

بررسی تأثیر آرد کنجاله کنجد و آناناس بر ویژگی‌های تصویری و بافتی کیک اسفنجی

عاطفه صادقی‌زاده^۱، محمد فاضل^{۲*}، هاجر عباسی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوارسگان)، اصفهان، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوارسگان)، اصفهان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۲۲)

چکیده

کیک یکی از میان وعده‌های پرطرفدار بین کودکان و نوجوانان است. از این‌رو تولید محصولی مغذی و با کیفیت بالا نقش بهسزایی در سلامت این گروه از افراد جامعه که در سن رشد هستند، دارد. بنابراین در این تحقیق تأثیر جایگزینی آرد کنجاله کنجد در سطوح صفر، ۸، ۲۴، ۴۰ و ۴۸ درصد و آناناس نیز در سطوح صفر، ۱/۵، ۴/۵ و ۷/۵ درصد بر خصوصیات تصویری و بافتی کیک اسفنجی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از روش سطح پاسخ طرح مرکب مرکزی با ۲ متغیر و ۴ نقطه مرکزی استفاده گردید. با توجه به نتایج بهدست آمده مشخص گردید که افزایش کنجاله کنجد و آناناس در فرمولاسیون سبب کاهش pH، فنزیت و پیوستگی بافت شد. در حالی که میزان دانسیته، اندازه میانگین ذرات، سفتی، صمغیت، قابلیت جویدن و شاخص‌های رنگی^a و^b افزایش یافت. هم‌چنین نتایج نشان داد که افزودن آناناس به فرمولاسیون کیک اسفنجی تأثیر چشمگیری بر مؤلفه رنگی^{L*} داشت در حالیکه که حضور آرد کنجاله کنجد در بین ترکیبات نمونه‌های تولیدی سبب کاهش این مؤلفه رنگی شد. در نهایت مطالعه انجام شده بر روی سطوح مصرف کنجاله کنجد و آناناس به ترتیب سطح ۲۴ و ۱/۶ درصد را به عنوان سطح بهینه جهت استفاده در فرمولاسیون کیک اسفنجی معرفی نمود.

کلید واژگان: کنجاله کنجد، آناناس، مؤلفه‌های رنگی، سفتی، کیک اسفنجی

*مسئول مکاتبات: mfazeln@yahoo.com

(Edide) (۲۰۱۳) نیز در تحقیقی خصوصیات شیمیایی، حسی و میکروبی کیکهای حاوی آناناس و گیالاس را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققین بیانگر محتوای یکسان پروتئین و منیزیم در فرمولاسیون هر دو نمونه تولیدی بود. علاوه بر این یافته‌های بهدست آمده، نشان داد که داوران چشایی به لحاظ خصوصیات حسی امتیاز بالاتری را به نمونه‌های حاوی آناناس دادند. البته این نکته را ذکر نمودند که دو نوع کیک حاوی آناناس و گیالاس به لحاظ امتیاز رنگ و بافت با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪ نداشتند. همچنین بار میکروبی (باکتریایی و قارچی) کیک حاوی آناناس در طول ۵۶ روز نگهداری در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به مراتب کمتر از بار میکروبی نمونه کیکهای حاوی گیالاس بود. از این‌رو پژوهشگران فوق الذکر بیان نمودند، می‌توان کیک آناناس را جایگزین کیک گیالاس در صنعت کیک‌های میوه‌ای نمود و حتی به مراتب نتایج مطلوب‌تری از دید مصرف کننده بهدست آورد [۴]. علاوه بر این سومیا (Sowmya) و همکاران (۲۰۰۹) اثر جایگزینی روغن را با روغن کنجد بر خصوصیات کمی و کیفی کیک مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این محققین به‌وضوح نشان داد که افزایش میزان روغن کنجد در فرمولاسیون اولیه کیک سبب کاهش ویسکوزیته و افزایش کشش‌پذیری ویژه در خمیر کیک شد و از طرفی حجم مخصوص کیک به شدت کاهش یافت. همچنین براساس نتایج مشخص گردید که کاربرد بیش از ۵۰ درصد روغن کنجد در بین مواد تشکیل‌دهنده کیک پذیرش کلی را به شدت کاهش داد. لازم به ذکر است که در این تحقیق از برخی از هیدروکلورئیدها و امولسیفایرها در کنار روغن کنجد استفاده شد که نتایج قابل ملاحظه‌ای را در برداشت. بر این اساس کاربرد صمغ، امولسیفایر و ۵۰ درصد روغن کنجد در افزایش پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی و جلب توجه نظر ارزیابان چشایی نسبت به نمونه شاهد نقش به سزاوی داشت [۵]. علیمی و همکاران (۱۳۹۳) نیز از کنجاله دانه گل مغربی که دارای محتوای پروتئینی و فیبر بود در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد در فرمولاسیون کیک اسفنجی استفاده نمودند و خصوصیات فیزیکوشیمیایی، تکنولوژیکی و حسی محصول تولیدی را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهشگران به‌وضوح نشان داد با افزایش میزان کنجاله از حجم نمونه‌ها کاسته و بر دانسته ظاهری آن‌ها افزوده شد. همچنین

