مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

اثر پودر سنجد بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان فاقد گلوتن

اکرم لوینی[۱]، فروغ محترمی[۲*]، سجاد پیرسا[۳]، انیس طالبی[۴]

۱- کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، موسسه آموزش عالی آفاق، ارومیه، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۴- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۱

کلمات کلیدی:

نان فاقد گلوتن،

ظرفیت آنتی اکسیدانی،

طرح سطح پاسخ،

آنالیز بافتی.

DOI: 10.52547/fsct.18.119.1

* مسئول مکاتبات:

f.mohtarami@urmia.ac.ir

چکیده

پودر سنجد به علت دارا بودن ویژگی‌های تغذیه‌ای مطلوب نظیر املاح، ویتامین‌ها و غنی بودن از لحاظ فیبر رژیمی می‌تواند به منظور غنی‌سازی و بهبود ارزش تغذیه‌ای محصولات پختی فاقد گلوتن که اغلب محتوای فیبری پایینی دارند استفاده شود؛ لذا هدف از این پژوهش غنی‌سازی نان فاقد گلوتن با پودر سنجد و ایجاد محصول جدید با کیفیت بافتی و تغذیه‌ای مناسب بود؛ که بدین منظور در این پژوهش اثر جایگزینی پودر سنجد در سطوح(۳۰-۰٪) با آردهای فاقد گلوتن (آرد نخود، آرد برنج و نشاسته ذرت) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان فاقد گلوتن در قالب طرح سطح پاسخ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش سطح پودر سنجد محتوای رطوبتی، خاکستر، فیبر، ظرفیت آنتی اکسیدانی،شاخص روشنی (L^*) و شاخص زردی (b^*) نمونه‌ها به طور معناداری افزایش و میزان چربی، پروتئین، کربوهیدارت، کالری و شاخص قرمزی (a^*) نمونه‌ها کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). همچنین محتوای فعالیت آبی تحت تاثیر فاکتور مورد مطالعه قرار نگرفت ($p<۰/۰۵$). با افزایش سطح جایگزینی پودر سنجد میزان سفتی و صمغیت نان‌ها به طور قابل توجهی افزایش یافت. از طرفی در سطوح بالاتر از ۷/۵٪ پودر سنجد حجم مخصوص، پیوستگی و رزیلینسی نمونه‌ها کاهش و میزان افت وزنی نمونه‌ها افزایش یافت($p<۰/۰۵$). درحالیکه نمونه‌های نان با سطوح بالای پودر سنجد جایگزین شده بیشترین ارتجاعیت و قابلیت جویدن را داشتند ولی از لحاظ آماری معنادار نبودند($p<۰/۰۵$). مطابق ارزیابی حسی، نمونه حاوی ۷/۵٪ پودر سنجد از پذیرش کلی بالاتری برخوردار بود. در نهایت نتایج حاصله نشان داد که نمونه غنی شده با ۷/۵٪ پودر سنجد ویژگی‌های مطلوبی نسبت به سایر نمونه‌ها داشت و می‌توان از آن به عنوان یک ماده‌ی اولیه‌ی عملگرا در تولید نان‌های فاقد گلوتن با ارزش تغذیه‌ای بالا و مطلوب به کار برد.

۱- مقدمه

بیماری سلیاک[1] یکی از رایج‌ترین حساسیت‌های غذایی است که با واکنش سیستم ایمنی بدن وایجاد التهاب در مخاط روده کوچک در اثر مصرف فرآورده‌های حاوی گلوتن ناشی می‌شود. در این بیماری روده کوچک نمی‌تواند مواد مغذی را به خوبی جذب کند که از مهم‌ترین این مواد می‌توان آهن، اسید فولیک، کلسیم و ویتامین‌های محلول در چربی را نام برد [۱]. بروز این نارسایی سبب یبوست، کم خونی، دردهای شکمی، نفخ، خستگی، ناباروری و پوکی استخوان می‌گردد که برای درمان این بیماران باید محصولات حاوی گلوتن را به طور کامل از رژیم غذایی فرد حذف کرد [۲]. با توجه به اینکه گلوتن جز ضروری ساختار محصولات غله‌ای محسوب می‌شود، عمده‌ترین مشکل تکنولوژی در جهت تولید محصولات فاقد گلوتن، حذف این ترکیب و جایگزینی آن با سایر ترکیبات می‌باشد. گلوتن پروتئین اصلی تشکیل دهنده ساختار خمیر است که از دو جز گلیادین و گلوتنین تشکیل شده است. شبکه گلوتن تعیین کننده خواص مهم خمیر نظیر ویژگی‌های کشسی و الاستیکی است لذا عدم وجود گلوتن اغلب منجربه تولید خمیر نسبتا مایع، محصول دارای بافت ترد، رنگ ضعیف، حجم کم و دیگر نقایص کیفیتی می‌شود [٤ و ۳]. از این رو پژوهشگران با چالش بزرگی در تولید محصولات غله‌ای بدون گلوتن مواجه هستند که بهمنظور جبران حذف گلوتن و بهبود کیفیت این محصولات، باید از ترکیباتی همچون استفاده ازانواع نشاسته، محصولات لبنی، صمغ‌ها و هیدروکلوئیدها، سایر پروتئین‌های غیرگلوتنی، پریبیوتیک‌ها و یا ترکیبی از این مواد به عنوان جایگزینی برای گلوتن و بهبود محتوای تغذیه‌ای وخواص فیزیکی محصولات فاقد گلوتن و تقلید از خواص ویسکوالاستیک گلوتن مورد استفاده قرارمی‌گیرند[۵و ٦]، که در این راستا از بهبوددهنده‌های بسیاری در خصوص بهبود کیفیت محصولات غله‌ای فاقد گلوتن نظیر تفاله هویج در کیک[۷]، جامبولان و صمغ زانتان[۸]، آرد سیب زمینی [۹] در کلوچه، پودر تفاله پرتقال [۱۰]، آرد بلوط[۱۱]، پودر تفاله هویج [۱۲] در نان و آرد بلوط در بیسکوئیت[۱۳] استفاده شده است. همچنین عوامل محافظت کننده طبیعی نظیر زیره سیاه، رزماری، مریم گلی و ... نیز منجربه کاهش رشد میکروبی، تاخیر در اکسیداسیون، افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی و در نهایت بهبود کیفیت، ماندگاری و افزایش ارزش تغذیه‌ای در محصولات غله‌ای می‌شوند [١٤]. از طرفی استفاده از منابع حاوی فیبر بالا به دلیل پایین بودن محتوای فیبری محصولات فاقد گلوتن ضروری به نظر می‌رسد که در این بین پودر میوه سنجد به عنوان یکی از منابع بهبوددهنده و فاقد گلوتن محسوب شده و با نام علمی Elaeagnus angustifolia L.از خانواده Elaeagnaceae می‌باشد [۱۵]. پودر سنجد دارای مقادیر فراوانی فیبر (۲۰/۷٪)، املاح پتاسیم، منیزیم، سدیم، آهن، کلسیم و همچنین غنی از تانن‌ها بوده و به این علت منجر به کاهش کلسترول، اثرات سیتوتوکسیک بر روی سلول‌های سرطانی انسان و افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات غله‌ای می‌شود. علاوه بر این حاوی مقادیر قابل توجهی ترکیبات فلاونوئیدی، ترپنوئیدی، گلوکز، فروکتوز، اسید فنولیک و اسید کافئیک است. همچنین در طب سنتی بـه عنـوان یک عامل ضد التهاب و ضد درد درکاهش دردهای روماتیسم مفصلی بـه کار می‌رود [١٦]. در طی سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری در خصوص استفاده از پودر سنجد به منظور غنی‌سازی فرآورده‌هایی از جمله همبرگر [۱۷]، کیک اسفنجی [۱۸]، کلوچه [۱۹]، کوکی [۲۰ و ۲۱]، پیراشکی[۲۲]، کیک فنجانی[۲۳] و بیسکوئیت [٢٤] انجام شده است. همچنین استفاده از روش سطح پاسخ یک تکنیک آماری مؤثر برای بهینه‌سازی فرایندها و فرمولاسیون‌ها است که از این روش، برای بهینه‌سازی فرمولاسیون نان برنج مسطح حاوی HPMC و خمیر کنجد [۲۵]، دانه ریحان در نوشیدنی سکنجبین [۲٦]، شیر پروبیوتیک طعم‌دار باسیلوس کوآگولانس و شربت انگور [۲۷]، ماست حاوی شربت انگور [۲۸]، آرد سورگوم، برنج و ارزن [۲۹] وآمیلاز کپسوله شده به همراه مالتودکسترین و موم زنبور عسل [۳۰] در نان بدون گلوتن- ،کیک اسفنجی حاوی [۳۱] Okara و ...گزارش شده است. بنابراین با توجه به نیاز جامعه و بهبود ارزش تغذیه‌ای محصولات غله‌ای فاقد گلوتن، در سال‌های اخیر تلاش‌های گسترده‌ای جهت بهبود ساختار، احساس دهانی، مقبولیت و ماندگاریاین محصولات انجام گرفته است؛ لذا هدف از این پژوهش تولید نان بدون گلوتن با کیفیت و ارزش تغذیه‌ای بالا با جایگزینی پودر سنجد در سطوح ۳۰-۰٪ با آردهای فاقد گلوتن و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بافتی و حسی آن می‌باشد.

