بهینه سازی ویژگی‌های کیک رژیمی غنی شده با پودر برگ استویا

فروغ چهارطاق[۱]، بهزاد ناصحی[۲*]، حسن برزگر[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم وصنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
۲- دانشیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
۳- استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۱۸)

چکیده

امروزه به واسطه توجه و علاقه مصرف کنندگان به ویژگی‌های سلامتی‌بخش مواد غذایی، درخواست برای تولید مواد غذایی کم کالری افزایش یافته است. بنابراین پژوهشگران صنایع غذایی در کنار حفظ یا بهبود طعم محصول، بر طراحی مجدد مواد غذایی با استفاده از مواد طبیعی متمرکز شده‌اند. دراین تحقیق اثر سه متغیر درصد جایگزینی شکر با پودر برگ استویا (۰ تا ۷۵٪) ، درصد صمغ کتیرا (۰ تا ۱/۵٪) و درصد آب (۷ تا ۱۷٪) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک شامل وزن مخصوص خمیر، سفتی بافت، افت وزنی، حجم مخصوص، رطوبت، خاکستر، رنگ، میزان شیرینی، عطر و طعم، سفتی و پذیرش کلی با استفاده از روش سطح پاسخ مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی یافته‌های این پژوهش نشان داد که افزایش جایگزینی شکر با پودر برگ استویا موجب بهبود برخی ویژگی‌های کیک شامل افت وزنی، بافت، میزان شیرینی، رنگ و پذیرش کلی شد. این در حالی است که وزن مخصوص و امتیازات مربوط به سختی، عطر و طعم کاهش یافتند. افزایش درصد صمغ موجب کاهش افت وزنی، افزایش وزن مخصوص و بهبود پذیرش کلی نمونه‌ها شد. از آنجایی که ارزیابی حسی میزان شیرینی نمونه‌ها حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست، بنابراین از پودر برگ استویا می‌توان به عنوان جایگزین شیرین کننده در فرمول کیک اسفنجی کم کالری استفاده نمود. همچنین ارزیابی تمام ویژگی‌های مورد بررسی در این پژوهش نشان داد که نمونه کیک بهینه با فرمول حاوی ۱/۱۶٪ صمغ کتیرا، ۴۱/۷۱٪ جایگزینی با پودر برگ استویا و ۱۴/۵۷٪ درصد آب تولید می‌شود.

کلید واژگان: استویوزید، هیدروکلوئید، کیک رژیمی

* مسئول مکاتبات: nasehibehzad@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۱- مقدمه

فرآورده‌های قنادی بخش مهمی از یک رژیم غذایی متعادل را تشکیل می‌دهند. کیک‌ها با استفاده از مقدار زیادی چربی تهیه می‌شوند. به دلیل انرژی و کالری بالا و وجود مقدار زیاد شکر و چربی در فرمول آن، مصرف مداوم و طولانی مدت این ماده غذایی چاقی و به دنبال آن مشکلات سلامتی ایجاد می‌کند. ساکارز یکی از اجزای اصلی کیک اسفنجی است و نقش‌هایی فراتر از فراهم کردن انرژی و شیرین‌کنندگی دارد. بنابراین کاهش میزان شکر بر روی ساختار و ویژگی‌های حسی کیک اثر می‌گذارد. ثابت شده است که مصرف بیش از حد شکر به دلیل زیاد کردن انرژی دریافتی، موجب ایجاد بیماری‌های مزمن می‌شود [۱]. در حال حاضر با توجه به افزایش جمعیت و بالا رفتن سطح رفاه عمومی یکی از مشکلات عمده جوامع تامین منابع غذایی مناسب است. تأکید سازمان بهداشت جهانی در جایگزینی تدریجی مواد طبیعی به جای مواد شیمیایی موجب شده تا کشورهای مختلف جهان نسبت به سرمایه‌گذاری، برنامه‌ریزی کشت و تولید انبوه گیاهان دارویی در سطوح صنعتی و استفاده از آن در صنایع دارویی، بهداشتی و غذایی اقدام کنند [۲]. امروزه استفاده از شیرین‌کننده استویا که ترکیبی با منشا طبیعی است در بسیاری از کشورها مورد استقبال خوبی قرار گرفته است. استویا ***(Stevia rebaudiana)*** گیاهی از خانواده Asteraceae، چند ساله و بومی نواحی شمالی آمریکای جنوبی است. با بررسی فیتوشیمی بر روی این گیاه، وجود گلیکوزیدهای استویول[1] که همگی از خاصیت شیرین‌کنندگی قوی برخوردارند اثبات شده است. استویوزید ماده مؤثره موجود در برگ استویا جز خانواده دی‌ترپن است که شیرینی معادل ۲۵۰ تا ۳۰۰ برابر شکر دارد. استویوزید به عنوان فراوان‌ترین ترکیب شیرین کننده، ۵ تا ۱۰ درصد وزن برگ خشک را شامل می‌شود. ریبودیوزاید A[2] (۲ تا ٤ درصد وزن خشک)، ریبودیوزاید B و C (۱ تا ۲ درصد)، ریبودیوزاید D و E (۰/٤ تا ۰/۷ درصد) و همچنین دالکوزاید A[3] و استویول بیوزاید[4] نیز در این گیاه موجود است [۳-٤].