۱ - مقدمه

کیک جزء تنقلاتی است که به یک میان و عده غذایی تبدیل شده و ارزش غذایی آن نیز در سبد غذایی خانواده‌ها مهم تلقی می‌شود. بسیاری از اصلاحات و تغییرات انجام شده در فرمولاسیون کیک با هدف بهبود کیفیت و ارزش تغذیه‌ای این محصول صورت می‌گیرد. به طور کلی صنعت کیک‌سازی طی سال‌های اخیر و در سراسر دنیا به سرعت توسعه پیدا کرده است و از آن جایی که تغییر و دستکاری مواد اولیه جهت بهبود ارزش تغذیه‌ای محصول ابزاری نیرومند در دستان تولیدکنندگان است، تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه اصلاح و تغییر ترکیبات تشکیل‌دهنده کیک صورت گرفته است [۱]. به نظر می‌رسد کنجاله کنجد با ۳۵/۶ درصد پروتئین، ۷/۶ درصد فیبر خام، ۱/۸ درصد خاکستر و ۸۳/۲ درصد ماده خشک و پوره آناناس به عنوان منبع خوبی از کربوهیدرات، فیبر و املاح به ویژه کلسیم، B₁ (تیامین)، B₂ (ریبوфلافوین)، B₃ (نیاسین)، B₅ (پیتوتینک اسید)، B₆ (پریدوکسین)، B₉ (فولات) و C (اسید آسکوربیک) [۲] از جمله افزودنی‌هایی باشند که ضمن غنی‌سازی محصولات صنایع پخت قابلیت ایجاد تنوع در طعم و رنگ محصول و ایجاد جذابیت برای مصرف کننده را دارند. در راستای کاربرد کنجد و آناناس در محصولات غله‌ای نظیر کیک مطالعات چندی صورت گرفته است که به برخی مختصراً اشاره می‌گردد. اووفیا ال (Offia-Olua) و اکوانیف (Ekwunife) (۲۰۱۵) به بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک‌های حاوی سیب، موز و آناناس پرداختند. براساس نتایج محققین مشخص گردید که نمونه‌های تولیدی به لحاظ میزان مواد جامد محلول، اسیدیته، ترکیبات فرار و ویتامین ث با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد نداشتند. این در حالی بود که با افزایش میزان آناناس در فرمولاسیون از میزان pH نمونه‌های تولیدی کاسته شد [۳]. همچنین اووفیا ال (Offia-Olua) و ادید

1. Thiamine
2. Riboflavin
3. Niacin
4. Pantothenic acid
5. Pyridoxine
- 6 . Folate

مایع (۴۷/۴۱)، وانیل (۱ درصد)، بیکینگ پودر (۱ درصد) (براساس وزن آرد) و سطوح مختلفی از آرد کنجاله کنجد و آناناس (جدول ۱) بود. برای تهیه خمیر ابتدا زرده و سفیده تخمرغ از هم جدا گردید. سپس وانیل و شکر به آرامی به زرده Moulinex 727 (۱۵۰W) تخم مرغ اضافه شد و با همزن دستی ۱۲۸ دور در دقیقه عمل مخلوط کردن انجام گردید. در مرحله بعد آب و روغن به خمیر اضافه شد و عمل هم زدن ادامه یافت. همچنین کنجاله کنجد و آناناس که از قبل به مدت ۲۵ تا ۳۰ دقیقه در دمای محیط (حدود ۲۵ درجه سانتی گراد) قرار گرفته بود به خمیر افزوده شد و تا زمانی که این مخلوط در خمیر یک دست گردید با کارکد در یک جهت هم زده شد. سپس آرد به همراه بیکینگ پودر به خمیر اضافه گردید و مثل قبل عمل هم زدن در یک جهت تا حصول بافتی یک دست و یکنواخت انجام شد. همچنین سفیده تخم مرغ همزده شده (به صورت کف سفید رنگ) به خمیر یکی اضافه گردید. خمیر به دست آمده در داخل کاغذهای روغنی ریخته (به طوری که یک سانتی متر باله کاغذ فاصله داشتند) و در قالب قرار داده شد. عمل پخت به مدت ۲۰ تا ۲۵ دقیقه داخل فر آزمایشگاهی گردان (Zuccheli Froni) ساخت کشور ایتالیا) با دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد انجام گردید. پس از پخت و رسیدن نمونه‌ها به دمای محیط (حدود ۲۵ درجه سانتی گراد) عمل بسته‌بندی در کیسه‌های پلی‌اتیلنی تا زمان انجام آزمایشات کمی و کیفی انجام شد [۷].

