مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بهینه سازی فرمولاسیون بیسکوئیت فاقد گلوتن با استفاده از شیره خرما و پودر هسته خرما

عذرا حاج علی بکلو[۱]،فروغ محترمی[۲*]، آرش قیطران‌پور[۲]، محسن اسمعیلی[۲]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه ارومیه _ ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه ارومیه، ارومیه – ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰

کلمات کلیدی:

بیسکوئیت،

بدون گلوتن،

شیره خرما،

پودر هسته خرما،

سنسومیکر

DOI: 10.22034/FSCT.22.161.198.

* مسئول مکاتبات:

f.mohtarami@urmia.ac.ir

چکیده

به نظر میرسد که بیماران سلیاکی اعتماد بیشتری به محصولاتی مانند بیسکوئیت‌ها و کراکرها به عنوان منبع کربوهیدرات دارند. از این‌رو این مطالعه به بررسی و بهینه‌سازی بیسکوئیت فاقد گلوتن با استفاده از شیره خرما و پودر هسته خرما پرداخته است. شکر مصرفی در سطوح ۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۶۰ درصد به‌وسیله شیره خرما و آرد برنج در سطوح ۰، ۱۰، ۱۳ و ۲۰ درصد به‌وسیله پودر هسته خرما جایگزین گردیدند. بیسکوئیت‌های فاقد گلوتن از لحاظ خواص بافتی خمیر و بیسکوئیت و خواص فیزیکو شیمیایی بیسکوئیت شامل ضریب پخش، رطوبت، فعالیت آبی، رنگ، فعالیت آنتی اکسیدانی، فیبرکل، قندکل، چربی و پروتئین بر اساس روش‌های استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین بهترین سطوح جایگزینی شیره خرما و پودر هسته خرما، ارزیابی حسی با استفاده از آزمون هدونیک ۵ نقطه ای و ارزیابی احساس دهانی با استفاده از نرم افزار سنسومیکر انجام گرفت. در نهایت ترکیب بهینه پیشنهادی تولید و ویژگی های بافتی و فیزیکوشیمیایی شامل سفتی، فیبرکل، قندکل، چربی،پروتئین، خاکستر، pH، رطوبت، فعالیت آبی، رنگ، فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندازه گیری و با نمونه شاهد مقایسه شد. جایگزینی آرد برنج با پودر هسته خرما و همچنین جایگزینی شکر با شیره خرما، سفتی و ارتجاعیت خمیر را افزایش داد. در ارتباط با ویژگی های بافتی بیسکوئیت های فاقد گلوتن، سفتی با افزایش سطوح پودر هسته خرما و شیره خرما به طور معناداری افزایش پیدا کرد. در مورد ویژگی های حسی نیز باید اظهار داشت که جایگزینی آرد برنج با پودر هسته خرما و همچنین شکر با شیره خرما بر روی طعم، تردی و رنگ تاثیر معناداری داشت.

۱-مقدمه

بیماری سلیاک یک التهاب مزمن روده باریک می باشد که منجر به بروز علائم مختلفی مانند سوتغذیه، اختلالات روده، مشکلات پوستی، استخوانی، عصبی و عضلانی میگردد [1]. بیماری سلیاک یک مسئله بهداشت جهانی می‌باشد که تقریبا ۱٪ از جمعیت جهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد[2]. این بیماری سلیاک منجر به سوءجذب چندین مواد مغذی مانند آهن، اسیدفولیک، کلسیم و ویتامین های محلول در چربی می‌گردد. امروزه تنها راه درمان و مقابله با بیماری سلیاک و اختلال های مربوط به گلوتن یک رژیم سخت فاقد گلوتن می‌باشد [۳]. شبکه گلوتن در نان و سایر محصولات نرم با عمل آورنده های بیولوژیکی نظیر مخمرها مهم است [٤] در حالیکه در بیسکوئیت‌ها نقش مهمی ایفا نمی‌کند. در این محصول، شبکه گلوتن برای بدست آوردن یک خمیر چسبناک نه زیاد الاستیک بایستی به آرامی توسعه پیدا کند. به نظر می‌رسد که بیماران سلیاکی اعتماد بیشتری به محصولاتی مانند بیسکوئیت ها و کرارکر ها به عنوان منبع کربوهیدرات دارند [2].

یکی از راه های غنی سازی محصولات فاقد گلوتن، استفاده از فراورده های خرما است. شیره خرما یکی از فراورده های مهم خرما می باشد که در فرمولاسیون برخی مواد غذایی از جمله بستنی، نوشیدنی‌ها، تولید شیرینی، محصولات نانوایی، مخلوط خمیر کنجد و شیره خرما، مربا و کره استفاده می‌گردد و غنی از کربوهیدرات ها می‌باشد[5]. گلوکز و فروکتوز قندهای اصلی موجود در شیره خرما هستند. محتوی قند کل در شیره خرما ۸۸٪ می‌باشد [6] و علاوه بر ترکیبات تغذیه ای، سرشار از آنتی‌اکسیدان ها است. پژوهشگران در تحقیقی به بررسی افزودن شیره خرما در فرمولاسیون کیک اسفنجی پرداختند. نتایج بدست آمده نشان داد که به صورت کلی جایگزینی ساکارز با شیره خرما در معناداری بر روی سفتی نمونه ها نداشت [7]. در تحقیق دیگری شیره خرما در سطوح مختلف جایگزین ساکارز گردید و نتایج بدست آمده نشان داد که محتوی فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی به طور معناداری افزایش یافت ($p< ۰/۰۵$) اما رنگ نمونه های حاوی شیره خرما به طور معناداری تیره شد [7]. شیره خرما به عنوان جایگزین ساکارز در سایر فراورده ها مانند انواع کوکی ها، بیسکویت ها و کیک های لایه ای و اسفنجی نیز به کار رفته است[8].

پودر هسته خرما، از دیگر فراورده های خرماست که در سالهای اخیر توجه زیادی را به خود جذب کرده است. هسته خرما محتوی مقادیر بالایی از پتاسیم، سدیم، منیزیم، روی، مس ، نیکل، کبالت، کروم، سرب و کادمیوم می‌باشد که پتاسیم، فسفر، منیزیم، کلسیم و سدیم در مقادیر بالاتری می‌باشند. هسته‌های خرما همچنین یک منبع عالی از ترکیبات فنولیک، گالیک اسید و آنتی اکسیدان‌ها می‌باشند. به علت محتوی بالای پلی فنل‌ها و ارزش تغذیه‌ای هسته‌های خرما، این محصول می‌تواند به عنوان یه ماده فراسودمند در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی به کار می‌رود [9]. در تحقیقی به ارزیابی ویژگی های شیمیایی، فیزیکی و حسی بیسکویت ترکیب شده با پودر هسته خرما پرداخته شد و نتایج ارزیابی های حسی نشان داد که بیسکوئیت های که حاوی ۳۰ ٪پودر هسته خرما بودند از لحاظ قابلیت پذیرش برتری داشتند. حجم مخصوص و دانسیته بیسکویت با افزایش سطوح پودر هسته خرما کاهش پیدا کرد. اما سفتی با افزایش سطوح پودر هسته خرما افزایش پیدا کرد [8]. در تحقیق دیگری به بررسی ویژگی های فراسودمند نان مسطح تولید شده با پودر هسته خرما پرداخته شد. نتایج بیانگر این بود که، تفاوت معناداری در محتوی رطوبت نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد مشاهده نگردید و سطوح مختلف پودر هسته خرما تاثیری بر روی محتوی پروتئین نداشته است [10].