یکی از راه‌های بهبود بافت و کیفیت انواع کیک، استفاده از امولسیفایرها و هیدروکلوئیدهای مختلف می‌باشد [۵]. در میان صمغ‌ها، صمغ‌های تراوشی نظیر کتیرا از قدیمی‌ترین صمغ‌ها هستند که ۵۰۰۰ سال پیش از آنها به عنوان تغلیظ کننده و پایدارکننده استفاده می‌شده است. این صمغ در صنایع غذایی به خصوص فرآورده‌های صنایع پخت دارای کاربرد گسترده‌ای بوده که از آن دسته می‌توان به خاصیت امولسیفایری، پایدارکنندگی و قوام دهندگی در این محصولات اشاره کرد [٦]. از این رو پژوهش حاضر جهت بررسی اثر سه متغیر درصد جایگزینی شکر با پودر برگ استویا (۰ تا ۷۵٪) ، درصد صمغ کتیرا (۰ تا ۱/۵٪) و درصد آب (۷ تا ۱۷٪) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی شامل (رنگ، میزان شیرینی، عطر و طعم، سختی و پذیرش کلی) انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد مخصوص قنادی با ویژگی‌های ۰/۵۲ درصد خاکستر، ١٤ درصد رطوبت، ۲۳ درصد گلوتن مرطوب، 7/٦ درصد پروتئین و pH برابر ٦ از کارخانه آرد جنوب اهواز خریداری شد. سایر مواد جهت تولید کیک شامل روغن آفتابگردان با نام تجاری اویلا، تخم مرغ از شرکت سیمرغ، بیکینگ پودر با نام تجاری هرمین، پودر آب پنیر و شیر خشک از شرکت پگاه فارس، وانیل و شکر از فروشگاه های مواد غذایی اهواز تهیه شد. استویا به صورت پودر حاصل از برگ خشک شده گیاه استویا ربادیانا، که در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین واقع در شهرستان ملاثانی کشت شده بود، پس از آسیاب کردن و عبور از الک با مش ٤۰ مورد استفاده قرار گرفت. کتیرای مورد نیاز به شکل فلس از بازار خریداری شد. فلس‌ها با استفاده از آسیاب برقی به شکل پودر درآمده و پس از عبور از الک ٤۰ مورد استفاده قرار گرفت. همچنین از کیسه‌های پلی اتیلنی دو لایه برای بسته بندی کیک‌ها استفاده شد. کلیه‌ی مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

1. Steviol
2. Rebaudioside
3. Dulcoside
4. Steviolbioside

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Table 1 Stages for producing dough using sugar-dough

Steps	Ingredients	Percent based on weight of flour	Method
First stage	Oil	57	Mixing until produce bright color
	Sugar	72	
Second stage	Egg	72	It was added in 4-5 parts
Third stage	Flour	100	All powder materials screenings, and add to dough until the dough was smooth half.
	Baking powder	1.34	
	Milk powder	2	
	Vanilla	0.5	
	Whey powder	4	
	Water	25	Following the addition, dough income smooth

۲-۲ روش‌ها

۲-۲-۱ روش تولید کیک

خمیر کیک به روش شکر-خمیر تولید شد. خمیر تهیه شده درون قالب ریخته شده، سپس قالب ها جهت پخت به مدت ۳۰ دقیقه درون فر با دمای ۱۷۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. کیک¬ها پس از خروج از فر و سرد شدن به مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط درون جعبه قرار گرفتمراحل تولید کیک اسفنجی تهیه شده در این پژوهش در جدول (۱) گزارش شده است [۷].۲-۲-۲- وزن مخصوص خمیر: از طریق اندازه‌گیری وزن ۲٤۰ میلی‌لیتر خمیر به وزن ۲٤۰ میلی‌لیتر آب تعیین شد [۸].

۲-۲-۲- روش ارزیابی ویژگی‌های کیک

میزان رطوبت تیمارها طبق روش AACC ١٦-٤٤ و خاکستر به روش AACC ٠١-٠٨ اندازه گیری شد. بررسی بافت نمونه‌های کیک دو ساعت بعد از پخت توسط دستگاه بافت سنج مدل TA-XT-PLUS (Micro stable system، ساخت انگلستان) طبق روش AACC ٠٩-٧٤ انجام شد. در این آزمایش ابتدا تیمارهای مختلف کیک با ارتفاع ۲/۵ سانتیمتر برش داده شده و بر روی صفحه نگهدارنده قرار داده شد. سپس پروب دستگاه به قطر ۳٦ میلی‌متر و با سرعت ۱/۷ میلی‌متر بر ثانیه شروع به حرکت کرد و پس از تماس با سطح نمونه به میزان ٤۰٪ در نمونه فرو رفت. پس از بازگشت این مسیر، از روی صفحه نمایش دستگاه، عدد مورد نظر ثبت گردید که این عدد نیروی لازم جهت نفوذ پروب به نمونه را نشان می‌داد و بیانگر میزان سفتی بافت نان بود. برای ارزیابی حجم مخصوص از نسبت حجم به وزن طبق روش AACC ۵۰-۱۰ انجام شد [۹]. افت پخت کیک به روش آقا محمدی و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد [۱۰]. جهت تعیین افت پخت اختلاف وزن خمیر و وزن کیک ۲۰ دقیقه بعد از پخت اندازه گیری شد. برای ارزیابی ویژگی‌های حسی از ۱۰ ارزیاب ماهر برای بررسی خصوصیات کیک‌های غنی شده، استفاده شد. نمونه‌ها از طریق یک آزمون ترجیحی ۷ نقطه‌ای مقایسه شدند. برای این منظور امتیاز ۷ برای کیفیت مطلوب و امتیاز ۱ برای کیفیت نامطلوب اختصاص داده شد. به این ترتیب که از هر تیمار تعدادی نمونه تهیه شده و نمونه‌ها با کدهای سه رقمی (به شکل تصادفی) به همراه فرم نظرخواهی جهت ارزیابی ویژگی‌هایی شامل سفتی و نرمی بافت ، طعم، مزه شیرینی و پذیرش کلی تیمارها به داوران داده شد.