1. Celiac disease

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

آرد برنج از شرکت پودرینه شمال، مازندران، ایران (۹/۰۵٪ رطوبت، ۵/۲٪ چربی، ۰/۵٪ خاکستر، ۸/۲٪ پروتئین، ۲/٤٪ فیبر)، آرد نخوداز شرکت تیستی، قم، ایران (٦/٦۰٪ رطوبت، ۵/۱٪ چربی، ۳٪ خاکستر، ۲٤٪ پروتئین، ۳/۲٪ فیبر)، نشاسته ذرت از شرکت خوشه زرین، تهران، ایران(۸/۵٪ رطوبت، ۰/٤٪ چربی، ۰/۳۵٪ خاکستر، ۰/۵٦٪ پروتئین، ۳٪فیبر)، پودر مخمر فوری (Dr.Otkal)، اسفرزه، روغن، نمک، شکر و سنجد از بازار محلی ارومیه تهیه گردیدند. همچنین DPPH، اتانول۹٦٪، متانول، پترلیوم اتر، اسید سولفوریک غلیظ، اسید کلریدریک، هیدروکسید سدیم از برند شرکت مرک (آلمان) از مرکز پخش تجهیزات آزمایشگاهی (جهان کیمیا)، ارومیه، ایران تهیه گردید.

۲-۲-روش‌ها

۲-۲-۱- پودر سنجد

میوه سنجد از بازار محلی ارومیه تهیه و پس از آسیاب(حاوی پوسته، قسمت میانبر آردی و هسته) توسط آسیاب عطاری (آسیاب نیمه صنعتی استیل مدل ۲۰۰۰، ساخت ایران) پودر و بعد از الک با مش ۱۸۰ میکرون، آرد سنجد بدست آمده (۷/۱٪ رطوبت، ۷/۲ ٪ پروتئین، ۲٪ چربی، ۱/۹٪ خاکستر، ۲۰/۷٪ فیبرخام،٤۸/۵٪ قند کل) در کیسه‌های پلی اتیلنی ضخیم در داخل یخچال تا زمان مصرف نگهداری شد.

۲-۲-۲- پودر اسفرزه

دانه اسفرزه پس از آسیاب (آسیاب نیمه صنعتی استیل مدل ۲۰۰۰، ساخت ایران) والک با مش ٦۰ میکرون به صورت پودر بدست آمده (٦/۷٤٪رطوبت، ۲/۹۳٪ چربی، ۳/۸٪ پروتئین، ۲/٦۷٪ خاکستر، ۹/۰۲٪ فیبر) و به عنوان فیبر هیدروکلوئیدی با قابلیت جذب آب بالاکه منجربه پایداری و قوام خمیر می‌شود،در فرمولاسیون نمونه‌های نان فاقد گلوتن مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۲-۳-تهیه نان

فرمولاسیون نان فاقد گلوتن شاهد بر پایه مطالعات آزمایشگاهی مطابق جدول ۱ تهیه گردید. برای ارزیابی اثر پودر سنجد به عنوان یکی از اجزای فرمولاسیون نان فاقد گلوتن جایگزینی آن در سطوح ۳۰-۰ درصد با نشاسته ذرت و آردهای فاقد گلوتن(آرد برنج و آرد نخودچی) مطابق با طرح آماری جدول۲ در ۹ تیمار انجام گرفت. برای تهیه نمونه‌ها، ابتدا تمامی ترکیبات خشک (به غیر از شکر) پس از توزین با هم مخلوط گردیدند. سپس، سوسپانسیون مخمر فعال شده در آب ولرم حاوی شکر بعد از طی ۱۵ دقیقه به مواد فوق اضافه و آب مورد نیاز با توجه به ارزیابی تجربی قوام خمیر معین گردید.خمیر تهیه شده بعد از۱۰ دقیقه مخلوط شدن توسط همزن مکانیکی، به میزان معین در قالب‌های از پیش تهیه شده قرار گرفت و به مدت ۲۰ دقیقه در اتاق بخار(رطوبت میانگین ۸۵ درصد و دمای ۲۵°C) مرحله تخمیر را سپری کرده و در نهایت توسط فرصنعتی گردان(مدلKF660، ساخت ایران) در دمای۱٦۰°C به مدت ۲۰ دقیقه پخت گردید. نمونه‌ها پس از خروج از فر و سرد شدن، در کیسه‌های پلی اتیلنی قرار گرفته و تا موقع آزمون در دمای محیط نگهداری شدند[۱۷].

Table 1 Formulation of gluten free bread

Ingredients	%
Starch and Gluten Free Flours	100
Sugar	3
Salt	2
Yeast	3
Psyllium powder	5
Water	2

۲-۲-٤- آزمون‌های فیزیکی

افت وزنی نمونه‌های نان از تقسیم اختلاف وزن نمونه‌ها قبل و بعد پخت بر وزن قبل پخت محاسبه گردید[۳۲]. برای اندازه‌گیری حجم نمونه‌ها از روش جایگزینی دانه کلزا استفاده شد[۳۳]. فعالیت آبی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه فعالیت آبی(مدل Lab Master, Novasina، ساخت سوئیس)تعیین گردید.

۲-۲-۵- رنگ سنجی

رنگ نمونه‌های نان از طریق تعیین سه شاخص L^* (سفید_سیاه)، a^* (قرمزی_سبزی) و b^* (زردی_آبی) با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (مدل CR-400,Konica Minolta، ساخت ژاپن) ارزیابی شدند.

۲-۲-٦- آزمون‌های شیمیایی

اندازه‌گیری رطوبت، چربی، پروتئین، خاکستر نمونه‌های نان مطابق با روش‌های استاندارد انجام گرفت[۳۲]. محتوای فیبر خام با روش هضم اسیدی_ بازی تعیین شد[۳٤]. میزان کالری و کربوهیدرات نمونه‌ها نیز با توجه به روابط زیر محاسبه گردید[۳۵].

= میزان کالری

(٤×درصد کربوهیدرات)+(٢×درصد فیبر)+(٤×درصد پروتئین)+(٩×درصد چربی)

=کربوهیدرات

(درصد رطوبت+ درصد خاکستر+ درصد پروتئین+ درصد چربی)-١٠٠

٢-٢-٧-ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی

ارزیابی خاصیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های نان به روش DPPH انجام شد. بدین صورت که ابتدا جهت تهیه عصاره ١٠ گرم از نمونه‌های نان در آون با دمای ٥٠ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس آسیاب و به صورت پودر درآمدند. سپس نمونه‌ها با ١٠٠ میلی‌لیتر اتانول ترکیب و پس از نگهداری به مدت ٤ ساعت همراه با هم زنی از کاغذ صافی عبور داده شدند. در نهایت یک میلی‌لیتر از عصاره اتانولی حاصله به همراه ٤ میلی‌لیتر اتانول ٩٦٪ و همچنین یک میلی‌لیتر معرف DPPH (0.004%) با هم مخلوط شده و بیست دقیقه در تاریکی نگهداری شدند. سپس میزان جذب نمونه‌ها توسط اسپکتروفتومتر (مدل UV-2100، Unico، ساخت ایالات متحده آمریکا) در طول موج ٥١٧ نانومتر اندازه‌گیری شد [٣٦]. میزان فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌ها با توجه به رابطه زیر محاسبه گردید:

= درصد مهار کنندگی رادیکال DPPH

$(A_{Blank}-A_{Sample})/A_{Blank} \times ١٠٠$

A_{Blank}جذب نمونه شاهد و A_{Sample}جذب نمونه اصلی است.