به علت عدم حضور گلوتن در فراورده های مخصوص بیماران سلیاک، معمولا ویژگی های حسی این فراورده ها نسبت به محصولات مشابه دارای گلوتن پایین تر است بتابراین ارزیابی حسی آن ها از اهمیت خاصی برخوردار است. سنسومیکر یک نرم افزار برای آنالیز داده‌های مربوط به مطالعات حسی می باشد که به‌دلیل داشتن حوزه‌های مختلف کاربر پسند می‌باشد. اطلاعات مورد نیاز می‌توانند با

استفاده از روش‌های متفاوت به‌دست آیند. مانند مقیاس طبقه‌بندی شده[1]، مقیاس خطی[2]، زمان تسلط بر حس (TDS)[3] و زمان–شدت (TI)[4]. آنالیز داده‌ها میتواند با استفاده از روش‌های متفاوت صورت گیرد. منحنی‌ها و نمودارهای با کیفیتی از این نرم افزار به‌دست می‌آید. این نرم‌افزار در مورد محصولاتی که توجه زیادی به اولویت مصرف کننده می‌دهند به منظور توسعه و بهبود محصول می‌تواند یک نرم افزار مفید در ارتباط با ویژگی‌های حسی محصول باشد [11].

با توجه به کمبود منابع در مورد استفاده از فراورده های خرما در تولید فراورده های فاقد گلوتن، مطالعه حاضر جهت افزایش تنوع فرآوردهای بدون گلوتن به بررسی اثر استفاده از شیره خرما و پودر هسته خرما در فرمولاسیون بیسکویت بدون گلوتن بر ویژگی فیزیکوشیمیایی و حسی آن پرداخته است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه برای تهیه بیسکوئیت فاقد گلوتن

آرد برنج، نشاسته ذرت،روغن جامد، پودر قند، تخم مرغ، گلاب و پودر هل از فروشگاه های محلی خریداری گردید. شیره خرما و هسته خرما از کارخانه نوشینه خوی تهیه گردید.

۲-۲- تهیه پودر هسته خرما

در مرحله اول پودر هسته خرما آماده گردید. بدین صورت که ابتدا هسته های خرما شسته و پس از خشک کردن داخل سینی فر قرارداده و در فر با دمای ۱۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت و هر ۷ دقیقه یکبار هسته‌ها رو بهم زده تا تمامی هسته‌ها بطور یکسان برشته گردند. پس از اتمام این مرحله وسرد شدن، هسته‌های خرما، توسط آسیاب محلی آسیاب و دو بار از الک (شماره مش ۶۰) عبور داده شده و جهت کاربرد در کیسه‌های پلی اتیلنی زیپ دار در جای خشک و خنک تا زمان مصرف نگهداری گردید

۲-۳- فرمولاسیون خمیر نمونه های بیسکویت

در این تحقیق، بیسکوئیت های بدون گلوتن با جایگزینی شکر توسط شیره خرما و جایگزینی آرد برنج با پودر هسته خرما تهیه شدند. نوع فرمولاسیون ارائه شده با نرم افزار Design Expert به روش سطح پاسخ مطابق با جدول ۱ آماده گردید:

Table 1: Formulation of different biscuit samples

Sample code / Ingredients	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Date seed powder	10 %	0%	20%	20%	0%	0%	13 %	0%	10%	0%	20 %	20 %	10%	0%
Date syrup	30 %	40 %	0%	0%	0%	0%	60 %	60%	0%	60%	60 %	20 %	0%	20%
Rice flour	90 %	60 %	80%	80%	100 %	100 %	87 %	100 %	90%	100 %	80 %	80 %	90%	100 %
Sugar	70 %	60 %	100 %	100 %	100 %	100 %	40 %	40%	100 %	40%	40 %	80 %	100 %	80%

1 -Category scale

2 -Linear scale

3 -Temporal Dominance of Sensations

4-Time Intensity

۲-٤- آماده سازی نمونه ها

ابتدا زرده تخم مرغ به اضافه پودر قند و هل با همزن دستی به روش کرمینگ به مدت ۲ دقیقه همزده، سپس روغن نیمه جامد را به آن اضافه کرده و ۲۰ ثانیه همزده در مرحله بعد آرد برنج و نشاسته ذرت را به مخلوط اضافه کرده وبه شکل یک خمیر در آورده. با توجه به نوع فرمولاسیون، مقادیر پودر هسته خرما، شیره خرما، پودر قند و آرد برنج تغییر کرد. خمیر حاصله را داخل یک کیسه زیپ دار از جنس پلی اتیلن قرار داده و در داخل یخجال به مدت نیم ساعت استراحت دادیم. پس از استراحت ، توسط غلطک به ضخامت ۸ میلی متر پهن شده و پس از قالب زنی با قالب به قطر ٤۰ میلی متر در فر با دمای ۱۵۰ درجه به مدت ۱۵ دقیقه پخت گردید. بیسکوئیت‌ها پس از خنک شدن در کیسه های زیپ دار قرار داده شده و سپس در ظروف یکبار مصرف از جنس PET در دمای محیط تا انجام آزمایشات نگه داری گردید.

۲-٤-۱- ارزیابی بافت خمیر بیسکوئیت

پس از آماده شدن خمیرها مقدار مشخصی از آن در پلیت‌های شیشه های با قطر ۱۰ سانتی متر و ارتفاع ۱/۵ سانتی متر به طور یکنواخت فشرده شده و به مدت ۱۵ دقیقه استراحت داده شد. بافت خمیر با استفاده از دستگاه بافت سنج ساخت انگلیس Texturometer TA-XT plus (Stable Micro-Systems, UK)مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمون فشردن با پروب استیل به قطر ۳۵ میلیمتر و سرعت حرکت پروب ۰/۵ میلی متر در ثانیه در دو مرحله رفت و برگشت با ۷۵ درصد نفوذ انجام شد [۱۲].

۲-۵- آزمون های فیزیکی بیسکوئیت

۲-۵-۱- اندازه گیری فعالیت آبی

اندازه گیری فعالیت آبی نمونه‌های بیسکوئیت فاقد گلوتن با استفاده از دستگاه سنجش فعالیت آبی novasina مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۲].

۲-۵-۲- اندازه گیری ابعاد و ضریب پخش

بدین منظور قطر و ضخامت، ۵ بیسکوئیت از هر تیمار در ۳ تکرار انجام گردید. ضریب پخش از تقسیم کردن عدد قطر بر ضخامت با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید [۱۲].

$$\text{ضریب پخش} = \frac{\text{قطر}}{\text{ضخامت}} \times ۱۰۰ \quad [1$$

۲-۵-۳- اندازه گیری رنگ

رنگ سطح بیسکوئیت ها با استفاده از دستگاه CHROMA METER CR-400 (کونیکا، مینولتا، ساخت کشور ژاپن) اندازه گیری گردید. [13]. علاوه بر این تغییر رنگ کلی رنگ نیز مطابق فرمول زیر محاسبه گردید.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L*^2 + \Delta a*^2 + \Delta b*} \quad 2]$$

۲-٦- آزمون های شیمیایی بیسکوئیت

۲-٦-۱ اندازه گیری رطوبت

برای اندازه گیری درصد رطوبت، مقدار ۲/۵ گرم از نمونه بیسکوئیت‌های خرد شده را داخل پلیت ها ریخته و در آون خشک شد. بعد از خارج کردن از آون به مدت نیم ساعت درون دسیکاتور حاوی سیلیکاژل قرار داده شت تا خنک شود وبه وزن ثابت برسد و سپس درصد رطوبت محاسبه شد [٤].

۲-٦-۲- اندازه گیری درصد خاکستر

اندازه گیری خاکستر به روش کوره گذاری در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت [۱۲].

۲-٦-۳- اندازه گیری pH

برای اندازه گیری PH ابتدا ۱۰ گرم از نمونه خورد شده را با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر تازه جوشیده شده کاملا مخلوط کرده. به مدت ۲۰ دقیقه در جای ساکن قرار داده شد. سپس PH قسمت آبی توسط دستگاه PH متر اندازه گیری گردید [۱۲].

۲-٦-٤- اندازه گیری اسیدیته

برای اندازه گیری اسیدیته از روش نیتراسیون با محلول استاندارد هیدروکسید سدیم استفاده شد و نتایج به صورت درصد اسید چرب بر حسب درصد وزنی اسید اولئیک گزارش گردید [۱۲].

$= (A \times 0.009 \times N) \times 2$

اسیدیته (گرم/۱۰۰ گرم) [3

که در آن A میلی لیتر هیدروکسید سدیم مصرفی است و N نرمال بودن هیدروکسید سدیم است.