۲-۲-۳- روش تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش برای برآورد تأثیر متغیرهای مستقل شامل درصد صمغ کتیرا (X_1)، درصد جایگزینی شکر با پودر برگ استویا (X_2) و درصد آب (X_3) بر متغیرهای وابسته از روش طرح مرکب مرکزی[1] با نرم افزار مینی تب[2] نسخه ١٦ استفاده شد. دامنه هر یک از متغیرهای مستقل طبق آزمایشات مقدماتی مطابق جداول ۲ تعیین شد که بر این اساس ۲۰ تیمار آزمایشی مشخص شد (جدول ۳).

1. Central composite design (CCD)
2. Minitab

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Table 2 Independent variables levels

Independent variables		Factors Level				
		-2	-1	0	1	2
Gum	X_1	0	0.3	0.75	1.2	1.5
Stevia powder	X_2	0	14.19	35	55.81	70
Water	X_3	7	9.03	12	14.97	17

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی به‌عنوان متغیرهای وابسته (پاسخ) در نظر گرفته شد. پس از انجام آنالیز رگرسیون مدل‌های چندجمله‌ای درجه دومی مانند معادله زیر برای هر یک از پاسخ‌ها برازیده شد.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{3} \beta_i x_i + \sum_{i=1}^{3} \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^{2} \sum_{j=i+1}^{3} \beta_{ij} x_i x_j$$

در این رابطه Y، β_0 ، βi، βii وβij به ترتیب پاسخ، ثابت معادله (عرض از مبدأ)، ضریب اثرات خطی، ضریب اثرات درجه دوم و ضریب اثرات متقابل می‌باشند. همچنین xi و xj سطوح متغیرهای غیر وابسته می‌باشند. با استفاده از آنالیز واریانس و بر اساس شاخص p-value، معنی‌داری مدل‌ها و عبارات معادله مورد بررسی و فاکتورهای غیر معنی‌دار مشخص شد. همچنین شاخص‌های عدم تناسب ، ضریب تعیین (R^2)، ضریب تعیین تعدیل‌شده (R^2adj) و شاخص دقت کفایت به منظور بررسی کفایت مدل محاسبه شد [۱۱].

Table 3 Randomized trial treatments based on formulation variables in the CCD.

Treatments	Gum%	Stevia leaf powder%	Water%
1	0.75	35.00	12.00
2	0.75	35.00	12.00
3	0.00	35.00	12.00
4	1.20	14.19	9.03
5	0.30	14.19	9.03
6	0.75	70.00	12.00
7	0.75	35.00	17.00
8	0.75	35.00	7.00
9	1.20	55.81	14.97
10	0.30	55.81	9.03
11	0.30	55.81	14.97
12	0.75	35.00	12.00
13	0.75	35.00	12.00
14	1.20	55.81	9.03
15	1.50	35.00	12.00
16	0.75	35.00	12.00
17	1.20	14.19	14.97
18	0.75	35.00	12.00
19	0.30	14.19	14.97
20	0.75	0.00	12.00

۳- نتایج و بحث

بررسی تغییرات همه‌ی ویژگی‌های مورد بررسی در جدول ٤ و ٥، نشان می‌دهد که مدل‌های پیشنهادی در این پژوهش از R^2 و R^2 (adj) متناسب، بالا و معنی‌داری برخوردار هستند. همچنین آزمون عدم برازش آن‌ها بی‌معنی است که نشان دهنده کارآیی مدل‌های ارائه شده در پیش بینی ویژگی مورد ارزیابی است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Table 4 Analysis of variance for physicochemical properties of cakes in Response Surface Quadratic Model

Source	Specific weight	Firmness	Weight loss	Specific volume	Wet	Ash
Regression	0.002^{**}	0^{***}	0.002^{**}	0.001^{***}	0^{***}	0.003^{**}
Linear	0.050^{*}	0^{***}	0^{***}	0.028^{*}	0^{***}	0.002^{**}
X_1	0.019^{*}	0.119^{ns}	0.002^{**}	0.675^{ns}	0.003^{**}	0.584^{ns}
X_2	0.182^{ns}	0^{***}	0.019^{*}	0.017^{*}	0.085^{ns}	0^{***}
X_3	0.277^{ns}	0.005^{**}	0^{***}	0.041^{*}	0^{***}	0.815^{ns}
Square	0.003^{**}	0.018^{*}	0.087^{ns}	0.002^{**}	0^{***}	0.008^{**}
X_{11}	0.005^{**}	0.125^{ns}	0.072^{ns}	0.097^{ns}	0.250^{ns}	0.867^{ns}
X_{22}	0.056^{ns}	0.028^{*}	0.510^{ns}	0^{***}	0.805^{ns}	0.001^{***}
X_{33}	0.015^{*}	0.042^{*}	0.042^{*}	0.336^{ns}	0.003^{**}	0.833^{ns}
Interaction	0.002^{**}	0.242^{ns}	0.213^{ns}	0.003^{**}	0.197^{ns}	0.139^{ns}
X_1X_2	0.631^{ns}	0.172^{ns}	0.664^{ns}	0.438^{ns}	0.469^{ns}	0.181^{ns}
X_1X_3	0^{***}	0.801^{ns}	0.079^{ns}	0.152^{ns}	0.431^{ns}	0.296^{ns}
X_2X_3	0.535^{ns}	0.132^{ns}	0.272^{ns}	0.001^{***}	0.062^{ns}	0.086^{ns}
Lack-of-Fit	0.176^{ns}	0.083^{ns}	0.052^{ns}	0.714^{ns}	0.173^{ns}	0.079^{ns}
R^2	87.38	90.77	87.19	88.06	93.13	85.56
R^2-adjust	76.02	82.45	75.66	77.31	86.95	72.57

ns: no significant effect at level <0.05; *p <0.05; **p <0.01; ***p <0.001.