٢-٢-٨- ارزیابی بافت

ارزیابی بافت نان با استفاده از دستگاه بافت سنجی (مدل TA.XTplus، ساخت انگلستان) مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار قطعه مکعبی ١×١×١ سانتی‌متر از مغز نان جدا گردیده و آزمون آنالیز پروفیل بافت با استفاده از پروب به قطر ٢٥mm(probe P/25)، دوبار با فاصله زمانی ٥ ثانیه و با سرعت ٥ میلی‌متر در ثانیه ٧٥٪ از بافت مغز را فشرده کرد. پارامترهای بافتی گزارش شده شامل سفتی، پیوستگی، ارتجاعیت، قابلیت جویدن، صمغیت و رزیلینسی‌بودند [٣٧].

٢-٢-٩- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها به روش امتیازدهی خطی توسط ٢٥ پانالیست (با مقیاس خطی ١٥ سانتی‌متر) انجام شد. پذیرش کلی با توجه به رنگ، آروما، تخلخل و بافت نمونه‌های نان توسط هر ارزیاب مشخص شد و نتایج این ارزیابی با اندازه‌گیری طول منحنی از مبدا تا محل علامت زده تقسیم بر طول کل محور (١-٠) گزارش گردید[٣٥].

٢-٢-١٠-تجزیه و تحلیل آماری

بهینه‌سازی فرمولاسیون نان فاقد گلوتن،با جایگزینی پودر سنجد در سطوح ٣٠-٠٪با آردهای فاقد گلوتن (آرد برنج، آرد نخودچی و نشاسته ذرت) در ٩ تیمار مطابق با جدول ٢ با به کارگیری طرح سطح پاسخ (RSM[1]) در قالب طرح D-optimal برای یک متغییر مستقل پودر سنجد در پنج سطح مطابق جدول ٢ با استفاده ازنرم افزار Design Expert 7.1.3 طراحی و اجرا گردید. برای آزمون معناداری فاکتور واثرات متقابل آن از روش تجزیه وتحلیل واریانس استفاده گردید و ضرایب $p<٠/٠٥$در مدل رگرسیونی معنادار در نظر گرفته شد. به منظور ارزیابی صحت مدل‌ها، آزمون عدم تطابق مدل[2]، ضریب تغییرات[3](R^2)، (Adj-R^2) نیز تخمین زده شدند.

Table 2 Experimental design as mixture design

Runs	Oleaster Powder%
1	0
2	15
3	30
4	22.5
5	30
6	0
7	7.5
8	0
9	30

٣- نتایج و بحث

آنالیز واریانس و ضرایب مدل‌های رگرسیونی مربوط به خواص فیزیکی، شیمیایی، بافتی و حسی در جداول ٣، ٤ و ٥ نشان داده شده است. اکثر مدل‌های حاصله در سطح اطمینان ٥٪ معنی‌دار بوده و مقدار R^2و adj-R^2 بالا و قابل قبولی داشتند همچنین عدم تطابق مدل در $p<٠/٠٥$معنی‌دار نبود که نشان از مناسب بودن مدل‌های پیش بینی کننده بود.

٣-١- آنالیز فیزیکی

با توجه به نتایج آنالیز آماری و ضرایب مدل‌های رگرسیونی، افزودن پودر سنجد تاثیر معناداری برروی افت وزنی نمونه‌ها

1. Response Surface Methodology
2. Lack of Fit
3.Coefficient of variation

داشت ($p<۰/۰۵$). بطوریکه در نمونه‌هایی با سطح جایگزینی بالاتر از ۷/۵٪ پودر سنجد، افت وزنی نمونه‌ها افزایش یافت(شکل۱). علت کاهش افت وزنی در سطوح جایگزینی کمتر از ۷/۵٪ظرفیت نگهداری بالای آب توسط فیبر خوراکی موجود در پودر سنجد بوده که باعث حفظ و نگهداری آب در خمیر طی فرایند پخت می‌شود؛ درنتیجه از انتقال مولکول‌های آب به سطح و در نهایت کاهش وزن محصول جلوگیری می‌کند[۳۸]. از طرفی اگرچه میـزان جذب آب خمیر با افزایش پودر سنجد افزایش یافته اما به دلیل عدم استحکام دیواره تشکیل شده در سطوح بالای جایگزینی، هنگام پخت با افت وزنی بیشتری همراه می‌باشد. بررسی جایگزینی آرد کامل کینوا در فرمول نان بربری نشان داد که با افزایش درصد ایـن افزودنی افت پخت زیاد شده است[۳۹]. نتایج مشابهی در زمینه کاهش افت وزنی با جایگزینی پودر سنجد در همبرگر [۱۷]، کیک فنجانی [۲۳] و تفاله هویج در کیک اسفنجی فاقد گلوتن [۴۰] نیز بیان شده است. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی، با افزایش میزان جایگزینی پودر سنجد تا سطح ۷/۵٪ افزایش و سپس با افزایش سطح تا ۳۰٪ روند کاهشی نشان داد($p<۰/۰۵$). دلیل بیشتر بودن حجم مخصوص نمونه‌های حاوی ۷/۵٪ پودر سنجد، بهبود توزیع آب و گاز در خمیر، استحکام بخشیدن به شبکه تشکیل شده در بافت محصول و حفظ و نگهداری بیشتر سلول‌های گازی در حین فرآیند پخت، می‌باشد. از طرفی در سطوح بالای پودر سنجد، به دلیل کاهش ظرفیت نگهداری گاز و میزان انبساط خمیر و در نتیجه با ایجاد یک بافت سنگین و متراکم، میزان حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی کاهش پیدا کرد [۴۱]. نتایج مشابهی درخصوص کاهش حجم مخصوص نمونه‌ها ناشی از بالا بودن محتوای فیبری با افزودن میوه‌ها و سبزیجات درکیک[۴۲] و دانه‌های خرمای خشک شده در نان[۴۳] گزارش شده است. فعالیت آبی نمونه‌های نان‌فاقد گلوتن تحت تاثیر پودر سنجد قرار نگرفت($p>۰/۰۵$).

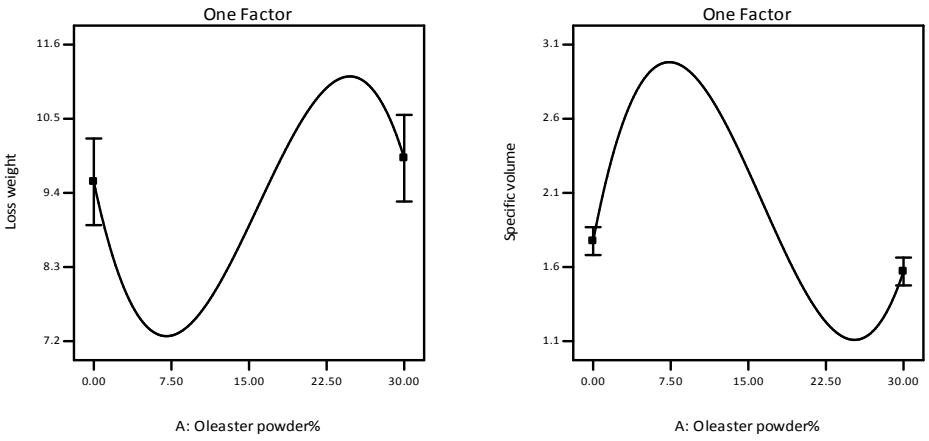

Fig 1 Effect of Oleaster Powderon loss weight and specific volume of gluten free bread

۳-۲-رنگ سنجی

براساس نتایج ارزیابی رنگ، افزودن پودر سنجد اثر قابل توجهی بر شاخص‌های رنگی L^*، a^* و b^* نمونه‌ها داشت($p<۰/۰۵$). همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود باافزودن پودر سنجد،رنگ نمونه‌های نان فاقد گلوتن روشن‌تر و میزان قرمزی کاهش یافت که به دلیل روشن‌تر بودن رنگ پودر سنجد در مقایسه با سایر اجزای فرمولاسیون می‌باشد. همچنین میزان b^*نمونه‌های نان با افزایش جایگزینی پودر سنجد افزایش یافت که نشان از افزایش زردی نمونه‌ها می‌باشد. سهان و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی افزودن پودر سنجد به کیک، کاهش میزان روشنی و افزایش قرمزی را نسبت به نمونه‌های شاهد گزارش کرده‌اند. دلیل این تناقض می‌تواند به دلیل آرد مصرفی در این فرمولاسیون نسبت به نمونه‌های نان فاقد گلوتن باشد [۲۱].