۲-٦-۵- اندازه گیری چربی

برای اندازه گیری چربی از روش سوکسله استفاده شد [١٤]. ۵ گرم از نمونه به طور دقیق روی کاغذ صافی وزن شده و داخل کارتریج قرار داده شده و با پنبه پوشانده شد. ظرف چربی که قبلاً حرارت داده شده بود سرد شده و با دقت وزن شده و با هگزان پر شد و به دستگاه سوکسله وصل شد و فرآیند استخراج به مدت ٤ ساعت انجام شد.

۲-٦-٦- اندازه گیری پروتئین

از روش کلدال برای اندازه گیری میزان پروتئین استفاده شد و مقدار نیتروژن که به‌صورت درصد جرمی در ماده خشک بیان گردید [۱۲].

۲-٦-۷- اندازه گیری قند کل

برای اندازه گیری قند کل از روش فهلینگ استفاده شد [۱۲].

۲-٦-۸- اندازه گیری فیبر کل

مقدار فیبر بیسکوئیت های فاقد گلوتن مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۰۵ فرآورده‌های غذایی، کشاورزی اندازه‌گیری گردید [۱۲].

۲-٦-۹- اندازه گیری میزان خاصیت آنتی اکسیدانی

برای تعیین میزان آنتی اکسیدان از روش مهار رادیکال های آزاد DDPH استفاده گردید [15].

۲-۷- آزمون حسی بیسکوئیت های فاقد گلوتن

۲-۷-۱- آزمون هدونیک

ویژگی های حسی بیسکوئیت های فاقد گلوتن با استفاده از آزمون هدونیک ۵ نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این آزمون از ۱۵ پانالیست، ۸ زن و ۷ مرد در رده سنی بین ۲۵ تا ٦۵ سال استفاده گردید. تمامی بیسکوئیت ها بعد از ٢٤ ساعت نگهداری در شرایط یکسان از نظر بافت، ظاهر، رنگ، طعم، و پذیرش کلی بررسی شدند.

۲-۷-۲- آزمون میزان چسبندگی به دهان

پس از تعیین زمان مورد نیاز برای آزمون، با استفاده از نرم افزار زمان چسبیدن نمونه‌ها به کام و دندان‌ها تعیین گردید [16].

۳- بحث و نتایج

۳-۱- ویژگی بافتی خمیر بیسکوئیت

تاثیر پودر هسته خرما و شیره خرما بر میزان سفتی خمیرهای فاقد گلوتن معنی دار است. در شکل ۱ تغییرات میزان سفتی خمیر بیسکوئیت فاقد گلوتن با افزایش سطوح پودر هسته خرما نشان داده شده است. براساس نمودار با افزایش سطوح پودر هسته خرما سفتی خمیر افزایش پیدا کرده است. اما در مورد تاثیر شیره خرما به طور مستقل و همچنین اثر متقابل پودر هسته خرما وشیره خرما روند مشخصی وجود ندارد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است با افزایش سطوح شیره خرما ارتجاعیت خمیر افزایش پیدا کرده است. اما در مورد تاثیر پودر هسته خرما به طور مستقل و همچنین اثر متقابل پودر هسته خرما و شیره خرما روند مشخصی وجود ندارد.

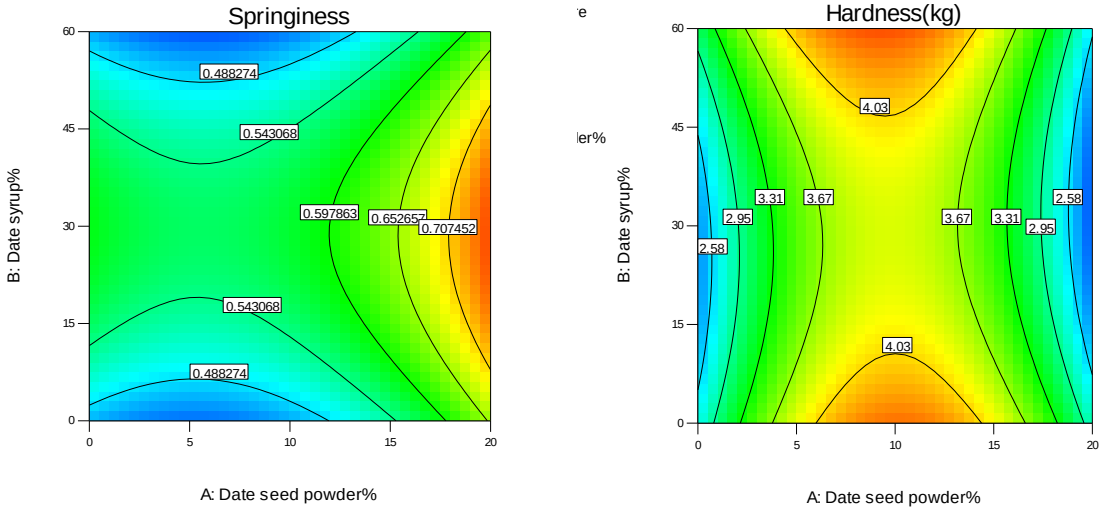

Figure 1: Graph of changes in firmness and Springiness of gluten-free biscuit dough

۳-۲- تغییرات سفتی بیسکوئیت پس از پخت طی زمان

بر اساس نتایج به‌دست آمده پودر هسته خرما و شیره خرما تاثر معناداری بر میزان سفتی بیسکوئیت فاقد گلوتن یک روز پس از پخت داشتند. بر اساس شکل ۲ با افزایش سطوح پودر هسته خرما، میزان سفتی بیسکوئیت ها افزایش یافته است. در مورد شیره خرما نیز با افزایش سطوح متغیر میزان سفتی بیسکوئیت‌ها افزایش پیدا کرده است که با نتایج سایر محققان همخوانی دارد. به ترکیب آرد خرما شاهانه با آرد برنج و تاثیر آن بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و بافتی کوکی های فاقد گلوتن پرداختند. در پژوهشی که بر روی کوکی ها انجام شد، ترکیب آرد برنج با آرد خرما در مقایسه با خمیر شاهد باعث افزایش سفتی گردید. در نتیجه سفتی کوکی های شامل آرد هسته خرما افزایش پیدا کرد [13]. در پژوهش دیگری که به ارزیابی ویژگی های شیمیایی، فیزیکی و حسی بیسکوئیت ترکیب شده با پودر هسته خرما پرداخته شد نتایج نشان دهنده آن بود که، حجم مخصوص و دانسیته با افزایش سطوح پودر هسته خرما کاهش پیدا کرد. اما سفتی با افزایش سطوح پودر هسته خرما افزایش پیدا کرد [8].