۳-۱- وزن مخصوص خمیر

بررسی آنالیز واریانس در جدول ٤، نشان داد که اثر خطی صمغ (p ≤۰/۰۵)، اثر درجه دوم صمغ (p ≤۰/۰۱) و آب (p ≤۰/۰۵) و نیز اثر متقابل صمغ و آب (p ≤۰/۰۰۱) بر وزن مخصوص معنی‌دار شدند. سایر ضرایب بر این ویژگی اثر معنی‌دار نداشتند. بیشترین وزن مخصوص خمیر مربوط به تیمار با ۰/۳ درصد صمغ، ۵۵ درصد جایگزینی و ١٤ درصد آب و کمترین مقدار وزن مخصوص خمیر مربوط به تیمار ۳بدون جایگزینی استویا بود. با توجه به بررسی معنی‌دار بودن اثر متقابل صمغ و آب مشخص شد که مقادیر پایین آب همراه با درصدهای بالای صمغ و نیز مقادیر بالای آب همراه با مقادیر کم صمغ بیشترین وزن مخصوص را در خمیر ایجاد کردند. وزن مخصوص خمیر کیک عامل مناسبی برای بررسی میزان ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری هوا در طول مخلوط کردن خمیـر است. وزن مخصوص خمیر کیک به عنوان عاملی برای ارزیابی قابلیت کلی خمیر برای حفظ هوا، اطلاعات محدودی در مورد اندازه و میزان پخش سلول‌های گازی می‌دهد. وزن مخصوص کمتر در خمیر کیک نشان‌دهنده حجم بالاتر در کیک است. همچنین بررسی ویژگی‌های کیک اسفنجی دیابتی نشان داده که کیک بدون شکر، وزن مخصوص کمتری نسبت به نمونه شاهد دارد [۱۳-۱۲]. نگهداری هوا در خمیر ارتباط نزدیکی با قوام خمیر دارد، بطوری‌که با افزایش قوام خمیر مقادیر هوای وارد شده کمتر و وزن مخصوص خمیر افزایش می‌یابد [۷].

۳-۲- بافت کیک

آنالیز واریانس نتایج بررسی ویژگی سفتی در جدول ٤، نشان داد که اثرات خطی پودر برگ استویا (p ≤۰/۰۰۱) و نیز آب (p ≤۰/۰۱) معنی‌دار شدند. اثرات درجه دوم پودر برگ استویا و آب نیز معنی‌دار بود (p ≤۰/۰۵). اثرات خطی و درجه دوم مقادیر صمغ کتیرا بر روی میزان سفتی بافت معنی‌دار نشد.

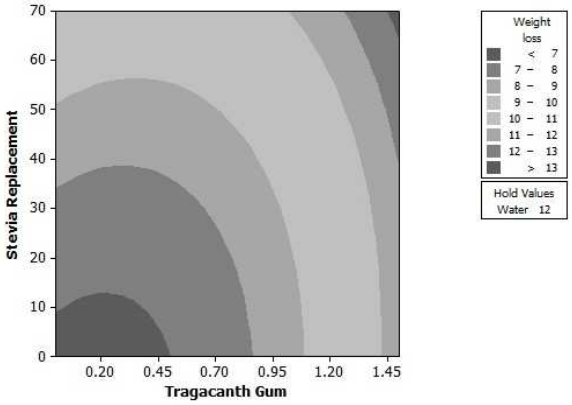

Fig 1 Contour plot of firmness of treatments

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

طبق شکل ۱، بیشترین میزان سفتی مربوط به تیمار با ۷۰ درصد پودر برگ استویا و کمترین میزان سفتی مربوط به تیمار با ۱/۲ درصد صمغ، ١٤ درصد پودر برگ استویا و ١٤ درصد آب و نیز تیمار با همان ترکیبات و ۰/۳ درصد صمغ بود. افزایش بیش از ۵۰ درصد جایگزینی شکر با پودر برگ استویا نیز موجب سفت‌تر شدن بافت کیک شده است. افزایش مقدار آب فرمول منجر به کاهش مقدار سفتی شده است. اگرچه اثر متقابل درصد صمغ و آب معنی‌دار نشده است، ولی مقادیر ۰/۵ تا ۱ درصد صمغ در کنار مقادیر مختلف آب بافت نرمتری ایجاد کرده است. بیاتی توسط بسیاری پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی از قبیل تغییرات در بافت، انتقال آب، کریستالیزاسیون نشاسته و بر هم‌کنش میان اجزای متشکله قابل تشخیص می‌باشد. عواملی مانند آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت و یا توزیع رطوبت بین ناحیه بی‌شکل و کریستالی در بیاتی نقش دارند [۱۵و١٤]. بررسی استفاده از سوربیتول به عنوان یک شیرین‌کننده جایگزین ساکارز در فرمولاسیون کوکی نشان داد که محصولی با بافت نرم تولید شد [١٦]. در بررسی کیک اسفنجی تولید شده با سوربیتول و الیگوفروکتوز مشخص شد در روز اول اندازه‌گیری سفتی بافت، تیمارهای تهیه شده با مخلوط سوربیتول و اولیگوفروکتوز و مخلوط سوربیتول، ساکارز و اولیگوفروکتوز، بافت نرمتری از تیمار شاهد داشتند، اما کیک تهیه شده با ۱۰۰٪ سوربیتول بافت سفت‌تر از کیک شاهد داشت و تیمار تهیه شده با ساکارز و سوربیتول تفاوت معنی‌داری ($p \leq$ ۰/۰۵) با تیمار شاهد نشان نداد [۷]. بررسی کیک لایه‌ای شیرین شده با آسپارتام نشان داده است که به کار بردن مقادیر کمی فروکتوز در کنار آن منجر به نرمتر شدن بافت کیک می‌شود
[۱۷].