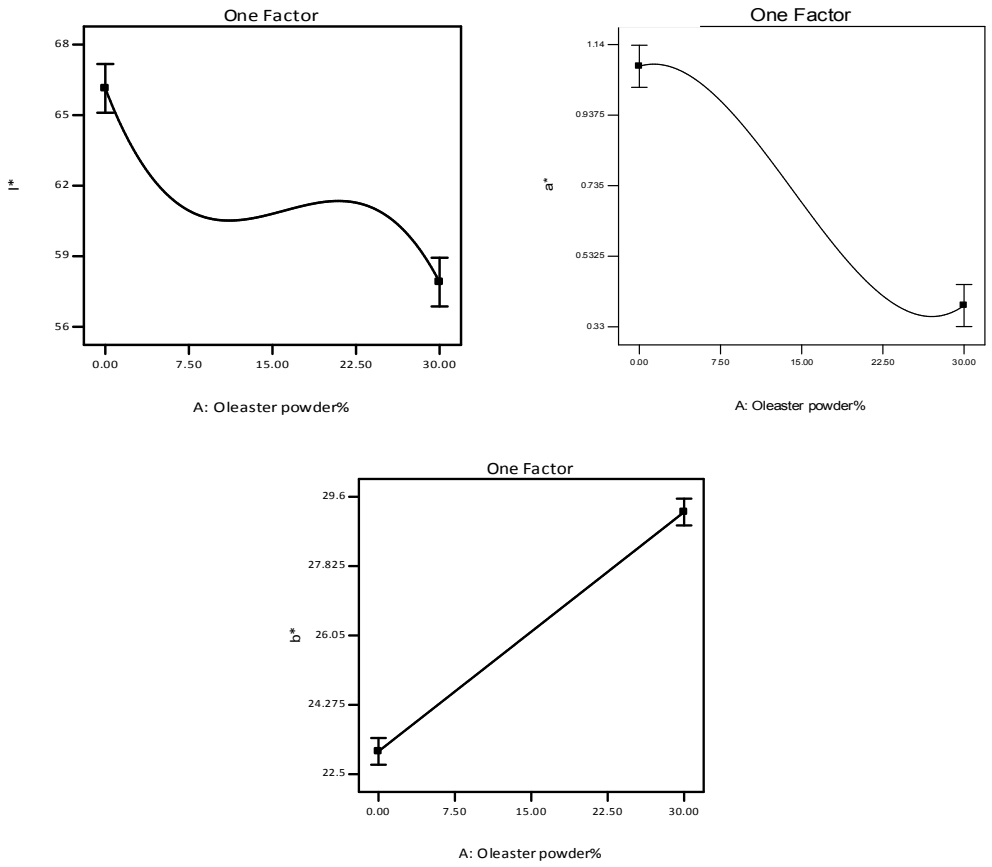

Fig 2 Effect of Oleaster Powderon color index of gluten free bread.

۳-۳-آنالیز شیمیایی

با توجه به ضرایب رگرسیون مدل‌های پیش‌بینی کننده(جدول ٤)و شکل ۳، با افزایش سطح پودر سنجدمحتوای رطوبتی نمونه‌ها به طور معناداری افزایش یافت($p<۰/۰۵$). افزایش مقدار رطوبت در نمونه‌های نان را می‌توان به فیبر (۲۰/۷٪) و ترکیبات قندی (٤۸/۵٪) بیشتر پودر سنجد نسبت به سایر اجزای فرمولاسیون ربط داد که با جذب و قدرت نگهداری بیشتر آب سبب افزایش مقدار رطوبت در محصول حاصله می‌شوند [٤۰]. نتایج مشابهی با افزودن بارهنگ سبز در نان فاقد گلوتن [٤٤]، پودر سنجد در نان همبرگر [۱۷] و کوکی[۲۰] بیان شده است. میزان چربی و پروتئین نمونه‌ها نیز با افزایش جایگزینی پودر سنجد به دلیل پایین بودن محتوای چربی (۲٪) وپروتئین (۷/۲٪) در مقایسه با سایر آردهای فاقد گلوتن مصرفی به طور معناداری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافت [٤۵]. سهان و همکاران(۲۰۱۹) با افزودن پودر سنجد به کوکی نتایج مشابهی را در زمینه کاهش میزان پروتئین بیان کرده‌اند[۲۱]. همچنین نتایج بدست آمده از افزودن منابع فیبری همچون فیبر باگاس نیشکر در نان بربری [٤٦] و افزودن بتاگلوکان در تولید کیک برنجی بدون گلوتن کم چرب[٤۷] میزان کم بودن چربی را در نمونه‌ها نشان داد.افزایش میزان خاکستر نان‌های فاقد گلوتن به دلیل وجود مقادیر بالای املاح معدنی مانند کلسیم، منیزیم، فسفر و آهن در پودر سنجد می‌باشد [۲۰]. افزایش خاکستر نان با افزودن نخودفرنگی [٤۸] و پودر سنجد در کیک روغنی [٤۹] گزارش شده است.نتایج آماری، افزایش معنادار فیبر در نمونه‌ها را با افزایش جایگزینی پودر سنجد نشان داد($p<۰/۰۵$)که به دلیل محتوای غنی بودن پودر سنجد ازفیبر (۲۰/۷٪) و عناصر معدنی می‌باشد [۹]. نتایج مشابهی در زمینه افزایش فیبر در محصولات غله‌ای با افزودن پودر سنجد [۲۱]، پودر سیب[۵۰]، تفاله هویج[۱۲و ۵۱] و آرد بلوط [۱۳] گزارش شده است. همچنین با افزایش سطح پودر سنجد میزان کربوهیدرات نان‌ها به طور معناداری کاهش یافت($p<۰/۰۵$). کاهش محتوای کربوهیدرات‌نمونه‌ها می‌تواند به دلیل پایین بودن محتوای کربوهیدرات پودر سنجد در مقایسه با سایر آردهای فاقد گلوتن مصرفی باشد و از طرفی کربوهیدرات پودر سنجد از قندهای ساده تشکیل شده است درحالیکه کربوهیدرات اصلی آردهای فاقد گلوتن نشاسته می‌باشد. بنابراین با افزایش سطح پودر سنجد کربوهیدرات محصول نهایی کاهش یافت [۲۰]. میزان کالری نمونه‌ها نیز با افزایش پودر سنجد به طور قابل توجهی کاهش یافت($p<۰/۰۵$) که

می‌توان علت آن را کاهش مقدار کربوهیدرات و چربی نمونه‌ها با جایگزینی پودر سنجد و همچنین افزایش محتوای فیبر و خاکستر نمونه‌های نان فاقد گلوتن بیان کرد [۴۰]. طالبی و همکاران (۲۰۱۹) نیز در بررسی اثر افزودن پودر تفاله هویج بر نان فاقد گلوتن نتایج مشابهی را در زمینه کاهش کربوهیدرات و کالری بیان کرده‌اند [۱۲].

