) و کنسانتره پروتئین سیاهدانه (۵، ۱۰ و ۱۵درصد)، همراه با ۳ نقطه مرکزی استفاده گردید (۱۲ فرمولاسیون). آلفا یک در نظر گرفته شد.از نرم افزار Design Expert جهت آنالیز آماری و تعیین نقطه بهینه استفاده شد. برای دقت بیشتر و کاهش خطا، کلیه آزمون‌ها با سه تکرار انجام شدند. دو نمونه شاهد (یکی فاقد کنسانتره پروتئین سیاهدانه و فیبر سیب زمینی بر پایه

1. Texture Profile Analyzer
2. Deformation
3. Hardness
4. Cohesivness
5. Springiness
6. Chewiness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

نشاسته و دیگری فقط بر پایه آرد گندم) برای مقایسه و تعیین شرایط نقطه بهینه استفاده گردید.خصوصیات بافتی و رطوبت از تلفیق روش RSM و فاکتور زمان استفاده شد. سطوح متغیرهای مستقل و کدهای مربوطه در جدول ۱ ذکر شده‌اند. در جدول تجزیه واریانس نهایی و اصلاح شده، منابع تغییرات غیر معنی‌دار حذف شده است که علت آن غیرمعنی‌دار شدن عدم برازش و کاهش اختلاف ضریب تبیین واقعی و پیش‌بینی شده است.

Table 1 Range and their levels of each independent variable in response surface methodology model

Independent variables	Symbols	Overall Acceptability		
		-1	0	+1
Potato fiber	A	2	4	6
Nigella sativa Linn concentrate	B	5	10	15

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج دانسیته نمونه‌ها

دانسیته ویژگی بسیار مهمی در محصولات نانوایی به شمار می‌رود زیرا روی انتخاب محصول توسط مصرف کننده تأثیرگذار است[۲۰]. تأثیر مقادیر فیبر سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین سیاهدانه بر دانسیته نشان داد که فیبر سیب زمینی و کنسانتره پروتئین سیاهدانه هر یک به تنهایی اثر خطی منفی معنی‌داری ($p<0/01$) بر دانسیته دارند. اثر متقابل این دو فاکتور در سطح ۹۵٪ معنی‌دار نیست. فیبر و کنسانتره به ترتیب اثر درجه دوم معنی‌دار ($p<0/05$) و غیر معنی‌دار نشان دادند. با توجه به شکل۱ و جدول۲ می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش فیبر سیب‌زمینی دانسیته افزایش و با افزایش میزان کنسانتره پروتئین سیاهدانه، دانسیته افزایش اندکی و پس از آن اثری بر میزان دانسیته ندارد. حجم نان به طور قابل ملاحظه‌ای به میزان پلی ساکاریدهای با وزن مولکولی کوچک و در دسترس مخمر، بستگی دارد. با توجه به اینکه در این پژوهش، میزان کربوهیدرات مصرفی ثابت است، از اینرو تغییرات دانسیته را می‌توان به توانایی متفاوت خمیرها در نگهداری دی اکسید کربن مربوط دانست. به نظر می‌رسد که حضور پروتئین‌ها باعث شده که در دمای بالا دچار دناتوراسیون شوند و به عنوان حامل‌های ساختاری با نشاسته و هیدروکلوئیدها عمل کنند. توانایی تشکیل ساختار پروتئین‌ها به توانایی تورم و خصوصیات امولسیون کنندگی‌شان بستگی دارد [۲۱]. علت افزایش دانسیته نان تست با افزایش میزان کنسانتره سیاهدانه و فیبر سیب زمینی، جذب آب توسط پروتئین و فیبر و افزایش ویسکوزیته محیط و در نتیجه عدم انبساط هوا به هنگام پخت نان تست است. از اینرو، کاهش حجم نان در مقادیر بالای پروتئین می‌تواند ناشی از قوام بالای خمیر باشد. به طور کلی، مقاومت و قوام خمیر نهایی منجر به کاهش الاستیسیته و کاهش تورم طی فرایند تخمیر می‌گردد[۲۲].کاهش حجم مخصوص نان با افزایش میزان پروتئین کازئین و آلبومین تخم مرغ قبلاً هم بیان شده بود[۲۳].همچنین، افزودن پروتئین سیب زمینی (۲ درصد) حجم نان را افزایش می‌دهد و در مقادیر بالا (۱۰ درصد) حجم مجدداً کاهش می‌یابد[۷].کروکت و همکاران[1] (۲۰۱۱) گزارش کردند که با افزودن ایزوله پروتئین سویا، ابتدا حجم نان افزایش و در مقادیر بالاتر حجم نان کاهش می‌یابد. در خصوص سفیده تخم مرغ تنها در مقادیر بالا اثر معنی‌دار بر حجم نان مشاهده شد. افزودن پروتئین سویا و کلاژن، حجم مخصوص نان را در مقایسه با نمونه شاهد کاهش داد[۹].

۳-۲- نتایج تخلخل نمونه‌ها

تخلخل یکی از پارامترهای مهم مغز نان است و به طور کلی اشاره به ساختار منافذ در مغز نان دارد و یکی از پارامترهای مهم در تعیین خواص کیفی مغز نان به شمار می‌رود[۲٤].

1. Crockett et al.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

Table 2 Regression coefficients of responses models fitting for effect of potato fiber and Nigella sativa Linn concentrate on the physical characteristics of gluten-free toast bread

Term	Density	Porosity
K0	0.8150***	16.91***
A	-0.1298***	10.07***
B	-.0487***	6.69
AB	0.0171*	-1.46
A^2	0.0102**	-0.69**
B^2	0.0023	-0.33
A^2B	-	-
AB^2	-0.00075*	0.0731***
Lack of fit (p-value)	0.387	0.441
R^2	0.800	0.685

Significance level: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01.