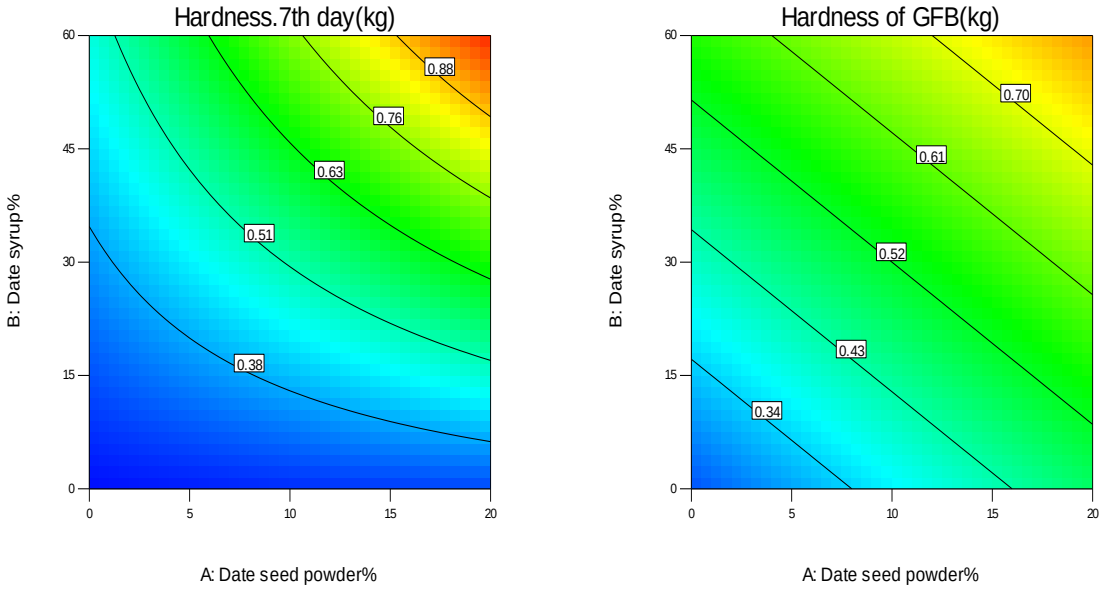

Figure 2: Contour plot graph of changes in firmness of gluten-free biscuit

میزان سفتی بیسکوئیت های فاقد گلوتن حاوی پودر هسته خرما وشیره خرما یک هفته پس از پخت اندازه‌گیری گردید و همانطور که در شکل ۲ دیده می شود، نتایج بیانگر این بود که با افزایش پودر هسته خرما با افزایش سطوح پودر هسته خرما، میزان سفتی بیسکوئیت‌ها افزایش یافته است. در مورد شیره خرما نیز با افزایش سطوح متغیر میزان سفتی بیسکوئیت‌ها افزایش پیدا کرده است. همچنین در مورد اثرات متقابل فاکتورها بر روی هم باید گفت، با افزایش سطوح متغیرها سفتی بیسکوئیت‌ها افزایش پیدا کرده است.

۳-۳- ضریب پخش

ضریب پخش یا قطر تعیین کننده ویژگی‌های آرد استفاده شده برای تولید بیسکوئیت می‌باشد و مقبولیت و مطلوبیت بیسکوئیت را افزایش می‌دهد [17]. در شکل ۳ اثرات دو متغیر پودر هسته خرما وشیره خرما بر میزان ضریب پخش بیسکوئیت فاقد گلوتن نشان داده شده است. با افزایش سطوح پودر هسته خرما، میزان ضریب پخش بیسکوئیت‌ها کاهش یافته است. در مورد شیره خرما نیز با افزایش سطوح متغیر میزان ضریب پخش بیسکوئیت‌ها افزایش پیدا کرده است. در تحقیقی که در مورد تاثیر جایگزینی شیره خرما با شکر بر روی ویژگی‌های فیزیکی وحسی کوکی انجام شد، مشخص گردید که در بیسکوئیت‌های حاوی شیره خرما، ضخامت، قطر و ضریب پخش کاهش پیدا کرد.

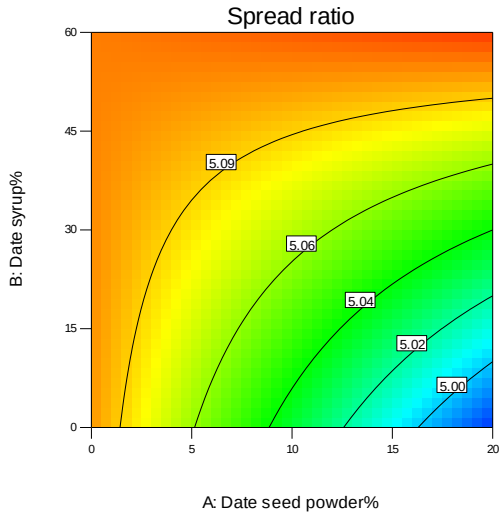

Figure 3: Contour plot diagram of thickness variations in gluten-free biscuits

در پژوهشی که بر روی ویژگی‌های تغذیه‌ای بیسکوئیت‌های فاقد گلوتن حا.ی پودر هسته خرما و آرد نخودچی انجام گرفت مشخص گردید که با افزایش پودر هسته خرما، ضخامت افزایش پیدا کرده و ضریب پخش کاهش پیدا کر [18]. یکی از دلایل کاهش ضریب پخش در مورد نمونه‌های پودر هسته خرما می‌تواند به این دلیل باشد که آردهای فاقد گلوتن با میزان پروتئین بالا، می‌توانند در زمان تهیه خمیر آب جذب کنند و ضریب پخش را کاهش دهند زیرا آب در دسترس در این چنین سیستم‌هایی برای حل کردن شکر در طول پخت ناکافی می‌باشد در نتیجه ویسکوزیته افزایش پیدا کرده و ضریب پخش کاهش پیدا می‌کند [19].

۳-٤- فعالیت آبی بیسکوئیت پس از پخت طی زمان

با توجه به نمودار به‌دست آمده شکل ٤ که اثرات دو متغیر پودر هسته خرما وشیره خرما بر میزان فعالیت آبی بیسکوئیت فاقد گلوتن را یک روز پس از پخت نشان می‌دهد. می‌توان دریافت پودر هسته خرما با افزایش سطوح پودر هسته خرما، میزان فعالیت آبی کاهش پیدا کرده است اما در مورد شیره خرما با افزایش سطوح متغیر، میزان فعالیت آبی افزایش پیدا کرده است.

بر اساس شکل ٤ فعالیت آبی بیسکوئیت ها یک هفته پس از پخت با افزایش هر یک از متغیرها (پودر هسته خرما و افزایش شیره خرما) به طور مستقل میزان فعالیت آبی بیسکوئیت ها تغییر یافته است. در مورد پودر هسته خرما با افزایش سطوح متغیر، میزان فعالیت آبی کاهش پیدا کرده است اما در مورد شیره خرما با افزایش سطوح متغیر، میزان فعالیت آبی افزایش پیدا کرده است. در مورد اثرات متقابل دو متغیر نیز باید گفت با افزایش شیره خرما و کاهش پودر هسته خرما میزان فعالیت آبی افزایش پیدا کرد و همچنین با افزایش پودر هسته خرما و کاهش شیره خرما میزان فعالیت آبی کاهش پیدا کرد.

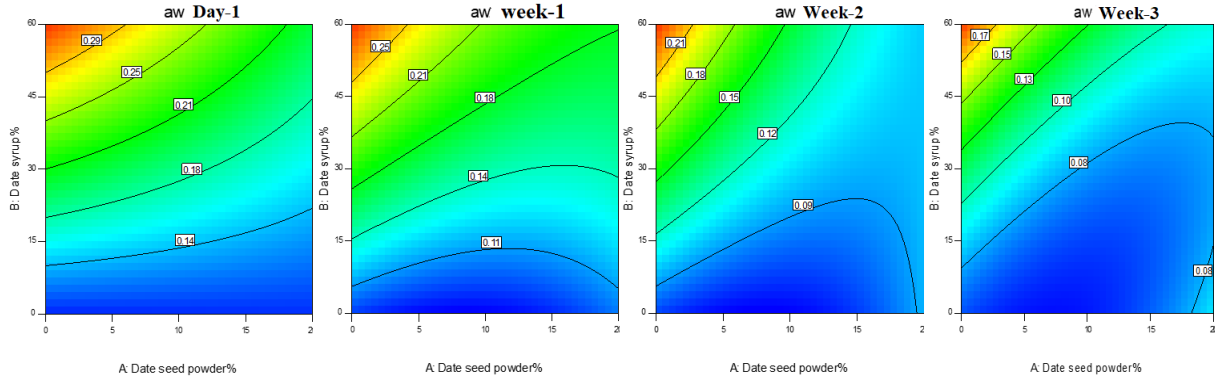

Figure 4: Contour plot of aw changes after baking over time

همانطور که در شکل ٤ مشاهده می‌گردد با افزایش پودر هسته خرما به عنوان متغیر مستقل میزان فعالیت آبی بیسکوئیت ها دو هفته پس از پخت کاهش پیدا کرده است در مقابل با افزایش سطوح شیره خرما از میزان فعالیت آبی کاسته گردیده است.