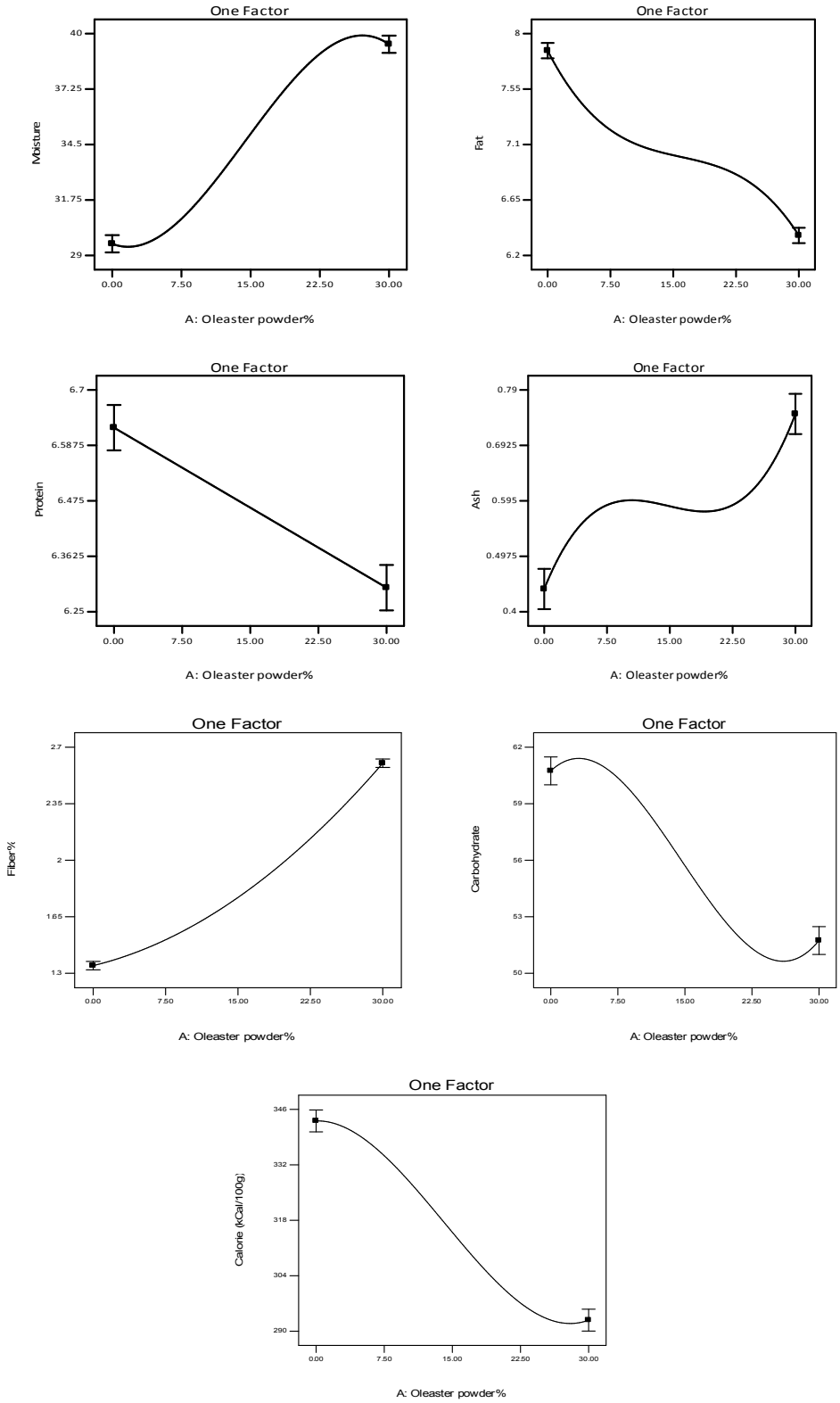

Fig 3 Effect of Oleaster Powderon chemical analysisof gluten free bread

۳-٤- ظرفیت آنتی اکسیدانی

با توجه به نتایج آنالیز واریانس(جدول٤)، جایگزینی پودر سنجد اثر معناداری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های نان داشت($p<۰/۰۵$). مطابق شکل ٤ با افزایش جایگزینی پودر سنجد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها به طور قابل توجهی افزایش یافت. پودر سنجد به عنوان یک ماده غنی از ترکیبات فنلی شامل فلاونوئیدها، تانن و آنتوسیانین بوده که منجربه افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدان نمونه‌ها گردید[۵۲]. نتایج مشابهی با افزودن پوره اسفناج [۵۳] و پودر چای سبز در کیک[٥٤]، آرد بلوط در بیسکوئیت فاقد گلوتن [۱۳]، گزارش شده است.

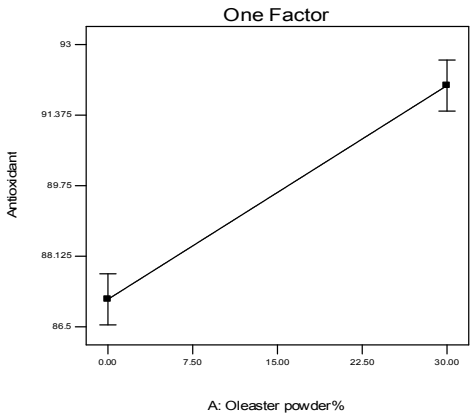

Fig 4 Effect of Oleaster Powderon antioxidant capacity of gluten free bread.

Table 3 Analysis of variance and coefficients of regression fitting models showing the relationships among responses and independent variables

Overall acceptance	l*	a*	b*	Specific volume	Loss weight	aw	Factor
0.07^{*}	34.64^{*}	0.28^{*}	60.95^{*}	0.59^{*}	2.63^{*}	1.31×10^{-6ns}	Model
0.51	66.13	0.68	23.08	2.35	9.65	0	Intercept
-0.48^{**}	-1.22	-0.63^{*}	0.20^{**}	-1.90^{**}	-0.72^{**}	0	A
-0.02	0.08	0.047	0	-0.67^{**}	0.065	0	A^2
0.33^{*}	-0.0017^{*}	0.28^{*}	0	1.79^{**}	-0.0013^{*}	0	A^3
0.95	0.95	0.98	0.98	0.93	0.80	0	R^2
0.92	0.92	0.96	0.97	0.89	0.69	0	Adj-R^2
25.65^{ns}	4.04^{ns}	3.64^{ns}	5.43^{ns}	183.31^{ns}	26.37^{ns}	32.46^{*}	Lack of fit
1.36	2.26	1.85	0.19	2.92	3.69	0	CV%

*:p≤0.05:** ،p<0.01 ،:ns(non-significant)p≥0.05 ،A :OleasterPowder

Table 4 Analysis of variance and coefficients of regression fitting models showing the relationships among responses and independent variables

Calorie	Carbohydrate	Antioxidant Capacity	Fiber	Protein	Fat	Ash	Moisture	Factor
1499.34^{*}	54.35^{*}	39.39^{*}	1.30^{*}	0.171^{*}	1.15^{*}	0.047^{*}	60.23^{*}	Model
314.96	55.71	89.59	1.76	6.62	7.86	0.43	29.57	Intercept
-41.21^{**}	-10.57^{**}	2.46^{**}	0.62^{**}	-0.01^{**}	-0.13	0.03	-0.17^{**}	A
2.97	0.52	0	0.20^{**}	0	0.007	-0.002	0.05	A^2
16.07^{*}	6.07^{**}	0	0	0	-0.0001^{**}	$6.08\times10^{-5*}$	-0.001^{**}	A^3
0.99	0.98	0.92	0.99	0.89	0.99	0.96	0.99	R^2
0.98	0.97	0.91	0.99	0.88	0.99	0.93	0.99	Adj-R^2
38.08^{ns}	51.71^{ns}	0.97^{ns}	2.10^{ns}	2.06^{ns}	17.2^{ns}	0.53^{ns}	13.4^{ns}	Lack of fit
1.78	2.60	0.9	1.38	1.49	0.58	0.78	2.36	CV%

*:p≤0.05:** ،p<0.01 ،:ns(non-significant)p≥0.05 ،A :Oleaster Powder

۳-۵- آنالیز بافت

ارزیابی بافت برای پیش بینی کیفیت و پذیرش نهایی محصول ویژگی مهمی به شمار می‌رود. نتایج آنالیز آماری و ضرایب رگرسیون مدل‌های پیش‌بینی کننده بافت سنجی در جدول ۵ و نمودارهای سطح پاسخ مربوطه در شکل ۵ آورده شده است. با توجه به نتایج حاصله، اثر افزودن پودر سنجد بر سفتی و صمغیت نان‌ها معنادار بود($p<۰/۰۵$) بطوریکه با افزایش سطح پودر سنجد تا ۷/۵٪ میزان سفتی کاهش و در سطوح بالاتر افزایش سفتی مشاهده گردید. سفتی بافت رابطه مستقیمی با حجم مخصوص نمونه‌های نان دارد که مربوط به میزان حباب‌های حبس شده در خمیر می‌باشد به طوریکه با افزایش جایگزینی پودر سنجد حباب‌های هوای کمتری طی مخلوط

کردن خمیر به دام می‌افتد و درنتیجه با کاهش حجم، نان‌ها بافت سفت‌تری را از خود نشان می‌دهند[۵۵]. نتایج مشابهی از افزایش سفتی با افزودن آرد بلوط در بیسکوئیت فاقد گلوتن [۱۳] و نان فاقد گلوتن[۱۱] و پودر هسته خرما در بیسکوئیت [۵۶] بیان شده است.

پیوستگی بیانگر مقاومت درونی ساختار ماده غذایی است و میزان آن به برهمکنش‌های درون مولکولی اجزاء فرمولاسیون بستگی دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان پیوستگی نمونه‌های تولیدی، با افزایش میزان جایگزینی پودر سنجد تا سطح ۷/۵٪ افزایش ولی در سطوح بالاتر کاهش بود ($p<0/05$). باباشاهی و همکاران (۲۰۱۹) نیز کاهش پیوستگی کیک را در سطوح بالای ۱۵٪ گزارش کرده‌اند. افزایش سطح جایگزینی پودر سنجد افزودن مواد فیبری ازجمله پودر سنجد خصوصا در سطوح بالا موجب افزایش سختی نمونه‌ها می‌شود واز طرفی به علت سهولت جذب آب و افزایش ویسکوزیته خمیر، دانسیته نمونه‌ها افزایش و در نهایت پیوستگی و ارتجاعیت آن‌ها کاهش می‌یابد[۵۷]. نتایج مشابهی توسط گومز و همکاران(۲۰۰۷)در رابطه با افزایش سفتی، کاهش پیوستگی و ارتجاعیت با افزودن هیدورکلوئیدها (صمغ گوار)در کیک گزارش شده است.