۳-۳- افت وزنی کیک

با استفاده از جدول ٤، آنالیز واریانس اثر خطی صمغ ($p \leq$ ۰/۰۱)، پودر برگ استویا ($p \leq$ ۰/۰۵) و آب ($p \leq$ ۰/۰۰۱) معنی‌دار می‌باشند. اثر درجه دوم آب نیز معنی‌دار شده است ($p \leq$ ۰/۰۵).

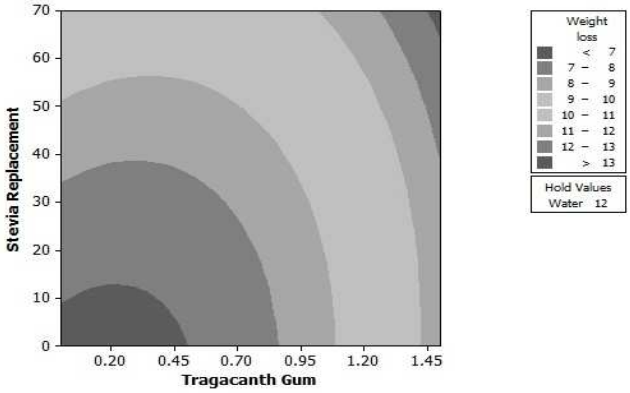

Fig 2 Contour plot of weight loss of treatments

همان طوری که در شکل ۲ نمایان است بیشترین میزان افت وزنی مربوط به نمونه با ۰/۷۵ صمغ، ۳۵ درصد جایگزینی و ۱۷ درصد یعنی بالاترین درصد آب، و پس از آن نمونه فاقد صمغ، ۳۵ درصد جایگزینی و ۱۲ درصد آب می‌باشد بود. کمترین میزان افت وزنی به ترتیب مربوط به تیمارهایی با ۱/۲ درصد صمغ، ۵۵ درصد جایگزینی و ۹ درصد آب؛ یا با ۰/۷۵ درصد صمغ، ۳۵ درصد جایگزینی و ۷ درصد یعنی کمترین میزان آب. افزایش میزان آب منجر به افزایش افت وزنی و افزایش درصد صمغ منجر به کاهش نرخ افت وزنی شده است. افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر و صمغ‌های گوار و زانتان بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی نشان داد که افزایش سطوح هر یک از صمغ‌ها باعث کاهش معنی‌دار افت وزنی نمونه‌ها گردید. با توجه به قدرت جذب و قابلیت نگهداری آب بالای صمغ‌ها، کاهش میزان از دست رفتن آب در طی فرآیند پخت محصول می‌تواند دلیل کاهش افت وزنی با افزایش سطح صمغ باشد [۱۸].

۳-٤- حجم مخصوص کیک

اثرات خطی پودر برگ استویا و آب ($p \leq$ ۰/۰۵)، اثر درجه دوم پودر برگ استویا ($p \leq$ ۰/۰۰۱) همچنین اثر متقابل پودر برگ استویا و آب ($p \leq$ ۰/۰۰۱) معنی‌دار شدند (جدول ٤). شکل ۳، نشان می‌دهد که مقادیر پایین جایگزینی به همراه مقادیر متوسط آب، بیشترین حجم مخصوص را ایجاد کرده است. بررسی اثر صمغ زانتان بر حجم کیک و نیز بررسی اثر صمغ بر میزان حجم فرآورده‌های خمیری بدون گلوتن نشان

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

داد کـه استفاده از صمغ در افزایش حجم مؤثر بـود و حجـم مخصوص را از حدود ١/٦٤ میلی‌لیتر بـر گـرم بـه بـیش از ٢ میلی‌لیتر بر گرم برساند [١٩] . بررسی تاثیر پلی‌ال‌ها و الیگوساکاریدهای غیر قابل هضم در کیک اسفنجی نشان داد که کیک بدون شکر حجم مخصوص کمتری نسبت به نمونه‌های دارای شکر دارد.

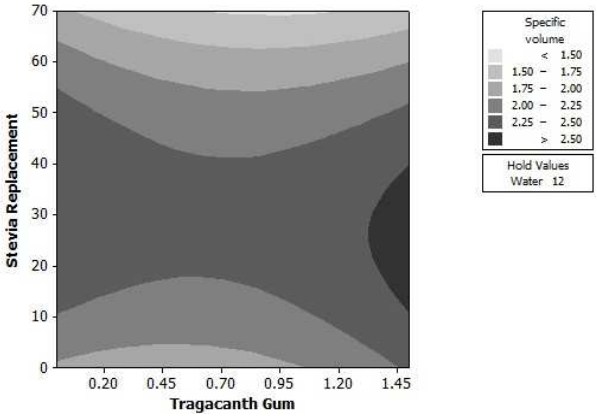

Fig3 Contour plot of specific volume of treatments

٣-٥- رطوبت کیک

بررسی نتایج آنالیز واریانس در جدول ٤ نشان می‌دهد که اثرات خطی صمغ ($p \leq$ ٠/٠١) و آب ($p \leq$٠/٠٠١) و نیز اثر درجه دوم آب ($p \leq$ ٠/٠١) معنی‌دار شدند. بیشترین میزان رطوبت مربوط به تیمار با ٠/٧٥ درصد صمغ، ٣٥ درصد جایگزینی و ١٧ درصد یعنی بیشترین مقدار آب بود. افزایش صمغ و آب هر دو موجب افزایش میزان رطوبت شدند. بررسی تأثیر صمغ کتیرا بر ویژگی‌های فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر آرد گندم نشان داده است که افزودن کتیرا و افزایش سطوح آن به دلیل افزایش در تعداد گروه‌های هیدروکسیل و پیوندهای هیدروژنی بیشتر با مولکول‌های آب، سبب افزایش معنی‌دار جذب آب در تیمارها می‌گردد [٢٠]. بررسـی اثر صمغ زانتان و گوار بر میزان رطوبت کیک روغنی نشان داده است که این دو صمغ به طور معنی‌داری در سطح اطمینان ٩٥ درصد قادر به افزایش میزان این ویژگی نـسبت بـه نمونه فاقد صمغ هستند [١٨].