با توجه به شکل ٤ میزان فعالیت آبی بیسکوئیت ها سه هفته پس از پخت نیز تحت تاثیر متغیر ها بوده است به طوری که مورد پودر هسته خرما با افزایش سطوح متغیر، میزان فعالیت آبی کاهش پیدا کرده است اما در مورد شیره خرما با افزایش سطوح متغیر، میزان فعالیت آبی افزایش پیدا کرده است. در مورد اثرات متقابل دو متغیر نیز باید گفت با افزایش شیره خرما و کاهش پودر هسته خرما میزان فعالیت آبی افزایش پیدا کرد و همچنین با افزایش پودر هسته خرما و کاهش شیره خرما میزان فعالیت آبی کاهش پیدا کرد .

۳-۵- اندازه گیری رنگ

۳-۵-۱- شاخص L*

در شکل ۵ اثرات دو متغیر پودر هسته خرما وشیره خرما بر خصوصیت درجه روشنایی (L*) بیسکوئیت فاقد گلوتن نشان داده شده است. بر اساس نمودار با افزایش هر یک از متغیرها (پودر هسته خرما و افزایش شیره خرما) به طور مستقل درجه روشنایی بیسکوئیت ها کاهش یافته است. در مورد اثرات متقابل دو متغیر نیز باید گفت با افزایش سطوح هر دو متغیر از میزان درجه روشنایی بیسکوئیت ها کاسته گردیده است. دلیل این کاهش روشنایی به وجود مقادیر زیاد قندهای احیا کننده در شیره خرما نسبت داده شده است که در مقایسه با ساکارز فعالتر بوده و در واکنش های میلارد شرکت کرده است [20]. سایر محققان نیز در تحقیقی که به بررسی ویژگی های کیفی بیسکوئیت غنی شده با آرد هسته خرما و آرد سبوس گندم پرداخته بود دریافتند که با افزایش

پودر هسته خرما، از میزان درجه روشنایی نمونه ها کاسته گردید [20].

۳-۵-۲- شاخص a*

بر اساس شکل ۵ با افزایش هر یک از متغیرها (پودر هسته خرما و افزایش شیره خرما) به طور مستقل میزان قرمزی رنگ بیسکوئیت ها افزایش یافته است. در مورد اثرات متقابل دو متغیر نیز باید گفت با افزایش سطوح هر دو متغیر میزان قرمزی رنگ بیسکوئیت ها افزایش گردیده است. افزایش قرمزی رنگ بیسکوئیت‌های فاقد گلوتن می‌تواند به علت پیگمان‌های رنگی موجود ذر پودر هسته خرما وشیره خرما وهمچنین به علت شرکت قندهای احیاکننده در واکنش میلارد باشد.

۳-۵-۳- شاخص b*

همانطور که شکل ۵ نشان می دهد، داده‌های به‌دست آمده توسط دستگاه رنگ سنج بیانگر آن است که با افزایش سطوح هر یک از متغیرها، از میزان زردی رنگ نمونه‌ها کاسته گردیده است. همچنین در مورد اثر متقابل پودر هسته خرما وشیره خرما باید اظهار داشت که میزان زردی رنگ کاهش پیدا کرده است.

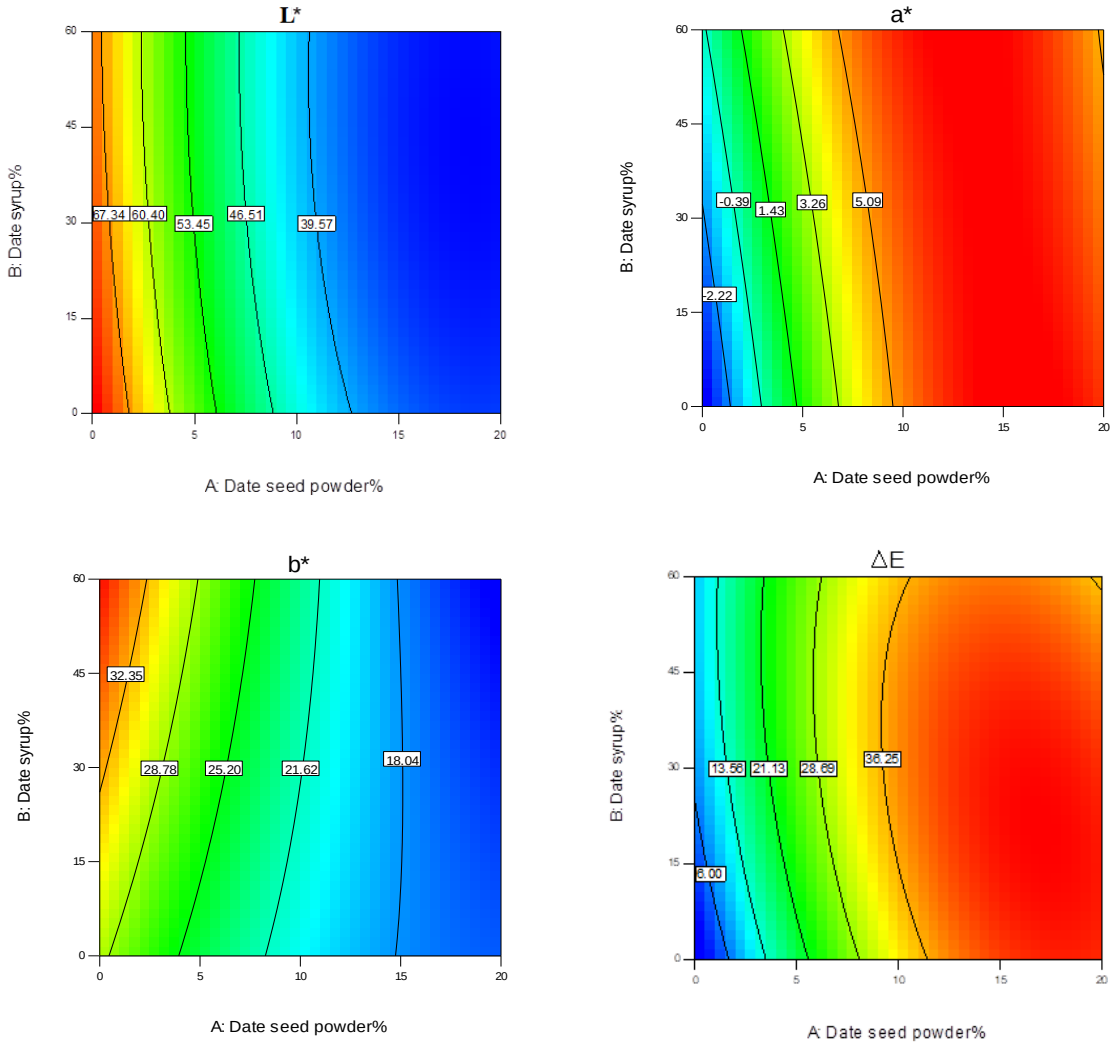

Figure 5: Contour plot of color parameter changes in gluten-free biscuit

۳-۵-۴- تغییر رنگ کلی ΔE

بر اساس شکل ۵ با افزایش هر یک از متغیرها (پودر هسته خرما و شیره خرما) به طور مستقل میزان ΔE بیسکوئیت‌ها

افزایش یافته است. در مورد اثرات متقابل دو متغیر نیز باید گفت با افزایش سطوح هر دو متغیر میزان ΔE بیسکوئیت‌ها افزایش پیدا کرده است.

۳-۶- ویژگی‌های شیمیایی بیسکوئیت‌های فاقد گلوتن

۳-۶-۱- اندازه گیری محتوی رطوبت

محتوی رطوبت نهایی محصولات پخته شده یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی می‌باشد که مدت زمان ماندگاری محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد [21]. شیره خرما به علت خاصیت هیگروسکوپی و آب دوستی بالای خود مانع از خروج زیاد آب در حین پخت میگردد. قندهای موجود در شیره خرما از جمله گلوکز و فروکتوز در مقایسه با ساکارز در دماهای پایین سریعتر حل شده و میزان آب بیشتری را جذب میکنند[22].