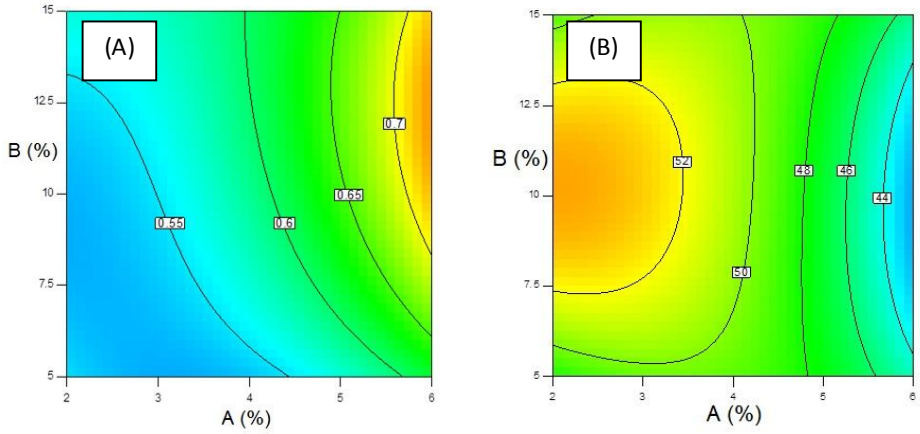

Fig 1 Counter plots showing the effect of potato fiber and Nigella sativa Linn concentrate on the density (A) and porosity (B) of gluten-free toast bread

فیبر سیب زمینی اثر خطی مثبت معنی‌داری در سطح ۹۹٪ نشان داد؛ اما کنسانتره و اثر متقابل آن با فیبر معنی‌دار (p>۰/۰۵) نبود. اثر درجه دوم کنسانتره نیز معنی‌دار نبود؛ اما فیبر سیب زمینی دارای اثر درجه دوم منفی معنی‌داری (p<۰/۰۵) است. با توجه به شکل۱ و جدول۲ می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش فیبر سیب‌زمینی، تخلخل کاهش یافته و میزان کنسانتره پروتئین سیاهدانه بر این فاکتور بی‌تأثیراست.ویتزاک و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که با افزایش میزان پروتئین سیب زمینی، تخلخل در نان کاهش می‌یابد[۷]. نتایج تحقیق دیگری نشان داد که افزودن پروتئین‌های نخود فرنگی، کلاژن، لوپین و سویا تخلخل را افزایش اما دانسیته سلولی را کاهش می‌دهد که ناشی از افزایش منافذ آنها با افزودن پروتئین می‌باشد[۲۱].

۳-۳- نتایج رطوبت نان

تغییرات رطوبت در طی زمان در جدول۳ نشان می‌دهد که فیبر سیب‌زمینی و زمان نگهداری اثر خطی مثبت معنی‌داری بر تغییرات رطوبت در سطح ۹۹٪ دارد؛ در صورتیکه اثر کنسانتره پروتئین سیاهدانه غیرمعنی‌دار (p > ۰/۰۵) است. اثر متقابل این دو فاکتور در سطح ۹۹ ٪ معنی‌دار و مثبت است. اثر درجه دوم فیبر سیب زمینی و کنسانتره پروتئین سیاهدانه هم معنی‌دار نبود. در جدول۳ فیبر سیب زمینی، کنسانتره سیاهدانه، اثر متقابل آنها و درجه دوم آنها اثری بر رطوبت نان‌های تست طی دوره نگهداری نشان ندادند. با توجه به شکل۲، با افزایش میزان فیبر سیب‌زمینی در روز های اول و دوم، رطوبت بدون تغییر است ولی در روز چهارم رطوبت نان کاهش پیدا کرد. با افزایش کنسانتره پروتئین

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

سیاهدانه در روزهای اول و چهارم، رطوبت به یک اندازه کاهش یافت؛ ولی در روز دوم به شدت کاهش نشان داد. بطور کلی در طی زمان رطوبت نان تست کاهش پیدا کرده است. در حقیقت، پروتئین به واسطه ظرفیت نگهداری آب، می‌تواند مانع خوبی در برابر افت رطوبت در محصولات نانوایی باشد. علاوه بر پروتئین، فیبر هم می‌تواند فاکتور مهمی در کاهش افت رطوبت باشد. فیبرها ظرفیت نگهداری آب بالایی دارند و می‌توانند به واسطه پیوندهای هیدروژنی، آب را در خود نگه دارند[۲۲]. همچنین، آنزیم ترانس گلوتامیناز با تشکیل پیوند عرضی بین اسید آمینه‌های گلوتامین و لیزین و تشکیل شبکه می‌تواند آب سیستم را به دام اندازد و سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب شود. در واقع، به علت فعالیت پیوند عرضی دهنده آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب تشکیل پلیمرهای پروتئینی با ظرفیت نگهداری آب بالا می‌شود[۲۵]. نتایج تحقیقی نشان داد که با افزودن کنسانتره پروتئین سبوس برنج و سفیده تخم‌مرغ افت رطوبت نان بدون گلوتن در مقایسه با شاهد،کاهش یافت[۲۲].

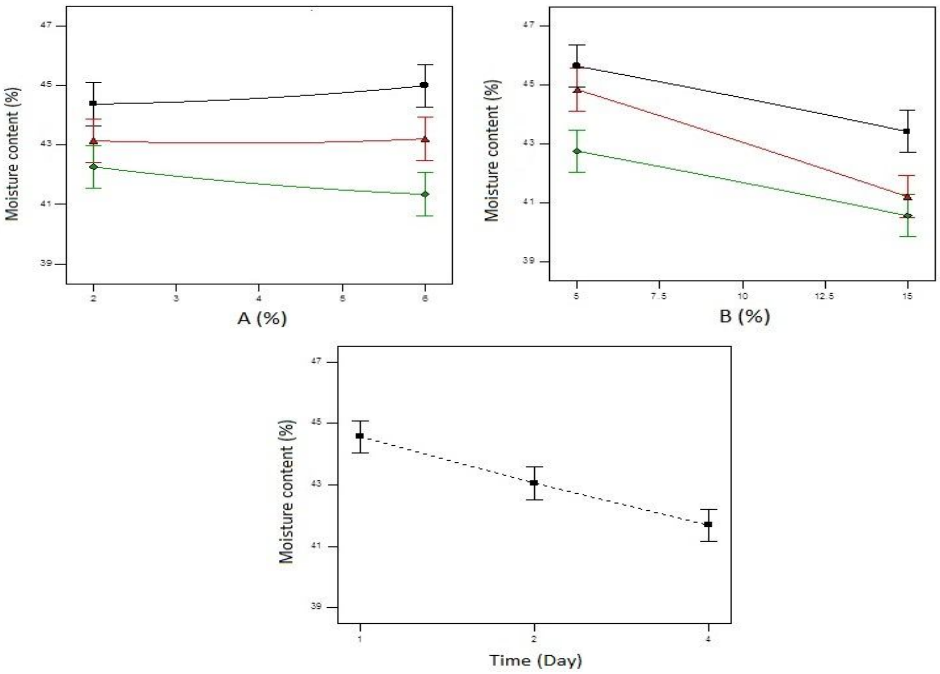

Fig 2 One factor plots showing the effect of potato fiber and Nigella sativa Linn concentrate on the moisture content of gluten-free toast bread (■,Black: Day 1; ▲,Red: Day 2; ●,Green: Day 4)

۳-٤- نتایج خصوصیات بافتی نان

ارزیابی خصوصیات خمیر به عنوان پارامتر مهمی در عملکرد خمیر محسوب می‌شود زیرا این خصوصیات اطلاعاتی در مورد ساختارهای نشاسته و گلوتن می‌دهد. به واسطه اینکه ماتریکس‌های خمیرهای بدون گلوتن از لحاظ ساختاری با خمیرهای گلوتن‌دار متفاوت هستند، ارزیابی رئولوژیکی ماتریکس‌های بدون گلوتن می‌تواند به عنوان نشانگری در خصوصیات عملکردی بعدی خمیر باشد[۲۳].