٣-٦- خاکستر کیک

مطابق جدول ٤، اثرات خطی و درجه دوم پودر برگ استویا ($p \leq$٠/٠٠١) و نیز اثر متقابل پودر برگ استویا و آب ($p \leq$٠/٠٥) معنی‌دار شدند. همچنین بیشترین میزان خاکستر مربوط به تیمار با بیشترین درصد جایگزینی بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. پودر برگ استویای مورد استفاده در این آزمایش دارای میزان خاکستر ١١/٤٥ درصد و صمغ به کار رفته نیز دارای ٣/٢ درصد خاکستر بود. با بالا رفتن میزان پودر برگ استویا به درصد خاکستر افزوده شد. نتایج حاصل از اندازه-گیری خاکستر در پودر کتیرا، نشان داده که درصد خاکستر موجود در صمغ کتیرا به طور قابل توجهی بالا است که این مطلب نشان دهنده وجود مواد معدنی بیشتر در صمغ کتیرا می-باشد [٢٠]. این تحقیق نیز بیان کننده رابطه مستقیمی بین میزان خاکستر کیک تولیدی با افزایش مقدار پودر استویا و صمغ کتیرا در فرمول می‌باشد. افزودن پودر ژل آلوورا به آرد نان بربری نیز موجب افزایش معنی‌دار در میزان خاکستر آن شده است [٢]. در مطالعه دیگری مشخص شده است با افزودن عصاره مرزنجوش به آرد کیک میزان خاکستر افزایش معنی-داری می‌یابد [٢١].

٣-٧- ویژگی‌های حسی کیک

بررسی تغییرات ویژگی‌های حسی در جدول ٥، نشان می‌دهد که مدل‌های پیشنهادی برای این فاکتورها از R^2 و R^2 (adj) متناسب، بالا و معنی‌داری برخوردار هستند. همچنین آزمون عدم برازش آن‌ها بی‌معنی است که نشان دهنده کارایی مدل-های ارائه شده در پیش بینی پارامترهای مورد ارزیابی است.

مطابق جدول ٥، برای ویژگی رنگ اثرات خطی و درجه دوم پودر برگ استویا ($p \leq$٠/٠٥) معنی‌دار شدند. تقریبا همه‌ی تیمارها از لحاظ ویژگی رنگ، امتیاز بالایی داشتند و با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند. اما تیمار که دارای مقدار زیاد پودر برگ استویا بود دارای رنگ سبز مشخصی بود. یافته‌های این پژوهش با نتایج بررسی ویژگی‌های کیک اسفنجی غنی شده با اینولین توسط رودریگوز-گارسیا و همکاران (٢٠١١)، مطابقت دارد [٢٢].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Table ٥ Analysis of variance for sensory properties of cakes in Response Surface Quadratic Model

Source	Color	Sweetness	Flavor	Firmness	General acceptance
Regression	0^{***}	0.043^{*}	0.010^{**}	0.038^{*}	0.003^{**}
Linear	0^{***}	0.010^{**}	0.001^{***}	0.103^{ns}	0^{***}
X_1	0.166^{ns}	0.539^{ns}	0.758^{ns}	0.859^{ns}	0.653^{ns}
X_2	0^{***}	0.002^{**}	0^{***}	0.023^{*}	0^{***}
X_3	0.135^{ns}	0.119^{ns}	0.417^{ns}	0.385^{ns}	0.045^{*}
Square	0.001^{***}	0.139^{ns}	0.114^{ns}	0.033^{*}	0.135^{ns}
X_{11}	0.341^{ns}	0.423^{ns}	0.625^{ns}	0.982^{ns}	0.625^{ns}
X_{22}	0^{***}	0.043^{*}	0.049^{*}	0.678^{ns}	0.100^{ns}
X_{33}	0.994^{ns}	0.475^{ns}	0.227^{ns}	0.005^{**}	0.124^{ns}
Interaction	0.547^{ns}	0.578^{ns}	0.950^{ns}	0.087^{ns}	0.438^{ns}
X_1X_2	0.314^{ns}	0.425^{ns}	0.688^{ns}	0.262^{ns}	0.656^{ns}
X_1X_3	0.314^{ns}	0.425^{ns}	1^{ns}	0.127^{ns}	0.198^{ns}
X_2X_3	1^{ns}	0.425^{ns}	0.688^{ns}	0.058^{ns}	0.379^{ns}
Lack-of-Fit	0.067^{ns}	0.858^{ns}	0.067^{ns}	0.230^{ns}	0.053^{ns}
R^2	90.74	74.14	81.69	74.90	85.68
R^2-adjust	82.42	50.86	65.22	52.31	72.80

ns: no significant effect at level <0.05; * p <0.05; ** p <0.01; *** p <0.001.

مطابق جدول ٥، اثر خطی پودر برگ استویا ($p \leq ۰/۰۵$) و اثر درجه دوم آن ($p \leq ۰/۰۱$) بر میزان شیرینی کیک معنی‌دار شدند. همچنین همه تیمارها از لحاظ میزان شیرینی یکسان بودند و هیچ کدام با نمونه شاهد اختلاف معنی داری نداشتند. در نتیجه پودر برگ استویا می‌تواند شیرینی برابر شکر ایجاد نماید.