همان طور که در شکل ٦ نشان داده شده است، حضور پودر هسته خرما وشیره خرما در فرمولاسیون بیسکوئیت‌های فاقد گلوتن، بر میزان محتوی رطوبت نمونه‌ها تاثیرگذر بوده است. بطوریکه با افزایش سطوح شیره خرما، محتوی رطوبت افزایش پیدا کرده است در مقابل با افزایش سطوح پودر هسته خرما محتوی رطوبت کاهش پیدا کرده است. در تحقیقیدر مورد تاثیر جایگزینی شیره خرما و پودر خرما در فرمولاسیون کوکی، محققان به این نتیجه رسیدند که شیره خرما و پودر خرما باعث افزایش محتوی رطوبتی نمونه های حاوی این فاکتورها می گردد [18]. در مورد نمونه های حاوی ساکارز، زمانیکه خمیر وارد فر میگردد آب در مرحله اول پخت براحتی تبخیر شده و یک ساختمان باز در بافت خمیر ایجاد میگردد که این ساختمان باز به خروج آب از بافت بیسکوئیت کمک می کند.

۳-۶-۲- اندازه گیری خاصیت آنتی اکسیدانی

دانه خرما به عنوان یکی از بزرگترین منابع گیاهی حاوی پلی فنل‌ها شناخته می‌شود و حتی بزرگتر از دانه‌ها و تخم کتان و بزرک می‌باشد [23]. بر اساس نتایج به‌دست آمده در شکل ٦ با افزایش شیره خرما و پودر هسته خرما، میزان خاصیت آنتی اکسیدانی افزایش پیدا کرده است. اما در مورد اثرات متقابل پودر هسته خرما و شیره خرما باید گفت که اثرات بر هم کنش متغیرها بر روی هم معنادار نبوده است. این نتایج با یافته های سایر محققان همراستا بود [7].

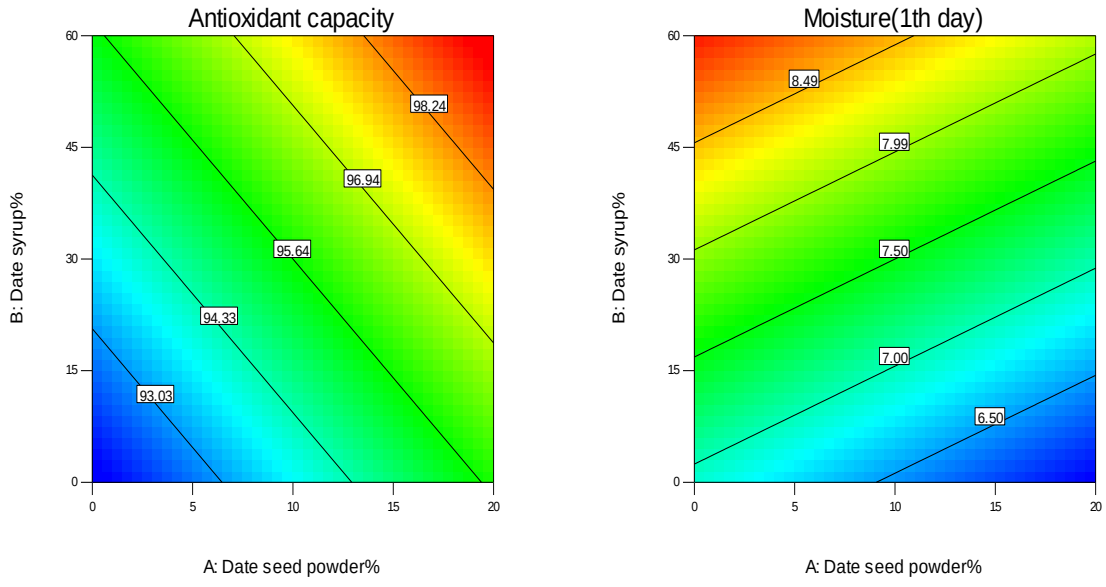

Figure 6: Contour plot of moisture content and antioxidant level changes in gluten-free biscuits

۳-۷- ویژگی های حسی

۳-۷-۱- تردی

بر اساس رفتار نمودار در شکل ۷، می توان گفت که با افزایش پودر هسته خرما میزان پذیرش تردی بیسکوئیت ها افزایش یافته است. اما در مورد اثرات متقابل پودر هسته خرما و شیره خرما باید گفت که با افزایش سطوح پودر هسته خرما در مقابل کاهش سطوح شیره خرما میزان پذیرش تردی افزایش پیدا کرده است.

۳-۷-۲- طعم

نتایج مربوط به طعم بیسکوئیت‌های فاقد گلوتن در شکل ۷ آورده شده است و نشان دهنده اثرات معنادار پودر هسته خرما بر روی طعم بیسکوئیت‌های فاقد گلوتن می‌باشد (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج به‌دست آمده، با افزایش سطوح پودر هسته خرما میزان مقبولیت طعم افزایش پیدا کرده است. در مقابل اثر شیره خرما به عنوان یکی دیگر از متغیرهای مستقل بر میزان مقبولیت طعم معنادار نبوده است (P>۰/۰۵).

۳-۷-۳- رنگ

بر اساس شکل ۷ با افزایش پودر هسته خرما میزان پذیرش رنگ بیسکوئیت ها افزایش یافته است. سایر پژوهش گران نیز بیان کردند که اضافه کردن پودر دانه سنجد باعث افزایش سفیدی نان شده و پذیرش رنگ آن را بهبود می بخشد [۲٤]. اما در مورد اثرات متقابل پودر هسته خرما و شیره خرما باید گفت که با افزایش سطوح پودر هسته خرما در مقابل کاهش سطوح شیره خرما میزان پذیرش رنگ افزایش پیدا کرده است.کاهش روشنایی در اثر افزودن کنسانتره خرما در سایر فراورده های غذایی نیز گزارش شده است [۲۵].

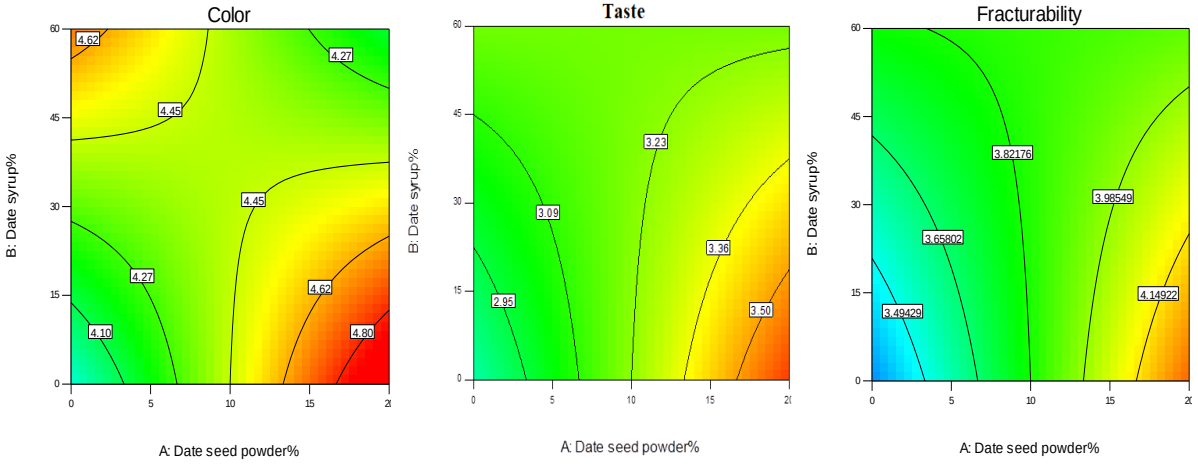

Figure 7: Graph of crispness, flavor, and color acceptance levels in gluten-free biscuits

۳-۷-٤- ظاهر و پذیرش کلی

با توجه به نتایج بدست آمده، اثر پودر هسته خرما و شیره خرما بر روی میزان پذیرش سایر پارامترهای مورد ارزیابی از جمله ظاهر و پذیرش کلی معنادار نبوده است (P> ۰/۰۵). تاثیر افزودن پودر بر پذیرش کلی محصول غذایی به نوع پودر مورد استفاده بستگی دارد. درحالی پودر سنجد اثر منفی بر پذیرش کلی نمونه های نان فاقد گلوتن داشت [۲٤] ، افزودن پودر تفاله هویج سبب بهبود ویژگی های حسی نان فاقد گلوتن شد[۲٦].