Table 1 Content of Sesame Flour and pineapple on cake samples

(B) Pineapple (%)	(A) Sesame Flour (%)	Treatment
0	0	Blank
1.5	8	1
1.5	40	2
7.5	8	3
7.5	40	4
4.5	0	5
4.5	48	6
0	24	7
9	24	8
4.5	24	9
4.5	24	10
4.5	24	11
4.5	24	12

افزایش میزان کنجاله در فرمولاسیون کیک اسفنجی بر میزان رطوبت، فعالیت آبی، محتوای فیبر و پروتئین نمونه‌های تولیدی افزود. در نهایت نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه حاوی ۱۵ درصد کنجاله دانه گل مغربی را به عنوان بهترین نمونه جهت عرضه به بازار مصرف معرفی نمود [۶]. از این‌رو هدف از تحقیق پیش رو بررسی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، تکنولوژیکی و تصویری کیک اسفنجی حاوی کنجاله کنجد و آناناس بود.

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲- مواد

آرد گندم با درجه استخراج ۷۸ درصد و ویژگی‌های شیمیایی شامل رطوبت ۱۲/۴۳ درصد، پروتئین ۹/۲۵ درصد، فیبر ۰/۳ درصد، خاکستر ۰/۵۵ درصد، گلوتن مرطوب ۲۸/۳۶ درصد از کارخانه آرد اطلس (اصفهان، ایران) خریداری شد. بدین منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یکجا تهیه و در سرخانه نگهداری گردید. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، روغن نباتی مایع و بیکینگ پودر از یک فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید روزانه کیک‌ها تهیه و در یخچال نگهداری شد. همچنین آرد گندم با نام تجاری Rhovanilla از شرکت رو دیا (فرانسه) خریداری شد. لازم به ذکر است که کنجاله کنجد با خصوصیات شیمیایی ۳/۲۶ درصد رطوبت، ۳۷/۶۰ درصد پروتئین، ۱۱/۴۱ درصد خاکستر، ۸/۷۷ درصد فیبر، ۳۰/۱۱ درصد کربوهیدرات، ۷۲۳/۶۹ و ۲۱۲/۴۲ درجه سانتی ۱،۰/۹ درصد چربی و به ترتیب ۱۰/۹ و ۱۴/۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم فسفر، آهن، کلسیم و منیزیم از کارگاه روغن‌کشی دانه کنجد مارسید، تهیه گردید که در این کارگاه دانه‌های کنجد از کشور هندوستان وارد و به روش پرس سرد روغن‌کشی می‌شد و آرد حاصل از کنجاله کنجد ذرات مشابهی با ذرات آرد گندم داشت. آناناس نیز از بازارهای محلی تهیه گردید.

۲-۲- روش‌ها

۱-۲-۲- روش تهیه کیک

فرمولاسیون پایه شامل آرد گندم (۱۰۰ درصد)، تخم مرغ (۹۰ درصد)، شکر (۹۸/۳ درصد)، آب (۵۵ درصد)، روغن

نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا +۱۲۰ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص ^b_a میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از -۱۲۰- (آبی خالص) تا +۱۲۰ (زرد خالص) متغیر است [۱۰].

-آزمون ارزیابی بافت

آنالیز پروفایل بافت (TPA) با استفاده از (BROOKFIELD) LFRA TEXTURE ANALYZER4500 انجام شد. آزمون طی دو مرحله فشرده‌گی متواالی در نظر گرفته شد. برای این کار قطعه استوانه‌ای از بافت مغز کیک به قطر ۲۵ میلی‌متر و ارتفاع ۲۰ میلی‌متر جدا گردید و پوسته و کف آن برداشته شد. برو布 دستگاه به قطر ۱/۳۸ میلی‌متر و ارتفاع ۲۰ میلی‌متر و مدل TA4/1000 clear Perspex با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه به ۵۰ درصد بافت طی دو مرحله رفت و برگشتی نفوذ کرد. نقطه هدف ۱۰ میلی‌متر بود و زمان ریکاوری روی صفر تنظیم شده بود. لازم به ذکر است که دستگاه در طی دو مرحله رفت و برگشت توقفی نداشت. لازم به ذکر است در این آزمون پارامترهایی از قبیل (سفنتی^۱، پیوستگی^۲، حالت صمنگی^۳، قابلیت جویدن^۴ و فنریت^۵) مورد بررسی قرار گرفتند [۱۱].