سفتی: با توجه به نتایج تغییرات سفتی در طی زمان در جدول۳ نشان داد که هر سه فاکتور فیبر سیب‌زمینی، کنسانتره پروتئین سیاهدانه و زمان نگهداری بر تغییرات سفتی در سطح ۹۹٪ دارای اثر معنی‌دار مثبتی هستند. اثر متقابل این دو فاکتور معنی‌دار ($p<0.05$) نبود. تنها فیبر دارای اثر درجه دوم مثبت در سطح ۰/۰۱ بود. همچنین، فاکتورهای مربوطه هیچگونه تأثیر معنی‌داری بر میزان سفتی طی زمان (روزهای ۱، ۲ و ٤) ندارد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

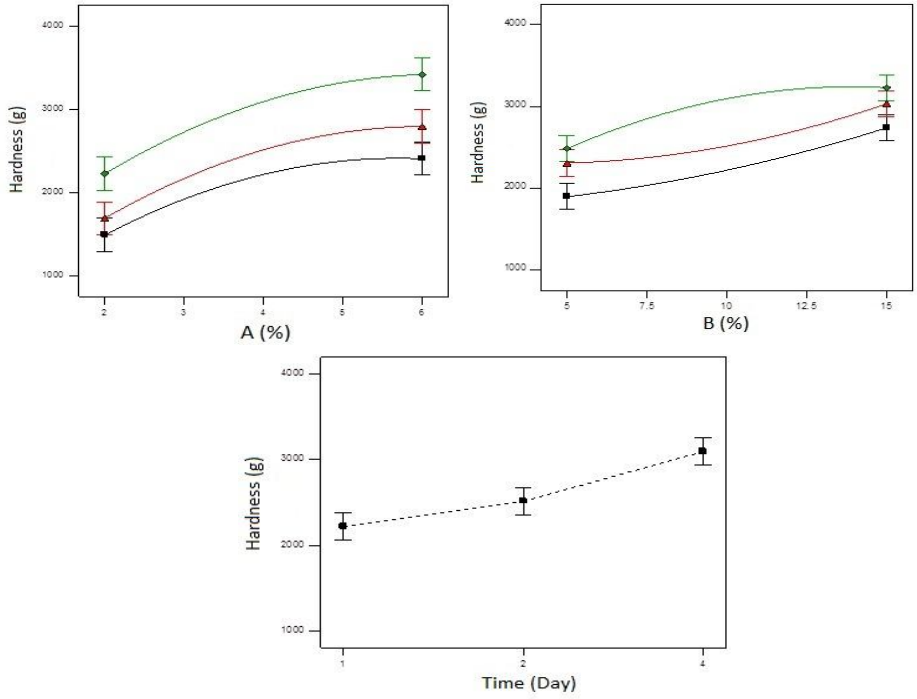

Fig 3 One factor plots showing the effect of potato fiber and Nigella sativa Linn concentrate on the hardness of gluten-free toast bread (■,Black: Day 1; ▲,Red: Day 2; ●,Green: Day 4)

با توجه به شکل۳ با افزایش فیبر سیب‌زمینی سفتی نان، در روزهای اول، دوم و چهارم ابتدا افزایش پیدا می‌کند ولی پس از آن بدون تغییر می‌ماند. در خصوص کنسانتره سیاهدانه، با افزایش میزان کنسانتره پروتئین سیاهدانه در روزهای اول و دوم، افزایش یافت و در روز چهارم، ابتدا افزایش و پس از آن تغییر نکرد. بطور کلی، در طی زمان میزان تغییرات سفتی نان تست افزایش می‌یابد اما تغییرات آن طی روزهای اول و دوم کمتر و در روز چهارم شدیدتر است. در پژوهشی گزارش شد که خصوصیات بافتی خمیر تحت تأثیر افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و کازیین است، اما اثر آلبومین تنها در برهمکنش با کازیین معنی‌دار ($p<0.05$) است که به دلیل اثر هم افزایی آن‌هاست. با افزایش میزان پروتئین، سفتی هم افزایش یافت[۲۳].

پیوستگی: در خمیرهای گندم، پیوستگی به عنوان یک پارامتر پیش گویی کننده در کیفیت محصولات پخت به حساب می‌آید، زیرا خمیرهای گندم چسبنده نان‌های نرمتر با حجم مخصوص بالاتر ایجاد می‌کنند[۲۳]. با توجه به نتایج تغییرات پیوستگی در طی زمان در جدول۳ نشان داد که هر سه فاکتور فیبر سیب‌زمینی، کنسانتره پروتئین سیاهدانه و زمان نگهداری بر تغییرات پیوستگی در سطح ۹۹٪ معنی‌دار هستند. همچنین، اثر متقابل این سه فاکتور (فیبر و زمان، کنسانتره و زمان) در سطح ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشد. با توجه به جدول۳ فیبر سیب زمینی و کنسانتره پروتئین سیاهدانه و اثر متقابل آنها طی دوره نگهداری اثر معنی‌داری بر پیوستگی نان تست نشان نداد.