۳-۷-۵- ارزیابی چسبندگی به دهانی با استفاده از نرم افزار سنسومیکر

در شکل ۸ نمودارهای مربوط به میزان چسبندگی نمونه‌ها به دهان در زمان‌های مختلف نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده میزان چسبندگی در فرمولاسیون‌های مختلف، متفاوت می‌باشد.

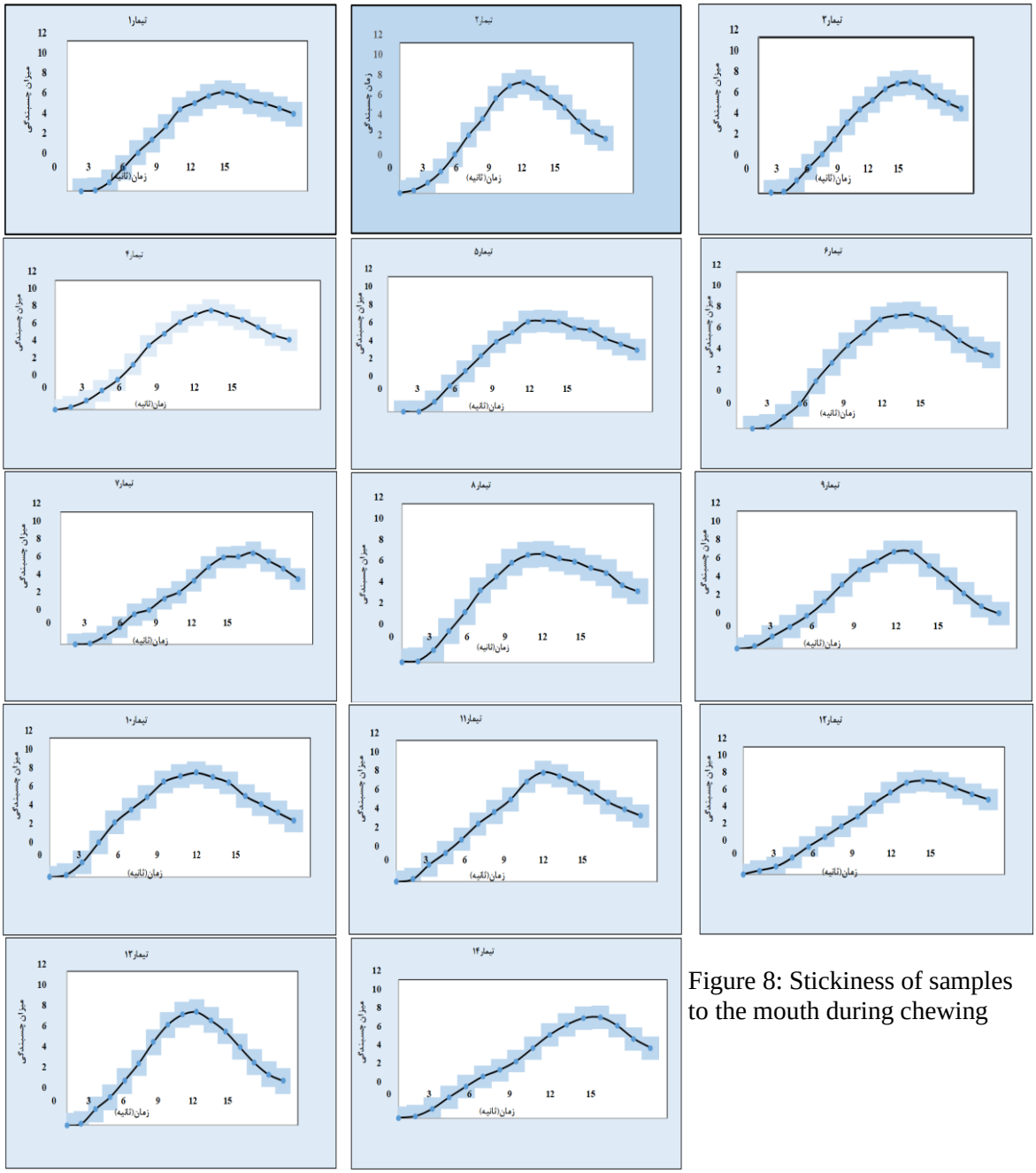

Figure 8: Stickiness of samples to the mouth during chewing

در تیمارهای شماره ۱، ۳، ٤، ٦، ۷، ۱۲ و۱٤ میزان چسبندگی تا ثانیه ۱۲ در حال افزایش بوده است و پس از این مدت منحنی روند کاهشی را طی می‌کند. در تیمارهای شماره ۲، ۵، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱و ۱۳ میزان چسبندگی تا ثانیه ۹ در حال افزایش بوده و پس از این مدت منحنی روند کاهشی را طی می‌کند.

۳-۸- بهینه سازی

برای تعیین نمونه بهینه، پس از انجام آزمون ها، آنالیز پاسخ ها و نتایج به‌دست آمده از برازش مدل های آماری، مقادیر بهینه برای ترکیب پودر هسته خرما وشیره خرما مشخص گردید. در این مرحله برای به‌دست آوردن ترکیب بهینه، جایگزینی آرد برنج با پودر هسته خرما و جایگزینی شکر با شیره خرما از نرم افزار Design Expert و روش سطح پاسخ

استفاده گردید و مقادیر ایده‌آل پاسخ ها و درجه اهمیت آنها توسط نرم افزار بدست آمد. بر اساس نتایج به‌دست آمده بیسکوئیت فاقد گلوتن، با ۲۰ درصد پودر هسته خرما و ٦٠ درصد شیره خرما مناسب‌ترین جایگزین برای آرد برنج وشکر می‌باشد (شکل ۹).

Figure 9: Control sample (right) and optimized sample (left)

۳-۹- سنجش ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و حسی بیسکوئیت تهیه شده از فرمولاسیون بهینه با نمونه شاهد

نتایج مربوط به ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و حسی بیسکوئیت های فاقد گلوتن تهیه شده از فرمولاسیون بهینه با نمونه شاهد در جدول۲ نشان داده شده است.

Table 2: Results related to the physicochemical and sensory properties of gluten-free biscuits

Evaluated Parameter	Optimized Sample	Control Sample
Moisture	7.8	6.9
Water Activity	0.21	0.10
Spread Ratio	5.08	5.11
L*	32.74	74.08
a*	5.55	-4.03
b*	14.97	29.57
Antioxidant Property	99.25	91.85
Fat	21	19
Protein	6.74	6.22
Ash	1	0.72
Total Sugar content	2	12.55
Total Fiber content	31	26
pH	5.42	6.45

٤- نتیجه گیری

در این پژوهش به منظور ارتقای کیفیت محصولات فاقد گلوتن از پودر هسته خرما و شیره خرما به عنوان جایگزین‌های آرد برنج و شیره خرما استفاده گردید. بر اساس نتایج حاصل از ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و حسی ترکیب بهینه به‌دست آمده، پودر هسته خرما در

سطح ۲۰ درصد به‌علت دارا بودن ویژگی‌های کیفی از جمله فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا و همچنین بالا بودن میزان فیبر و ویژگی‌های فیزیکی مطلوب و همچنین مقبولیت از لحاظ طعم، رنگ و ظاهر می‌تواند به عنوان یک محصول فراسودمند در تولید فرآورده‌های غذایی فاقد گلوتن برای بیماران سلیاکی در صنایع غذایی استفاده گردد.

۵- قدردانی

بدینوسیله در پایان این پروژه، از معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، به خاطر حمایت و همکاری در انجام این پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶-منابع

[1] Abbès, F., Kchaou, W., Blecker, C., Ongena, M., Lognay, G., Attia, H., & Besbes, S. (2013). Effect of processing conditions on phenolic compounds and antioxidant properties of date syrup. Industrial Crops and Products, 44, 634-642.