ارزیابی عطر و طعم کیک نشان داد که اثر خطی پودر برگ استویا ($p \leq ۰/۰۰۱$) و اثر درجه دوم پودر برگ استویا ($p \leq ۰/۰۵$) معنی‌دار شدند (جدول ٥). در مقادیر بالای جایگزینی با پودر برگ استویا از میزان امتیاز عطر و طعم نمونه‌ها کاسته شد، به طوری که نمونه دارای بیشترین جایگزینی، کمترین امتیاز عطر و طعم را به خود اختصاص داد. افزایش جایگزینی به دلیل کاهش میزان واکنش مایلارد، می‌تواند موجب کم شدن عطر و طعم شود که با نتایج ایوبی و همکاران [۱۸] و همچنین جلی و همکاران [۲۳] مطابقت دارد.

آنالیز واریانس برای ویژگی سفتی در جدول ٥، حاکی از آن است که اثر خطی پودر برگ استویا ($p \leq ۰/۰۵$) و اثر درجه دوم درصد آب فرمول ($p \leq ۰/۰۱$) معنی‌دار شدند. این نتایج با نتایج مربوط به بافت سنجی با دستگاه بافت سنج نیز هم خوانی دارد. افزایش جایگزینی موجب کاهش امتیاز و افزایش میزان آب موجب افزایش امتیازات مربوط به سفتی شد که با نتایج جلی و همکاران [۲۳] و نیز ایوبی و همکاران [۱۸] مطابقت داشت اما با نتایج مانیشا و همکاران [٢٤] مغایرت دارد.

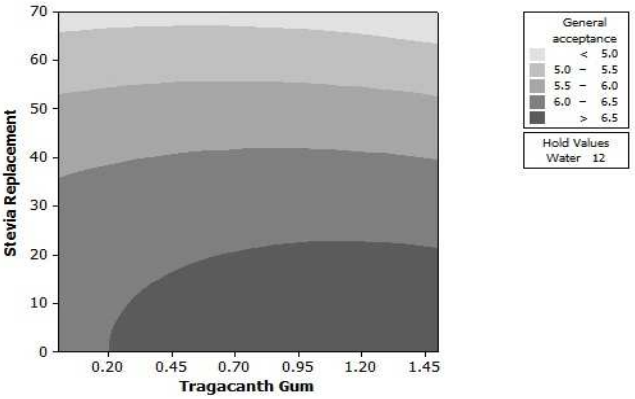

Fig 4 Contour plot of general acceptance of treatments

با نگاه به جدول ٥، مشخص می‌شود که برای ویژگی پذیرش کلی اثرات خطی پودر برگ استویا ($p \leq ۰/۰۰۱$) و نیز درصد آب ($p \leq ۰/۰۵$) معنی‌دار شدند. شکل ٤، نیز نشان می‌دهد که با افزایش میزان جایگزینی تا حدی از مطلوبیت نمونه‌ها کاسته شده است. اما با افزایش میزان آب، کیفیت تیمارها بهبود یافته است. که با نتایج ایوبی و همکاران [۱۸]، لو و همکاران [۸] و جلی و همکاران [۲۳] مطابقت داشت.

٤- نتیجه گیری

در حال حاضر رشد جمعیت و تأیید اثرات مضر مصرف زیاد برخی از مواد غذایی مانند شکر، زمینه تقاضا برای جایگزینی تدریجی مواد طبیعی به جای مواد فرآوری شده را فراهم آورده است. استویا یا شیرین‌کننده آن استویوزید در بسیاری از کشورها مورد استقبال خوبی قرار گرفته است. بررسی یافته‌های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

این پژوهش نشان داد که افزایش جایگزینی شکر با پودر برگ استویا موجب بهبود برخی ویژگی‌های کیک شامل افت وزنی، بافت، میزان شیرینی، رنگ و پذیرش کلی شد. این در حالی است که وزن مخصوص و امتیازات مربوط به سختی، عطر و طعم کاهش یافتند. افزایش درصد صمغ موجب کاهش افت وزنی، افزایش وزن مخصوص و بهبود پذیرش کلی نمونه‌ها شد. از آنجایی که ارزیابی حسی نمونه‌ها حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست، بنابراین از پودر برگ استویا می‌توان به عنوان جایگزین شیرین‌کننده در فرمول کیک اسفنجی کم کالری استفاده نمود. همچنین ارزیابی تمام ویژگی‌ها نشان داد که نمونه کیک بهینه با فرمول حاوی ٪١/١٦ صمغ کتیرا، ٪٤١/٧١ جایگزینی با پودر برگ استویا و ٪١٤/٥٧ درصد آب تولید می‌شود.

٥- منابع

[1] Vishwanath, M.S. and Waldshan, T. H. (1991). Natural and synthetic intense sweeteners. Jounal of Nutritional Biochemistry, 2: 236-244.

[٢] Nasehi, B., Razavi, S.M. A., Ghodsi, M. 2016. Investigation of the effect of aloe vera powder on the properties of Barbari bread during storage. Journal of Food Science and Technology, 6 (1): 195-204.

[3] Ramesh, K., Singh, N. and Megeji, W. (2006). Cultivation of stevia rebaudiana (BERT) Bertoni a comprehensive review. Advance in Agronomy, 89: 137-177.

[4] Chastsudthipong, V. and Muanprasat, C. (2009). Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness. Pharmacology and Therapeutics. 122: 41-54.

[5] Majzouby, M., Boustany, S. and Farahnaky, A. (2012). Improve the quality of boxes cake using instant starch wheat. Journal of Food industry researches, 22 (4): 422-429.