روز اول و دوم به یک میزان کاهش یافت. همچنین، در روز چهارم پیوستگی با شدت کمتر نسبت به روز اول و دوم، کاهش نشان داد. با افزایش کنسانتره پروتئین سیاهدانه، پیوستگی در روز اول به شدت کاهش ولی در روز دوم و چهارم به شدت کمتر نسبت به روز اول کاهش یافت. بطور کلی در طی زمان میزان تغییرات پیوستگی نان تست روند کاهشی نشان داد. بر طبق پژوهش‌های قبلی، افزودن تکی آنزیم ترانس گلوتامیناز و کازیین منجر به کاهش معنی‌دار پیوستگی خمیر شد [۲۳].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

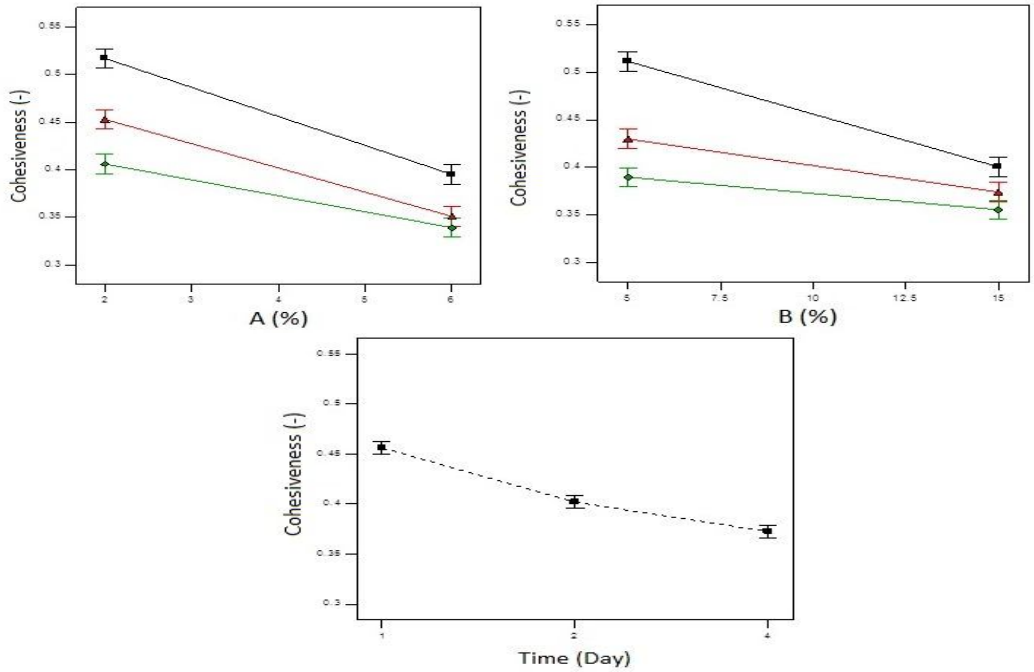

Fig 4 One factor plots showing the effect of potato fiber and Nigella sativa Linn concentrate on the cohesiveness of gluten-free toast bread (■,Black: Day 1; ▲,Red: Day 2; ●,Green: Day 4)

با توجه به شکل٤ با افزایش فیبر سیب‌زمینی میزان پیوستگی در **فنریت**:با توجه به نتایج تغییرات فنریت در طی زمان در جدول۳، اثر هر سه فاکتور فیبر سیب‌زمینی، کنسانتره پروتئین سیاهدانه و زمان بر تغییرات فنریت غیرمعنی‌دار (p۰/۰۵<) است. همچنین، اثر متقابل این دوفاکتور نیز غیرمعنی‌دار بود. در جدول۳نیز اثر فیبر سیب زمینی و کنسانتره پروتئین سیاهدانه بر میزان فنریت طی دوره نگهداری معنی‌دار نبود.

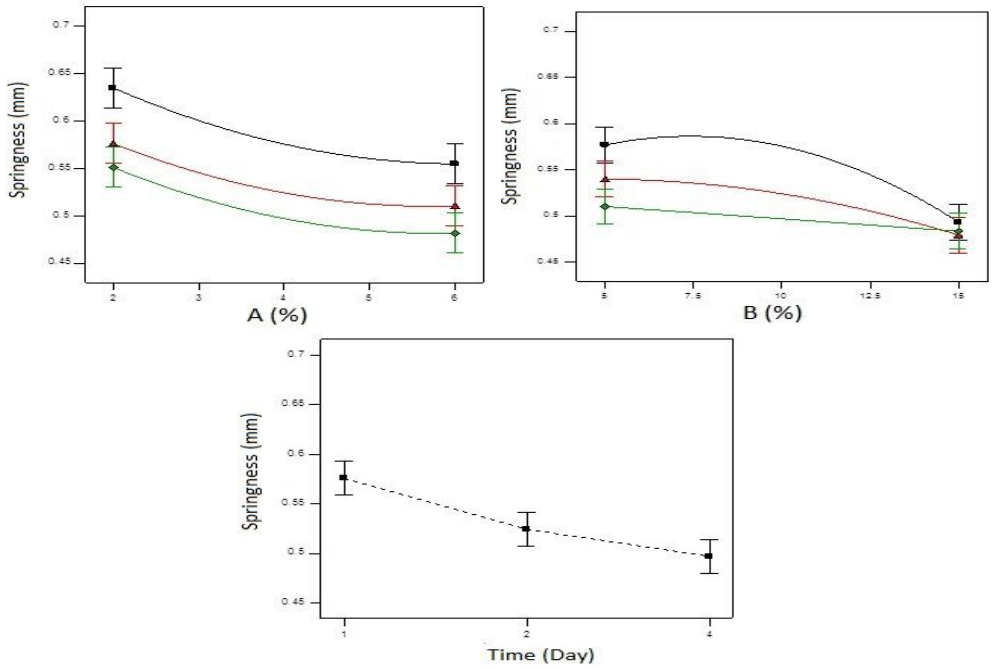

Fig 5 One factor plots showing the effect of potato fiber and Nigella sativa Linn concentrate on the springiness of gluten-free toast bread (■,Black: Day 1; ▲,Red: Day 2; ●,Green: Day 4)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

با توجه به شکل۵ با افـزایش فیبـر سـیب زمینـی، فنریـت نـان در روزهای اول، دوم و چهارم ابتدا به یک اندازه کاهش پیدا مـی‌کنـد و پس از آن بدون تغییر ماند. همچنین با افزایش کنسانتره پـروتئین سیاهدانه، فنریت ابتدا اندکی افزایش ولـی پـس ازآن کـاهش پیـدا کرد. به علاوه، در روز دوم فنریت بدون تغییر ولـی سـپس کـاهش پیدا می‌کند، در روزچهارم فنریت بدون تغییر است. بطور کلـی در طی زمان میزان تغییرات فنریت نان تست کاهش یافت.