[2] Adeola, A. A., & Ohizua, E. R. (2018). Physical, chemical, and sensory properties of biscuits prepared from flour blends of unripe cooking banana, pigeon pea, and sweet potato. Food science & nutrition, 6(3), 532-540.

[3] Alanazi, F. K. (2010). Utilization of date syrup as a tablet binder, comparative study. Saudi Pharmaceutical Journal, 18(2), 81-89.

[4] Alsenaien, W., Alamer, R., Tang, Z.-X., Albahrani, S., Al-Ghannam, M., & Aleid, S. (2015). Substitution of sugar with dates powder and dates syrup in cookies making. Advance Journal of Food Science and Technology, 8(1), 8 - 1 3 .

[5] De Simas, K. N., Vieira, L. d. N., Podestá, R., Müller, C. M., Vieira, M. A., Beber, R. C., . . . Amboni, R. D. (2009). Effect of king palm (Archontophoenix alexandrae) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies. International Journal of Food Science & Technology, 44(3), 531-538.

[6] Di Cairano, M., Galgano, F., Tolve, R., Caruso, M. C., & Condelli, N. (2018). Focus on gluten free biscuits: Ingredients and issues. Trends in Food Science & Technology, 81, 203-212.

[7] Gamal A, E.-S., Salah M, A., & Mutlaq M, A.-O. (2012). Nutritional quality of biscuit supplemented with wheat bran and date palm fruits (Phoenix dactylifera L.). Food and Nutrition Sciences, 3 (3), 322-328.

[8] Ghaitaranpour, A., Koocheki, A., & Mohebbi, M. (2024). Simulation of bread baking with a conceptual agent-based model: An approach to study the effect of proofing time on baking behavior. Journal of Food Engineering, 368, 1 1 1 9 2 0 .

[9] Ghaitaranpour, A., Mohebbi, M., & Koocheki, A. (2021). An innovative model for describing oil penetration into the doughnut crust during hot air frying. Food Research International, 147, 1 1 0 4 5 8 .

[10] Habib, H., Othman, A., Al-Marzooqi, S., Al-Bawardi, A., Pathan, J. Y., Hilary, S., . . . Platat, C. (2017). The antioxidant activity of date seed: preliminary results of a preclinical in vivo study. Emirates Journal of Food and Agriculture, 29 (1 1) , 8 2 2 - 8 3 2 .

[11] Heydari, A., Mohebbi, M., & Ghaitaranpour, A. (2023). Impact of fat types on the visual, textural, and sensory properties of Nanberenji (a traditional gluten-free cookie). International Journal of Food Engineering, 19(9), 423-434.

[12] Jouanin, A., Gilissen, L. J., Boyd, L. A., Cockram, J., Leigh, F. J., Wallington, E. J., . . . Visser, R. G. (2018). Food processing and breeding strategies for coeliac-safe and healthy wheat products. Food Research International, 1 1 0 , 1 1 - 2 1 .

[13] Koepsel, K., KM, K., & RC, H. (1980). Effects of corn syrups in layer cakes. Cereal Chemistry, 5 7 , 4 9 - 5 3 .

[14] Lajnef, I., Khemiri, S., Yahmed, N. B., Chouaibi, M., & Smaali, I. (2021). Straightforward extraction of date palm syrup from Phoenix dactylifera L. byproducts: application as sucrose substitute in sponge cake formulation. Journal of

Food Measurement and Characterization, 15, 3942-3952.

[15] Leach, K. (1990). Moisture measurement during biscuit manufacture. Measurement and Control, 23(7), 198-201.

[16] Mohamed, A., Fawzy, A., Mohamed, N., Mostafa, T., & Zeinab, A. Chemical, physical and sensory evaluation of biscuit supplemented with date powder. Minia Journal of Agricultural Research and Development. 36 (2), 1-20.

[17] Nasiri, F., Mohtarami, F., Esmaiili, M., & Pirsa, S. (2024). Production of gluten-free biscuits with inulin and flaxseed powder: investigation of physicochemical properties and formulation optimization. Biomass Conversion and Biorefinery, 14(17), 21443-21459.

[18] Nunes, C. A., & Pinheiro, A. C. M. (2012). SensoMaker. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.

[19] Pinheiro, A. C. M., Nunes, C. A., & Vietoris, V. (2013). SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. Ciência e Agrotecnologia, 37, 199-201.

[20] Platat, C., Habib, H., Al Maqbali, F., Jaber, N., & Ibrahim, W. (2014). Identification of date seeds varieties patterns to optimize nutritional benefits of date seeds. J. Nutr. Food Sci. S, 16 (6), 274-285.

[21] Platat, C., Habib, H. M., Hashim, I. B., Kamal, H., AlMaqbali, F., Souka, U., & Ibrahim, W. H. (2015). Production of functional pita bread using date seed powder. Journal of food science and technology, 52(10), 6375-6384.

[22] Sakr, A. M., & Hussien, H. A. (2017). Nutritional quality of gluten free biscuits supplemented with sweet chickpeas and date palm powder. International Journal of Food Science and Nutrition, 2(1), 128-134.

[23] Sofi, S. A., Singh, J., Chhikara, N., Panghal, A., & Gat, Y. (2020). Quality characterization of gluten free noodles enriched with chickpea protein isolate. Food Bioscience, 36, 100626.

[24] Lavini, A., Mohtarami, F., Pirsa, S., & Talebi, A. (2021). The effect of Elaeagnus angustifolia (oleaster) powder on physicochemical, textural and sensory properties of gluten free bread. Journal of food science and technology (Iran) 18, 1-15.

[25] Ghahremannejad, N., Alizadeh, M., & Pirsa, S. (2017). Partial Substitute of Sugar with Date Concentrate in the Peach/Apple Juice and Study Physicochemical/Color Properties of Blend Fruit Juice. Advance Journal of Food Science and Technology 13 (6), 252-236.

[26] Mohtarami, F., & Pirsa, S. (2019). The Effect of Carrot Pomace Powder on Physicochemical, Textural and, Sensory Properties ofGluten Free Bread. Journal of food science and technology (Iran), 16(86), 373-385.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Optimizing gluten-free biscuit formulation using date syrup and date kernel powder

Ozra Hajalibaklo[1], Forogh Mohtarami[2*], Arash Ghaitaranpour[2], Mohsen Esmaiili[2]

1_Master of science student, Department of food industry science and engineering, Urmia University - Iran
2_ Department of Science and Food Industry Engineering, University of Urmia, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2024/11/11

Accepted:2024/12/30

Keywords:

Biscuits,

Gluten free,

Date syrup,

Date kernel powder,

Sensomaker

DOI: **10.22034/FSCT.22.161.198.**

*Corresponding Author E-

f.mohtarami@urmia.ac.ir

ABSTRACT

It appears that celiac patients have more trust in products like biscuits and crackers as sources of carbohydrates. Therefore, this study focused on evaluating and optimizing gluten-free biscuits using date syrup and date seed powder. Sugar levels at 20%, 30%, 40%, and 60% were replaced by date syrup and rice flour at levels of 0, while rice flour levels at 0%, 10%, 13%, and 20% were substituted with date seed powder. Gluten-free biscuits were assessed based on the dough's textural properties, as well as the biscuits' physicochemical properties, including spread ratio, moisture, water activity, color, antioxidant activity, total fiber, total sugar, fat, and protein, using standard methods. Sensory evaluation was conducted with a 5-point hedonic test, and mouthfeel was assessed with Sensomaker software to determine the optimal replacement levels for date syrup and date seed powder. Finally, the proposed optimized formulation was produced, and textural and physicochemical properties, including firmness, total fiber, total sugar, fat, protein, ash, pH, moisture, water activity, color, and antioxidant activity, were measured and compared with a control sample. Replacing rice flour with date seed powder and sugar with date syrup increased the dough's firmness and elasticity. Regarding the textural properties of gluten-free biscuits, firmness significantly increased with higher levels of date seed powder and date syrup. For sensory characteristics, replacing rice flour with date seed powder and sugar with date syrup had a significant effect on taste, crispness, and color.