Table 5 Analysis of variance and coefficients of regression fitting models showing the relationships among responses and independent variables

Resilience	Chewiness	Gumminess	Springiness	Cohesiveness	Firmness	Factor
0.010^{*}	0.08^{ns}	0.128^{*}	0.0006^{ns}	0.020^{*}	0.07^{*}	Model
0.28	0.19	0.22	0	0.66	0.50	Intercept
0.04^{**}	0.007^{*}	0.009^{*}	0	-0.10^{*}	0.58^{**}	A
-0.0037^{**}	0	0	0	-0.12^{**}	0.21^{**}	A^2
$7.62\times10^{-5**}$	0	0	0	0.15^{**}	-0.48^{**}	A^3
0.94	0.58	0.52	0.023	0.96	99	R^2
0.91	0.33	0.46	-0.11	0.93	99	Adj-R^2
0.56^{ns}	0.11^{ns}	0.13^{ns}	0.08^{ns}	4.25^{ns}	4.45^{ns}	Lack of fit
2.29	2.60	1.58	2.36	1.16	1.20	CV%

*:$p\leq0.05$:** ،$p<0.01$ ؛ns(non-significant)$p\geq0.05$ ،A :Oleaster Powder

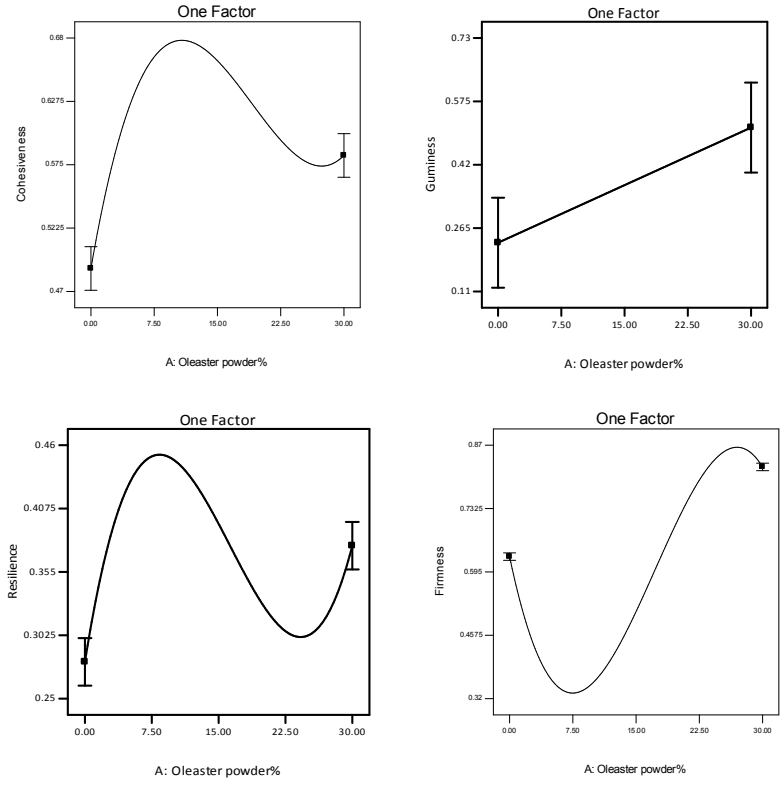

Fig 5 Effect of Oleaster Powderon cohesiveness, gumminess, firmness and resilience of gluten free bread.

رزیلینسی ظرفیت یک ماده نسبت بـه ذخیـره انـرژی را نـشان می‌دهد بطوریکه با افزایش سطح پودر سنجد جایگزین شده در فرمولاسیون نـان بـه خـصوص در درصـدهای بـالاتر از ۷/۵٪ رزیلنسی نمونه‌ها به طور معناداری کاهش یافت($p<۰/۰۵$). که علت آن را می‌توان کاهش کربوهیدرات و کالری نمونه‌های نان با افزایش درصد جایگزینی پودر سنجد دانست. همچنین نبـود ساختار گلوتنی مناسب منجربه کاهش الاستیـسیته و رزیلیـنس می‌شود[۵۸]. محترمی(۲۰۱۸) در بررسی اثر جایگزینی شکر با دوشاب در کیک حاوی پودر تفاله هویج بیان کرد که اثر پـودر تفاله هویج بر رزیلینسی به میزان دوشـاب جـایگزین شـده در فرمولاسیون بستگی داشته و با افزایش سطح پودر تفاله هـویج در نمونـه‌هـای کیـک بـا دوشـاب، میـزان رزیلینـسی کـاهش یافت[۵۹]. همچنین با افزایش درصد جایگزینی پـودر سـنجد میزان ارتجاعیت و قابلیت جویدن نمونه‌ها افزایش یافت ولـی این افزایش از لحاظ آماری معنادار نبود($p>۰/۰۵$).

۳-٦- ارزیابی حسی

در این مطالعه، ارزیابی حسی نان با پنج شاخص بافت، آروما، تخلخل، رنگ وپذیرش کلی انجام گرفت که با افزایش سطوح جایگزینی پودر سنجد در فرمولاسیون نان، امتیاز نمونه‌ها از لحاظ ویژگی‌های حسی کاهش یافت. نتایج آنالیز واریانس نشان دهنده معناداری مدل پیش بینی کننده برای تمام پارامترها به جز رنگ بود. پودر سنجد دارای رنگ روشن‌تری نسبت به سایر آردهای مصرفی بوده و اضافه کردن آن در حالت طبیعی منجر به روشن‌تر شدن رنگ نان شدکه از نظر ارزیاب‌ها مطلوب بود. همچنین با افزایش سطح پودر سنجد، نمونه‌هایی با بافت نرم و متخلخل و آرومای مطلوب تولید گردید. در نهایت همانگونه که در شکل ۵ مشاهده می‌شود از لحاظ پذیرش کلی، با افزایش جایگزینی پودر سنجد تا ۷/۵٪ پذیرش کلی نمونه‌ها به طور معناداری افزایش ولی در سطوح بالای جایگزینی پذیرش کلی کاهش یافت. بطوریکه در ارزیابی خصوصیات حسی جایگزینی ۷/۵٪ پودر سنجد نسبت به سایر نمونه‌ها پذیرش بیشتری را در همه آزمون‌های حسی کسب نمود. نتایج مشابهی در خصوص کاهش پذیرش کلی با افزودن پودر سنجد در کلوچه [۱۹] و کوکی [۲۰] گزارش شده است.

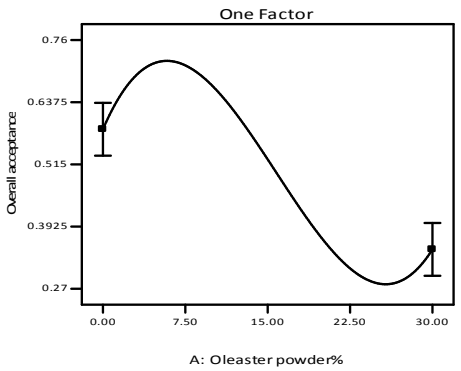

Fig 5 Effect of Oleaster Powderon overall acceptance of gluten free bread

٤- نتیجه گیری کلی

پودر سنجد حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات با ارزش تغذیه‌ای مانند فیبر رژیمی(۲۰/۷٪)، موادمعدنی وترکیبات فنولیک می-باشد؛ که به دلیل محتوای بالای فیبر، قیمت ارزان و در دسترس بودن می‌توان به عنوان ماده عملگرا در توسعه اجزای غذایی و افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات غله‌ای استفاده کرد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تاثیر جایگزینی پودر سنجد به عنوان یک منبع غنی از فیبر با آردهای فاقد گلوتن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمایی، بافتی و حسی نان فاقد گلوتن انجام شد. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی پودر سنجد محتوای رطوبتی، خاکستر، فیبر، ظرفیت آنتی اکسیدانی، افت وزنی، شاخص L^* (روشنی) و شاخص b^* (زردی) نمونه‌ها افزایش و میزان چربی، پروتئین، کربوهیدارت، کالری، حجم مخصوصو a^* (قرمزی) نمونه‌ها کاهش یافت؛ در حالیکه جایگزینی پودر سنجداثر معناداری بر محتوای فعالیت آبی نمونه‌ها نداشت. در بررسی ویژگی های بافتی، با افزایش سطح پودر سنجد سفتی و صمغیت نان‌ها افزایش ولی میزان پیوستگی و رزیلینسی نمونه‌ها به طور قابل توجهی کاهش یافت. همچنین در نمونه‌های نان با سطوح بالای پودر سنجد جایگزین شده میزان ارتجاعیت و قابلیت جویدن افزایش یافت ولی از لحاظ آماری معنادار نبود. در نهایت پذیرش کلی در ارزیابی حسی با جایگزینی بیش از ۷/۵٪ پودر سنجد کاهش یافت. با توجه به بررسی ویژگی‌های بافتی و پذیرش کلی و نتایج حاصل از بهینه سازی، نان فاقد گلوتن حاوی ۷/۵٪ پودر سنجد به عنوان نمونه غنی و با ارزش تغذیه‌ای بالا پیشنهاد گردید.