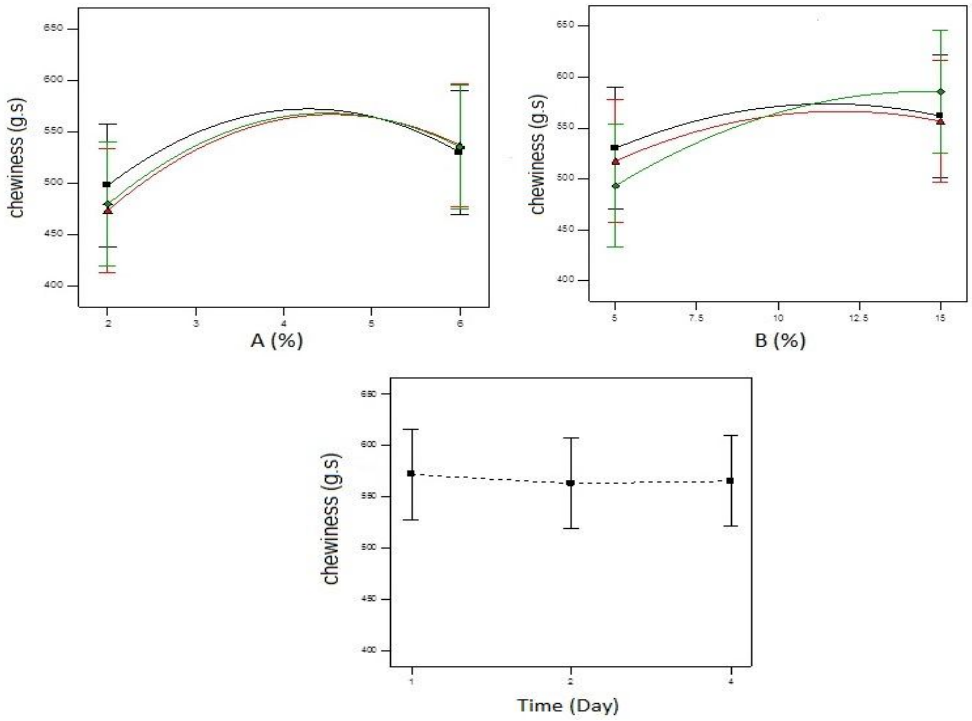

Fig 6 One factor plots showing the effect of potato fiber and Nigella sativa Linn concentrate on the chewiness of gluten-free toast bread (■,Black: Day 1; ▲,Red: Day 2; ●,Green: Day 4)

قابلیت جویدن: با توجه به جدول۳، اثر خطـی و درجـه دوم فیبـر سیب زمینی و اثر تقابـل آن بـا کنـسانتره در سـطح ۹۵٪ معنـی‌دار است. ولی اثر کنـسانتره پـروتئین سـیاهدانه و زمـان نگهـداری بـر تغییرات پیوستگی غیرمعنی‌دار است. جدول۳نشان داد که اثر فیبر سیب زمینی و اثر متقابل آن بر قابلیـت جویـدن نـان تـست طـی روزهای اول، دوم و چهارم معنی‌دار نبود. با توجه بـه شـکل ٦ بـا افزایش در فیبر سیب زمینی، قابلیت جویدن نـان در روزهـای اول، دوم و چهارم ابتدا افزایش ولی پس از آن کاهش یافت.

همچنین با افزایش کنسانتره پروتئین سیاهدانه، قابلیـت جویـدن در روز اول و دوم در ابتدا افزایش اندکی و پـس از آن کـاهش کمـی پیدا کرد ولی قابلیت جویدن در روز چهارم به نسبت روزهای اول و دوم به نسبت بیشتری افزایش یافت به گونه‌ای که می‌تـوان آن را بدون تغییر گزارش کرد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

Table 3 Regression coefficients of responses models fitting for effect of potato fiber and Nigella sativa Linn concentrate on the moisture content and textural properties of gluten-free toast bread during storage

Term	Moisture content	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Chewiness
K0	15.48***	2777000***	0.03405***	0.01641	35000***
A	15.25***	22715000***	0.12725***	0.02971	228000***
B	1.90	8000000***	0.06076***	0.13636	382
T	55.99***	2853000***	0.04853***	0.01870	543
AB	17.71***	38000	0.00019	0.000111	71000***
AT	2.72	89000	0.00350***	0.00026	1000
BT	3.06	17000	0.00706***	0.00365	5000
A^2	0.22	1311000***	-	0.00666	59000**
B^2	0.02	383	-	0.00604	12000
A^2B	36.11***	-	-	0.01282	24000
AB^2	6.51**	353000**	-	0.00422	43000*
B^2T	-	270000*	-	0.00251	-
Lack of fit (p-value)	3.33	117000	0.00076	0.00084	12000
R^2	0.648	0.863	0.887	0.781	0.373

Significance level: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01.

۳-۵- نتایج پارامترهای رنگی پوسته و مغز نان

رنگ سطح و مغز محصولات نانوایی از جمله خصوصیات کیفی مهمی است که بر انتخاب محصول نهایی از جانب مصرف کننده مؤثر است. رنگ سطح نان عمدتاً به واکنش‌های کاراملیزاسیون و مایلارد بستگی دارد. این فرایندها نه تنها رنگ پوسته را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بلکه بر بافت و طعم محصول نهایی هم مؤثر است[۱۱].اثر فیبر سیب زمینی و کنسانتره سیاهدانه بر میزان روشنایی پوسته هر یک به تنهایی اثر خطی مثبت معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ نشان دادند. همچنین اثر متقابل این دو فاکتور مستقل و اثر درجه دوم آن در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بود. با توجه به شکل۷ و جدول٤، با افزایش فیبر سیب‌زمینی، ابتدا L^* پوسته نان افزایش یافته و پس از آن بدون تغییر ماند. همچنین، با افزایش کنسانتره پروتئین سیاهدانه،L^* پوسته نان به شدت کاهش پیدا می‌کند. در خصوص میزان قرمزی پوسته نان نشان داد که فیبر سیب‌زمینی اثر خطی مثبت معنی‌داری در سطح ۹۹٪ دارد؛ اما اثر کنسانتره پروتئین سیاهدانه غیر معنی‌دار است. اثر متقابل فیبر و کنسانتره و اثر درجه دوم هر یک از آنها معنی‌دار(p>۰/۰۵) نبود. با افزایش فیبرسیب‌زمینی تأثیر کاهشی در میزان a^* پوسته نان مشاهده می‌شود، همچنین با افزایش کنسانتره پروتئین سیاهدانه، تغییراتی در a^* پوسته نان دیده نمی‌شود. میزان زردی پوسته نشان داد که تأثیر فیبر سیب‌زمینی غیرمعنی‌دار (p>۰/۰۵) است؛ ولی کنسانتره پروتئین سیاهدانه در سطح ۹۹٪ دارای اثر منفی معنی‌داری می‌باشد.همچنین، اثر متقابل در سطح ۹۹٪ معنی‌دار است. فیبر سیب زمینی دارای اثر درجه دوم مثبت معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ است. در مجموع، با افزایش فیبر سیب‌زمینی، میزان زردی در ابتدا کاهش و سپس باعث افزایش میزان b^* پوسته نان می‌شود. همچنین با افزایش کنسانتره پروتئین سیاهدانه، b^* کاهش می‌یابد.