[6] Verbeken, D., Dierckx, S. and Dewettinck, K. (2003). Exudate gums: occurrence , production, and applications. Applied Microbiology and Biotechnology, 63: 10-21.

[7] Chahartagh, F., Nasehi, B., Barzegar, H. & Abdanan, S. (2015). Investigation of properties of low-calorie cake containing different levels of Stevia leaf powder and tragacanth gum. Master's Thesis. Ramin Agriculture and Natural Resources University of Ramin Khouzestan.

[8] Lu, T.M., Lee, CH. CH., Mau, J.L. and Lin, SH. D. (2009). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. Food Chemistry, 119: 1090-1095.

[9] AACC. 1999. Approved method of the American association of cereal chemists. 9th ed.

[10] Agha mohamadi, B., Ghiasy tarzy, B., Honarvar, M. and Delkhosh, B. (2012). The effective use of molasses as a substitute for sugar on the physicochemical and sensory characteristics of the oil cake. Journal of Food Science and Technology, 4 (2): 37-45.

[١١] Nouri, M., Nasehi, B., Samavati, V., Abdanan, M. S. 2017. Optimizing the effects of Persian gum and carrot pomace powder for development of low-fat donut with high fibre content. Submitted, Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. Bioactive Carbohydrates and Dietary, 9: 39–45.

[١٢]. DesRochers, J. L., Seitz, K. D., Walker, C. E., Wrigley, C. W. (2004). Cakes: Chemistry of baking. In: Encyclopedia of Grain Science. (Eds, C. Wrigley, C. Walker, H. Corke). Elsevier Ltd.,Oxford, UK. 1: 129 – 133.

[١٣] Baeva, M. R., Panchev, I. N. and Terzieva, V. V. (2000). Comparativ study of texture normal and energy reduced sponge cake. Die Nahrung, 44 (4): 242-246.

[١٤] Nasehi, B., Azizi, M. H. and Hadiyan, Z. (2009). Different methods of staling measurement. Journal of Food Science and Technology, 51 (13): 53-63.

[15] Ahlborn, G. J., Pike, O. A., Hendrix, S. B., Hess, W. M. and Huber, C. S. (2005). Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten free bread. Cereal Chemistry, 82: 328-335.

[16] Zoulias, E. I., Piknis, S. and Oreopoulou, V. (2000). Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80 (14): 2049-2056.

[17] Hess, A. and Setser, CS. (1983). Alternative systems for sweetening layer cake using aspartame with and without fructose. Cereal Chemistry, 60: 337-341.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[۱۸] Ayoubi, A., Habibi najafi, M. B. and Karimi, M. (2008). Effect of different levels of whey protein concentrate on the physicochemical and sensory properties of muffin cake. Journal of Food Science and Technology, 8 (29): 33-46.
[19] Sciarini, L. S., Ribotta, P. D., Leon, A. E. and Perez, G. T. (2012). Incorporation of several additives into gluten free bread: Effect on dough properties and bread quality. Journal of Food Engineering, 111 (4): 590-579.
[20] Moayedi, S., Sadeghi- Mahoonak A.R., Azizi M.H. and Maghsoudlou, Y. (2011). Effect of different levels of gum tragacanth on bread quality. Electronic Journal of processing and food storage, 2 (2): 47-59.
[21] Abdalla Hafez, A. (2012). Physico-Chemical and Sensory Properties of Cakes Supplemented with Different Concentration of Marjoram. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6 (13): 463-470.
[22] Rodriguez-Garcia, J., Puig, A., Salvador, A. and Hernando, S. (2011). Optimization of a Sponge Cake Formulation with Inulin as Fat Replacer: Structure, Physicochemical, and Sensory Properties. Journal of Food Science, 77:189- 197.
[23] jala, A., keramat, J., Hojataleslamy, M. and Jahadi, M. (2013). The effect of replacing sucrose by sucralose and Isomalt mixed on physicochemical characteristics Biscuit roll format. Journal of Food Science and New Technologies, 1: 49-64.
[24] Manisha, G., Somya, C. and Indrani, D. (2012). Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. . Food Hydrocolloids, 29: 363-373.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Optimization characteristics of low calorie Cake enriched with stevia leaf powder

Chahartagh, F. [1], Nasehi, B. [2*], Hassan Barzegar[3]

1. MSc graduated of Food Science and Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan
2. Associate professor of Food Science and Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan
3. Assistant professor of Food Science and Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan

(Received: 2015/12/13 Accepted: 2016/04/06)

Today, due to consumer attention to the functional properties of food, demand for low-calories food increased, so researchers in the food industry beside on the maintaining or improving of taste, are focused on the food redesign using natural materials. In this research, the three independents variable include sugar substitute with stevia leaf powder (0-75%), the tragacanth gum (0-1.5%) and water content (7-17%) on the physicochemical and sensory properties of cake contains specific gravity of the dough, firmness, loss weight, specific volume, moisture, ash, color, sweetness, flavor, hardness and overall acceptability were studied. Treatments in the form response surface methodology (RSM) was modeled and analyzed. Results showed that increase of replacing sugar with stevia leaf powder improved weight loss, sweetness, color, texture and overall acceptance. While flavor, specific weight and firmness reduced. Increasing the percentage of gum improved lose weight, specific weight and overall acceptance. Also, since sensory evaluation of the sweets the samples indicated no significant difference between treatments, therefore the stevia leaf powder can be used as a sugar replacer used in low-calorie in the formula sponge cake. Generally, evaluate all of the characteristics in this study showed that the optimal cake formula contains %1.16 gum tragacanth %41.71 replaced with Stevia leaf powder and %14.57 water is produced.

Key words: Sativoside, Gum, Dietary cake

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

*Corresponding Author E-Mail Address: nasehibehzad@gmail.com