۵- منابع

[1] Guardiola, I., Hardeep S., and Gujral, V.(2003).Effect of Rice Bran Addition an on Dough Rheology and Textural Properties of Barbary Bread. Iranian Food Science and Technology, 6, 23-31.

[2] GarimellaPurna, S., Miller, R., Seib, P., Graybosch, R., and Shi, Y. (2011). Texture and Molecular Mechanism Behind the Collapse Bread Made with Different Levels of Hard Waxy Wheat Flours. Journal of Cereal Science, 54, 37-43.

[3] Houben, A., Höchstötter, A., and Becker, T. (2012). Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production. European Food Research and Technology, 235,195–208.

[4] Cappa, C., Lucisano, M., and Mariotti, M. (2013). Influence of Psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality. Carbohydrate polymers, 98(2),1657-1666.

[5] McCarthy, D; Gallagher, E; Gormley, T; Schober, T.J., and Arendt, E.K. (2005). Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. Cereal Chemistry, 82(5),609-615.

[6] Elke, K., and Dal Bello, F. (2008).The gluten-free cereal products and beverages, Food Chemistry, 1-394.

[7] Majzoobi, M., Vosooghi Poor, Z., Jamalian1, J., and Farahnaky, A. (2016). Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder. International Journal of Food Science and Technology, 51(6),1369-1377.

[8] Jatinder, P., Amritpal, K., Khetan, S., and Narpinder, S. (2015). Influence of jambolan (Syzygiumcumini) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of gluten-free eggless rice muffins. International Journal of Food Science and Technology, 50,1190-1197.

[9] Shih, F.F., Truing, V.D., and Daigle, K.W.(2006).Physicochemical properties of gluten-free pancakes from rice and sweet potato flours. Journal of Food Quality, 29, 97–107.

[10] O'Shea , N.,Rößle, C., Arendt, E., and Gallagher, E. (2015). Modeling the effects of orange pomac using response surface design for gluten- free bread baking.Food Chemistry, 166, 223–230.

[11] Korus J, Witczak M, Ziobro R., and Juszczak L. (2015).The influence of acorn flour on rheological properties of gluten-free dough and physical characteristics of the bread. European Food Research and Technology 240(6),1135-1143.

[12] Talebi, A., Mohtarami, F., and Pirsa, S. (2019). The Effect of Carrot Pomace Powder on Physicochemical, Textural and, Sensory Properties of Gluten Free Bread.Internationalof Food Science and Technology,86(16), 373-385.(In persian).

[13] Torabi, S., Mohtarami, F., and Dabbagh Mazhary, M. R. (2020). The influence of acorn flour on physico-chemical and sensory properties of gluten free biscuits. Journal of Food Science and Technology (In persian), 97(16), 171-181.(In persian).

[14] Amiri, S., Motalebi Moghanjougi, Z., Rezazadeh Bari, M., and Mousavi Khaneghah, A.(2021). Natural protective agents and their applications as bio-preservatives in the food industry: An overview of current and future applications. talian Journal of Food Science,33(1), 55-68.

[15] Khaki-Rizi, M., Ataye Salehi, E., Mosharaf, L., and Tajali, F. (2012). Investigation of physicochemical compositions of Elaeagnus angustifolia L fruit for using in food industry. Journal of Herbal Drugs, 3(1), 15-20.

[16] Ahmetayaz, F., and Bertoft, E. (2001). Sugar and phenolic acid composition of stored commercial oleaster fruits. Journal of Food Composition and Analysis, 14, 505-511

[17] Vatandoust, S., Azizi, M. H., Hojjatoleslami, M., Molavi, H., and Raesi, Z. (2014).The effect of adding Eleaagnus angustifolia powder to quality characteristics of burger's bread. Journal of Food Science and Technology, 12(49), 71-83.

[18] Kouhanestani, S. B., Abbasi, H., and Zamindar, N. (2019). The effects of oleaster flour, active gluten and sucrose replacement with potassium acesulfame and isomalt on the qualitative properties of functional sponge cakes. Brazilian Journal of Food Technology, 22(12),1-16.

[19] Sahan, Y., NeslihanDundar, A., Aydin, E., Kilci. A., Dulger. D., Kaplan. F., Gocmen.D., and Celik, G. (2013). Characteristics of Cookies Supplemented

S.(2021).Optimization of survivability of Lactobacillus casei LAFTI-L26 and the physicochemical properties of functional flavored set yogurt containing grape syrup. Food Science and Technology, 18(114),195-208(In persian).

[29] Azarbad, H.R., Mazaheri Tehrani, M., and Rashidi, H. (2019). Optimization of Gluten-Free Bread Formulation Using Sorghum, Rice, and Millet Flour by D-Optimal Mixture Design Approach. J. Agr. Sci. Tech, 21, 101-115.

[30] Haghighat-Kharazi, S., Kasaai, M.R., Mohammadzadeh Milani, J., and Khajeh, KH.(2020). Optimization of encapsulation of maltogenic amylase into a mixture of maltodextrin and beeswax and its application in gluten-free bread. J Texture Stud, 51(4), 631-641.

[31] Mortazavi Nejad S., Abbasi, H., and Jahadi, M. (2016). Optimizationof Sponge Cake Formulation Containing Okara. Iranian Journal of Food Science and Technology, 5(1), 1-14.

[32] AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists.10th edition.

[33] Lin, S.D., and Hwang, C.F. (2003). Yeh, Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. Journal of Food Science, 68(6),2107-2110.

[34] Bhat, M.A., and Anju, B. (2013).Study on physicochemical characteristics of pumpkin blended cake. Journal of Food Processing and Technology, 4(9),1-4.

[35] Karp, S., Wyrwisz, J., Kurek, M.A and Wierzbicka, A. (2017). Combined use of cocoa dietary fiber and steviol glycosides in low‐calorie muffins production.International journal of food science and technology, 52(4), 944-953.

[36] Sancho, S.d., Silva, A.R., Dantas, A.N., Magalhaes, T.A., Lopes, G.S., Rodrigues, S., Costa, J.M., Fernandes, F.A., and Silva, M.G. (2015). Characterization of the industrial residues of seven fruits and prospection of their potential application as food supplements. Journal of Chemistry.2015, 1-8.

[37] Lu, T.M., Lee, C.C., Mau, J.L., and Lin, S.D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. Food Chemistry, 119(3),1090-1095.

[38] Sahraiyan, B., DehghanTanha, L., with Oleaster Flour Physicochemical, Sensorial and Textural Properties. Journal of Agricultural Science, 5,160-168.

[20] InkayaDündar, A., Aydin, E., DulgerAltiner, D., Celik, G., Sahan, Y., and Gocmen, D. (2015). Innovative Cookie Supplemented With Oleaster Flour. 3rd International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 1062-1069.

[21] Sahan, Y., Aydin, E., InkayaDündar, A., DulgerAltiner, D., Celik, G., and Gocmen, D. (2019). Effects of oleaster flour supplementation in total phenolic contents, antioxidant capacities and their bioaccessibilities of cookies. Food Science Biotechnol, 28(5),1401-1408.

[22] Sarraf, M., Sani, A. M., and Atash, M. M. S. (2017). Physicochemical, organoleptic characteristics and image analysis of the doughnut enriched with oleaster flour. Journal of Food Processing and Preservation, 41(4), 1-9.

[23] Ayoubi, A. (2017).The effect of adding Eleaagnusangustifolia powder on the structural properties of cupcakes.First National Conference on Agricultural Crop Processing, 322-327.