در خصوص رنگ سنجی مغز نان، نتایج نشان داد که فیبر سیب زمینی و کنسانتره سیاهدانه اثر خطی منفی معنی‌دار بر میزان روشنایی مغز در سطح ۹۵٪ نشان دادند. اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود. اثر درجه دوم آنها مثبت و در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود. با افزایش فیبر سیب‌زمینی، افزایش اندکی در میزان L^* مغز نان مشاهده شد، همچنین با افزایش کنسانتره پروتئین سیاهدانه، باعث کاهش و پس از آن بدون تغییر درL^* مغز نان می‌شود. اثر فیبر سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین سیاهدانه بر میزان قرمزی مغز نان نشان داد که تأثیر فاکتور فیبر سیب‌زمینی در سطح ۹۵ ٪ معنی‌دار است ولی کنسانتره پروتئین سیاهدانه غیر معنی‌دار می‌باشد.همچنین اثر متقابل آن‌ها غیر معنی‌دار است. به طور کلی، با افزایش فیبر سیب‌زمینی ابتدا میزان a^*مغز نان افزایش پیدا می‌کند و پس از آن بدون تغییر است. میزان زردی مغز نان نشان داد که تأثیر فاکتور فیبر سیب‌زمینی در سطح ۹۵٪ معنی‌دار و کنسانتره پروتئین سیاهدانه در سطح ۹۹٪ معنی‌دار است (اثر منفی). همچنین، اثر متقابل آنها در سطح ۹۵٪ معنی‌دار است. اثر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

درجه دوم کنسانتره سیاهدانه در سطح ۹۵٪ معنی‌دار؛ اما در خصوص فیبر سیب زمینی اینگونه نبود. تأثیر مقادیر فیبر سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین سیاهدانه نشان داد که افزایش فیبر سیب‌زمینی، باعث کاهش بسیار اندکی در میزان *b مغز نان می‌شود، همچنین افزایش کنسانتره پروتئین سیاهدانه، باعث کاهش در میزان *b می‌گردد.

به طور کلی افزودن پروتئین‌ها به نان‌های بدون گلوتن به دلیل تغییرات رنگی سطح نان منجر به پذیرش بهتر آنها در مقایسه با شاهد می‌گردد[۲۱]. استفاده از ایزوله‌های پروتئینی به نظر می‌رسد که به واسطه دارا بودن آمینواسیدها، واکنش‌های مایلارد را تسریع می‌کنند که به دلیل واکنش آنها با گروه‌های قندی است که تولید ترکیبات با رنگ سیاه-قهوه‌ای می‌کند. نتایجی مشابه در خصوص کاهش روشنایی سطح محصولات نانوایی با افزودن پروتئین‌های گیاهی و جانوری در تحقیقات قبلی گزارش شده است.

Table 4 Regression coefficients of responses models fitting for effect of potato fiber and Nigella sativa Linn concentrate on the colorimetry of gluten-free toast bread

Term	Crust			Crumb		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
K0	-54.2***	-3.95***	29.5***	84.8***	-1.120**	25.5***
A	78.1***	1.35***	-11.3	-8.43**	1.1012**	-6.12**
B	2.49***	1.26	-0.78***	-7.45***	-	-2.13***
AB	-4.25***	-0.292	0.343**	1.29	-	0.557**
A^2	-10.9***	-0.047	1.61***	1.03**	1.027*	0.652
B^2	0.299***	-0.0668	-0.067	0.186***	-	0.0288**
A^2B	0.877***	-	-0.0863***	-0.152***	-	-0.0609**
AB^2	-0.120***	0.0153***	0.0217***	-	-	-
Lack of fit (p-value)	0.899	0.238	0.686	0.411	0.147	0.988
R^2	0.970	0.667	0.917	0.945	0.283	0.887

Significance level: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01.

زابیرو و همکاران[1] (۲۰۱۳) گزارش کردند که افزودن پروتئین نخود فرنگی، کلاژن و لوپین به نان‌های بدون گلوتن، پارامتر روشنایی سطح نان را کاهش می‌دهد. افزودن پروتئین نخود فرنگی، لوپین و سویا منجر به قرمزتر شدن در مقایسه با نان شاهد شد. پارامتر *b در نمونه‌های نشان داد که نان‌های حاوی پروتئین سویا و لوپین پارامتر زردی بالاتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها نشان دادند[۲۱]. فاکتور روشنایی پوسته نان با افزودن آرد فندق چربی گیری شده کاهش یافت که ناشی از تیرگی آرد مربوطه است اما در خصوص *a و *b روال منظمی مشاهده نشد[۲۶].

۳-۶- بهینه سازی فرمولاسیون نان تست بدون گلوتن

بررسی نتایج بهینه‌سازی فرمولاسیون نشان داد که نان حاوی ۲/۵ درصد فیبر سیب زمینی و ۷/۵ درصد کنسانتره پروتئین سیاهدانه دارای بهترین کیفیت است و مصرف آن برای بیماران عدم تحمل گلوتن توصیه می‌گردد. چنین نان بهینه شده ای دارای خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بافتی مطابق با جداول۵ و ۶ است. در این جداول اعداد پیش بینی و اعداد واقعی گزارش شده است و در نهایت درصد خطا هم از فرمول زیر جهت اعتبار سنجی و بررسی خطای نقاط بهینه صورت گرفته است.

جهت اعتبار سنجی مدل از فرمول زیر استفاده شده است:

درصد خطا = عدد پیش بینی شده / [(عدد پیش بینی شده)-(عدد واقعی به دست آمده)] ×۱۰۰

1. Ziobro et al.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

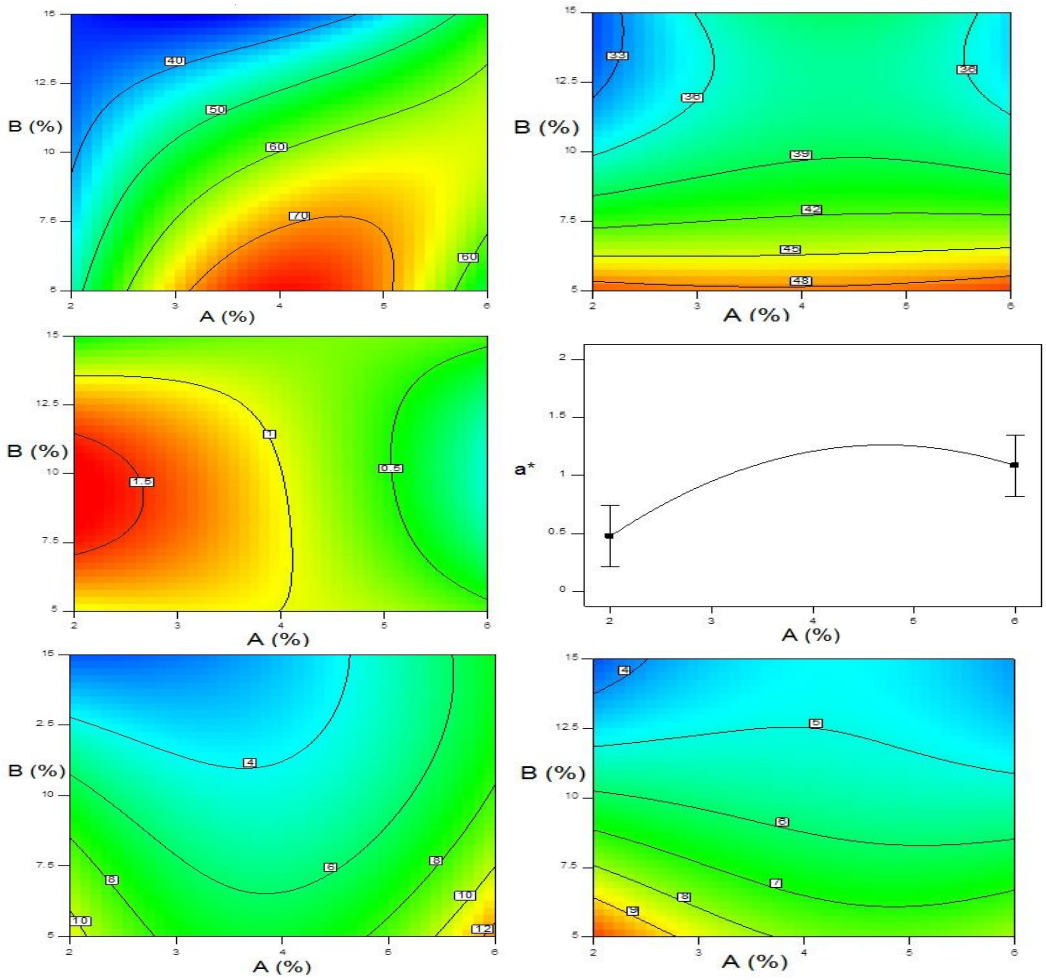

Fig 7 Counter plots showing the effect of potato fiber and Nigella sativa Linn concentrate on the colorimetry characteristics (Right column: bread crust; Left column: bread crumb)

Table 5 Experimental and estimated values using models for physical properties of gluten-free toast bread

Parameters	Estimated value [a]	Experimental value [b]	Error (%)
Density (g/cm^3)	0.535±0.015	0.563±0.029	5.0
Porosity (%)	52.2±1.0	54.0±1.9	3.4
Crust L*	52.6±1.1	54.6±2.0	3.7
Crust a*	1.5±0.1	2.7±0.3	46.1
Crust b*	7.3±0.5	10.1±0.9	28.1
Crumb L*	41.7±0.6	46.0±1.2	9.3
Crumb a*	0.7±0.1	5.2±0.4	85.7
Crumb b*	7.5±0.3	13.2±0.6	42.8

[a] and [b] indicate the mean±standard error and mean±standard deviation , respectively.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

Table 6 Experimental and estimated values using models for chemical and textural properties of gluten-free toast bread

Time (Day)	Parameters	Estimated value [a]	Experimental value [b]	Error (%)
1	Moisture content (%)	44.9±0.4	46.8±0.9	4.1
1	Hardness (g)	1495±108	1712±216	12.7
1	Cohesiveness (-)	0.531±0.007	0.499±0.016	6.3
1	Springiness (mm)	0.586±0.023	0.632±0.011	7.8
1	Chewiness (g.s)	501±73	497±34	0.7
2	Moisture content (%)	43.9±0.4	43.8±0.9	0.2
2	Hardness (g)	1763±108	1980±216	10.9
2	Cohesiveness (-)	0.455±0.108	0.424±0.016	7.4
2	Springiness (mm)	0.576±0.011	0.530±0.023	8.7
2	Chewiness (g.s)	457±34	445±73	6.8
4	Moisture content (%)	42.6±0.4	40.5±0.9	5.1
4	Hardness (g)	2205±108	2422±216	8.9
4	Cohesiveness (-)	0.407±0.007	0.376±0.016	8.3
4	Springiness (mm)	0.543±0.011	0.500±0.023	9.2
4	Chewiness (g.s)	467±34	455±73	2.7

[a] and [b] indicate the mean±standard error and mean±standard deviation , respectively.

٤- نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق نشان داد که روش سطح پاسخ می‌تواند به خوبی در بهینه سازی خصوصیات نان تست به کار برد. مدل‌های پیشنهادی از ضریب تبیین بالا و معنی‌داری برخوردار بودند. آزمون عدم برازش معنی‌دار نبود که نشانگر کارایی مدل‌های پیشنهادی ارائه شده در پیش بینی ویژگی‌های مورد ارزیابی است. نتایج پژوهش نشان داد که می‌توان با کنترل شرایط بهینه بین کنسانتره پروتئین سیاهدانه و فیبر سیب زمینی به نان تست با کیفیت مناسب دست یافت. استفاده از ترکیبات پروتئینی در فرمولاسیون نان‌های بدون گلوتن اثرات متفاوتی بر خصوصیات خمیر و کیفیت نان دارد. به طور کلی، استفاده از کنسانتره و ایزوله پروتئین ساختار خمیر را سفت می‌کند. جایگزینی صمغ‌ها با پروتئین‌ها بر ساختار نان تأثیرگذار هستند و اثرات مثبتی بر رنگ، بافت خمیر و پذیرش محصول دارد. لازم به ذکر است که جایگزینی پروتئین‌ها به جای صمغ در محصولات بدون گلوتن منجر به سفت شدن بافت محصول طی دوره نگهداری می‌گردد که می‌توان با استفاده همزمان پروتئین و صمغ این مشکل را حل نمود. استفاده از کنجاله سیاهدانه به طور معنی‌داری بر خصوصیات نان تست تولیدی مؤثر بود. اثر دقیق آن بر روی خصوصیات نان‌ها به میزان مصرف آن بستگی دارد. کنسانتره سیاهدانه می‌تواند به عنوان یک منبع ارزشمند غذایی در فرمولاسیون نان‌های بدون گلوتن استفاده گردد. با این وجود، اپتیمم سازی فرمولاسیون نهایی از نظر مواد دیگر فرمولاسیون نان به منظور به حداقل رساندن اثرات آن‌ها بر خصوصیات تکنولوژیکی و حسی نیاز است. بررسی نتایج بهینه سازی فرمولاسیون نشان داد که نان تست حاوی ۷/۵ درصد پروتئین کنجاله سیاهدانه و ۲/۵ درصد فیبر سیب زمینی دارای بهترین کیفیت بوده و جهت تولید پیشنهاد می‌گردد.