[24] Ahmadi, S., Moshref, L., andMohammadsani, A. (2013). The effect of physicochemical, sensory and rheological properties of biscuits produced with Oleaster Powder compared to cocoa biscuits. National Conference on Medicinal Plants, 915-903.

[25] Esmaiili Bazardeh, M., Zeinali, F.,and Esmaiili, M. (2019). Application of response surface methodology in optimizationof flat rice bread formulation containing sesame paste and hydroxypropyl methylcellulose. Journal of Food Science and Technology, 86(16), 63-72 (In persian).

[26] Rezazadeh Bari, M., Jahangoshayesh, T., Alizadeh, M., and Amiri, S.(2021).optimization of the formulation of Sekanjabin traditional functional drink containing basil seed.Food Science and Technology, 18(112), 199-211(In persian).

[27] Kazem Alilou N., AmiriS., Rezazadeh Bari, M., and Dodangeh, S. (2021). Investigation of chemical and microbial properties of flavored probiotic milk using Bacillus coagulans and grape syrup. Iranian Journalof Food Science and Technology, 18(112), 11-19(In persian).

[28] Rezaeiyan, M., and Amiri,

Sheikholeslami, Z., Naghipour, F.(2014).Effect of steaming and baking time on the shelf life and improvement of composite bread (wheat- sorghum) quality. Journal of Food Science and Technology, 12(47), 83-92.

[39] Jaldani, S., Nasehi, B., and Barzegar, H. (2018). Optimization of physical and imaging properties of flat bread enriched with quinoa flour. Nutrition and Food Sciences Research, 5 (3), 41-50.

[40] Majzoobi, M., Poor, Z. V., Jamalian, J., and Farahnaky, A. (2016).Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder. International Journal of Food Science and Technology, 51(6),1369-1377.

[41] Piroti1, Sh., Faraji, A., and Naghipour, F. (2020). Evaluatingthe Synergistic Effect of Quinoa Flour and Whey Protein as Gluten Replacer in Production of Rice-Based Cup Cake. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 12(1),47-60.

[42] Sharoba, A., Farrag, M., and Abd El-Salam, A. (2013). Utilization of some fruits and vegetables waste as a source of dietary fiber and its effect on the cake making and its quality attributes. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 19(4),429- 444.

[43] Borchani, G., Kellin, J., Greilberger, M., and Euronutrition, B. (2017).Blerick, Netherlands, Supplementation with Athletic Performance Formula Decrease Lactate Concentration in Trained Athletes after Exhausting Incremental Cycle Ergometer Test, Institute of Physiological Chemistry. Center of Physiological Medicine, Medical University of Graz, Austria, Poster, 2017(14), 9.

[44] Sarawong, C.,Rodríguez Gutiérrez, Z.,-Berghofer, E., and Schoenlechner, R.(2014).Effect of green plantain flour addition to gluten ‐ free bread on functional bread properties and resistant starch content.International Journal of Food Science and Technology,49, 1825-1833.

[45] Bhatty, R. (1986). Physiochemical and functional (breadmaking) properties of hull-less barley fractions. Cereal Chemistry, 63(1), 31-36.

[46] Moradi, F and Nasehi, B. (2017). The Effect of Sugar Baguette Fiber on Bark Dough and Bread Properties. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 6(6), 244-235.

[47] Naghipour, F., TabatabaeiYazdi, F., Karimi, M., Mortazavi, S. A and Mohebbi, M. (2017). Effect of sorghum β-Glucan as Fat Replacer in Low Fat GlutenFree Cup Cake Production. Journal of Food Science and Technology, 61(13),163-176.

[48] BelghithFendri, L., Chaari, F., Maaloul, M., Kallel, F., Abdelkafi, L., Chaabouni, S., and Ghribi-Aydi, D. (2016).Wheat bread enrichment by pea and broad bean pods fibers: Effect on dough rheology and bread quality. Food Science and Technology, 73, 584-591.

[49] Zare, Z., Nouri, L., and Fahim Danesh, M. (2014). Investigating the Effect of Adding Elder Meal on Some Physical Properties of Cake Dough.3rd National Conference on Food Science and Technology, 2787-2781.

[50] Figuerola, F., Hurtado, M., Estévez, A., Chiffelle, I., and Asenjo, F. (2005).Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. Food Chemistry, 91(3,395-401.

[51] Majzoobi, M., Vosooghi Poor, Z., Mesbahi1, G., Jamalian1, J.,andFarahnaky, A. (2017).Effects of carrot pomace powder and a mixture of pectin and xanthan on the quality of gluten-free batter and cakes.Journal of Texture Studies,48(6),616-623.

[52] Jatinder, P., Amritpal, K., Khetan, S., and Narpinder, S. (2015). Influence of jambolan (Syzygiumcumini) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of gluten-free eggless rice muffins. International Journal of Food Science and Technology, 50,1190-1197.

[53] Lu, T-M., Lee, C-C., Mau, J-L., and gch, S-D. (2017).Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. Food Chemistry, 119(3), 1090-1095.

[54] Lee, C-C and Lin, S-D. (2008). Effect of GABA tea on quality characteristics of chiffon cake. Cereal Chemistry, 85(1),31-39.

[55] Sudha, M. L., Vetrimani, R., and Leelavathi, K. (2007). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food Chemistry, 100,1365-1370.

[56] Majzoobi, M., Mansori, H., Falsafi, R.,

and Farahnaky, A. (2015).The effect of date kernel powder on the properties of biscuit dough and hard biscuit. Food Technology and Nutrition,12(2), 5-14.

[57] Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A., and Rosell, C.M. (2007).Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food Hydrocolloids, 21(2),167-173.

[58] Wang, J., Rosell, C., and Benedito, C. (2002). Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality". Food Chemistry, 79, 221-226.

[59] Mohtarami, F. (2018). Effect of Carrot Pomace Powder and Dushab (Traditional Grape Juice Concentrate) on the Physical and Sensory Properties of Cakes: A Combined Mixtures Design Approach. Current Nutrition and Food Science, 14,1-11.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The Effect of Elaeagnus Angustifolia(Oleaster) Powder on Physicochemical, Textural and Sensory Properties of Gluten Free Bread

Lavini, A.[1], Mohtarami, F. [2]*, Pirsa, S. [3], Talebi, A.[4]

1. MS in Food Science and Technology, Agriculture Faculty, Afagh Higher Education Institute, Urmia, Iran.
2. Assistant Professor, Food Science and Technology Department, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran.
3. Associate Professor, Food Science and Technology Department, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran.
4. PhD candidate in Food Science and Technology, Agriculture Faculty, Urmia university, Urmia, Iran.

ABSTRACT

OleasterPowder can be used to enrich and improve the nutritional value of gluten-free baked products, which often have low fiber content, due to their desirable nutritional properties such as minerals, vitamins and rich in dietary fiber; therefore the aim of this study was to enrich gluten-free bread with OleasterPowder and create a new product with suitable texture and nutritional quality; for this purpose in this study, the effect of replacing of Oleaster Powder at levels 0-30% with gluten-free flours (chickpea flour, Rice flour and corn starch) on physicochemical, textural and sensory properties of gluten-free bread was evaluatedbased on response surface methodology (RSM)design.The results showed that by increasing the level of OleasterPowder moisture content, ash, fiber, antioxidant capacity,lightness (L*) and yellowness value (b*) of the samples significantly increased and the amount of fat, protein, carbohydrate, caloriesand redness (a*) of the samples decreased ($p<0.05$). Also the water activity was not affected by the factor ($p>0.05$).With increasing the level ofOleaster Powder, the firmnessandgumminessof breads increased significantly.On the other hand, at levels higher than 7.5% of Oleaster Powder, specific volume, cohesiveness and resilience of samples decreased and the loss weight of samples increased ($p<0.05$).In spite of increasing springiness and chewiness of samples with addition of Oleaster Powder, they were not statistically significant ($p>0.05$). According to sensory evaluation, the sample containing 7.5% Oleaster Powderhad a higher overall acceptance.Finally, the results showed that thesample enriched with 7.5% Oleaster Powder had desirable properties compared to other samples and can be used as a pragmatic raw material in the production of gluten-free breads with high and desirable nutritional value.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2021/ 02/ 09
Accepted 2021/ 08/ 02

Keywords:

Gluten Free Bread,
Antioxidant Capacity,
RMS Design,
Texture Analysis.

DOI: **10.52547/fsct.18.119.1**

*Corresponding Author E-Mail:
f.mohtarami@urmia.ac.ir