٤- منابع

[1] Anonymous. 1382. Cereal and cereal products-Flat bread-Sangak. ISIRI number 6943. [In persian].

[2] Mohsen S M, Yaseen A A, Ammar A M, Mohammad A A. 2010. Quality characteristics improvement of low-phenylalanine toast bread. International Jornal of Fodd Science and Technology. 45: 2042-2051.

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

[4] Moore M M, Schober T J, Dockery P, Arendt E K. 2004. Textural comparisons of gluten-free and wheat-bread doughs, batters, and breads. Cereal Chemistry. 81: 567-575.

[5] Belitz H, Grosch W, Schieberle P. 20099. Food chemistry. 4thed: Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, Germany.

[6] Marco C, Rosell C M. 2008. Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

breads. European Food Research and Technology, 227: 1205-1213.
[7] Witczak T, Juszczak L, Ziobro R, Korus J. 2016. Rheology of gluten-free dough and physical characteristics of bread with potato protein. Journal of Food Process Engineering. 40: 1-11.
[8] Aprodu I, Badiu EA, Banu I. 2016. Influence of protein and water addition on gluten-free dough properties and bread quality. International Journal of Food Engineering. 1-9.
[9] Crockett R, Ie P, Vodovotz Y. 2011. Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten-free bread. Food chemistry. 129: 84-91.
[10] Korus J, Witczak M, Ziobro R, Juszczak L. 2017. Hemp (Cannabis sativa subsp. sativa) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agent in starch based gluten-free bread. Accepted.
[11] Shevkani K, Singh N. 2014. Influence of kidney bean, field pea and amaranth protein isolates on the characteristics of starch‐based gluten‐free muffins. International Journal of Food Science and Technology. 49: 2237-2244.
[12] Khan M A. 1999. Chemical composition and medicinal properties of Nigella sativa Linn. Inflammopharmacology. 7: 15-35.
[13] Lunn J, Buttriss J. 2007. Carbohydrates and dietary fibre. Nutrition Bulletin. 32: 21-64.
[14] Yaghbani M, Mohammadzadeh J. 2007. Optimization of extraction and precipitation conditions on preparation of protein isolate from rapeseed meal. Journal of Agricultural Engineering Research. 7: 129-138.
[15] American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved Methods of AACC. St.Paul, MN.
[16] Sahraiyan B, MazaheriTehrani M, Naghipour F, GhiafehDavoodi M, Soleimani M. 2013. The effect of mixing wheat flour with rice bran and soybean flour on physicochemical and sensory properties of baguettes. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 8: 229-240. [in persian]
[17] AOAC. 2003. Official Methods of Analysis.(17th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
[18] Wang J, Rosell C M, de Barber C B. 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. Food chemistry. 79: 221-226.
[19] Majzoobi M, Ghiasi F, Habibi S, Hedayati S, Farahnaky A. 2013. Influnce of soy protein isolate on the uality of batter and sponge cake. Journal of Food Processing and Preservation. 1-7.
[20] Jia C, Huang W, Ji L, Zhang L, Li N, Li Y. 2014. Improvement of hydrocolloid characteristics added to angel food cake by modifying the thermal and physical properties of frozen batter. Food Hydrocolloids. 401: 227-232.
[21] Ziobro R, Witczak M, Juszczak L, Korus J. 2013. Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. Food Hydrocolloids. 32: 213-220.
[22] Phongthai S, D'Amico S, Schoenlechner R, Rawdkuen S. 2016. Comparative study of rice bran protein concentrate and egg albumin on gluten-free bread properties. Journal of Cereal Science. 72: 38-45.
[23] Storck C R, da Rosa Zavareze E, Gularte M A, Elias M C, Rosell C M. Dias A R G. 2013. Protein enrichment and its effects on gluten-free bread characteristics. LWT-Food Science and Technology. 53: 346-354.
[24] Rostamian M, Milani J M, Maleki G. 2011. Utilization of maize and chickpea flour for gluten-free bread making. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology. 1: 117-128. [in persian]
[25] Pouresmaeil N, Azizi MH, Abbasi S, Mohamadi M. 2011. Formulation of Gluten Free Bread Using Guar and Microbial Transglutaminase Enzyme. Journal of Food Research (Agricultural science). 21: 69-81. [in persian]
[26] Tunç M T, Kahyaoglu T. 2016. Improving Rheological and Baking Properties of Gluten-Free Breads Using Defatted Hazelnut Flour with Various Gums. International Journal of Food Engineering. 12: 343-353.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

Effect of the Nigella sativa Linn concentrate addition on the physical and quality characteristics of gluten-free toast bread during storage

Alishahi, F. [1], Fazel, M. [2*]

1. Master student of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Branch of Isfahan (Khorasgan), Isfahan, Iran.
2. Assistant Professor of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Branch of Isfahan (Khorasgan), Isfahan, Iran.

(Received: 2018/09/25 Accepted:2019/08/24)

Celiac disease is an autoimmune disorder in which the patient is permanently exposed to gluten intolerance during their life. The only effective method for celiac disease is strict adherence to a gluten-free diet. So, attention to the high quality food production without gluten is important. The aim of this study is to produce gluten-free bread toast using Nigella sativa Linnconcentrateas an alternative to gluten and potato fiber. The Response Surface Method was used with two variables of potato fiber (2 to 6 %) and Nigella sativa Linnconcentrate (5 to 15 %). With increasing potato fiber and Nigella sativa Linnconcentrate, bread density increased significantly ($p<0.05$). Potato fiber resulted in a significant decrease in porosity, but Nigella sativa Linnconcentratewas ineffective (0.01%). Potato fiber and Nigella sativa Linnconcentrateshowed a linear effect alone at the level of 0.05. Moisture content decreased with increasing fiber and Nigella sativa Linnconcentrate, but the effect of protein concentrate was not significant ($p>0.05$). In addition, moisture content of bread decreased during storage. Potato fiber and protein concentrate had a significant effect on the hardness of bread texture and the texture increased during the four days storage period. The non-fit index for all models was not significant (0.05%). The optimization of bread formulation showed that the toast containing 7.5% of Nigella sativa Linnconcentrateand 2.5% potato fiber had the best quality and is recommended for production.

Keywords: Gluten-free, Nigella sativa Linn concentrate, Bread, Texture, Color

* Corresponding Author E-Mail Address: mfazeln@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]