۳-۲-۲- تجزیه و تحلیل آماری

بدین منظور از طرح آماری روش سطح پاسخ طرح مرکب مرکزی با ۲ متغیر و ۴ نقطه مرکزی استفاده شد و کلیه آزمایش‌ها در ۲ تکرار انجام گردید. متغیرها و سطوح اندازه‌گیری به دو صورت کد شده و کد نشده در جدول ۲ و همچنین متغیرها و سطوح کنجاله کنجد و آناناس در جدول ۱ آورده شده است. لازم به ذکر است که نرم‌افزار مورد استفاده جهت تعیین نقطه بهینه Design-Expert7.0.0 بود.

- 8. Hardness
- 9. Cohesiveness
- 10. Gumminess
- 11. Chewiness
- 12. Springiness

۲-۲-۲- ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی کیک

-آزمون ارزیابی pH

pH کیک طبق استاندارد AACC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد [۸]. آزمون دانسیته سلولی و اندازه میانگین اندازه‌گیری این پارامترها در روز اول پخت و با ایجاد برشی از مغز کیک به ابعاد $3 \times 3 \times 3$ سانتی‌متر انجام شد. نمونه‌ها توسط دستگاه اسکنر مدل MFP LaserJet 1536dnf با پسح ۱۲۰۰ dpi Image J قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت^۷ و انتخاب GTSU (تصاویر سیاه و سفید که قسمت سیاه نشان‌دهنده خلل و فرج دو قسمت سفید نشان‌دهنده فضای اطراف است) عملیات انجام شد و در نهایت در قسمت analyze particle، دانسیته سلولی با تعداد حفرات در هر میلی‌متر مربع و اندازه میانگین یا میانگین مساحت حفرات بر حسب میلی‌متر مربع در نمونه‌های کیک محاسبه گردید [۹].

-آزمون ارزیابی رنگ بافت درونی

آنالیز رنگ کیک در روز اول پخت با استفاده از سیستم رنگ سنجی CIE Lab از طریق تعیین شاخص‌های رنگی انجام گرفت. با استفاده از جعبه مخصوص رنگ‌سنجی (محفظه نوری) از نمونه‌های کیک اسفنجی و با دوربین مدل Japon LU MIX Panasonic TZ5 model، با زوم (0.4m) و پسح ۲x(0.4m) و پسح ۱۸۰ dpi بدون فلاش عکس‌برداری شد. سپس عکس‌ها به نرم‌افزار فتوشاپ با ویژگی^۸ Asanjose,version8 انتقال یافت و شاخص‌های رنگی RGB محاسبه شد. در ادامه با استفاده از کارت‌های RAL K₇ clasic، GermanyRAL K₇ استاندارد RGB را ترسیم گردید و در نهایت با تبدیل RGB به Lab شاخص‌های L*, a*, b* تعیین شد. لازم به ذکر است شاخص L* معرف میزان روشی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص ^a_a میزان نزدیکی رنگ (سفید خالص) میزان نزدیکی رنگ (آبی خالص) است.

7. Bit

Table 2 Content of variables (coded and Actual)

Variables Coded Variable	Levels				
	- α (-1.5)	-1	0	+1	+ α (+1.5)
Sesame Flour (%)	0	8	24	40	48
Pineapple (%)	0	1.5	4.5	7.5	9

متقابل آنها می‌توان نتیجه گرفت که اثر کاهشی درجه یک مقدار کنجاله کنجد با اثر افزایشی درجه دو آن برابری نمود (شکل ۱). پس در مجموع کنجاله کنجد در ابتدا باعث کاهش pH نمونه‌های تولیدی شد و در ادامه تأثیری بر روی آنها نداشت. همچنین براساس نتایج مشخص گردید که افزایش سطح آناناس در فرمولاسیون کیک اسفنجی سبب کاهش این پارامتر گردید که کاهش میزان pH با افزودن آناناس به ترکیبات اولیه محصول تولیدی بیش از افزودن کنجاله کنجد بود. علت این امر اسیدی بودن آناناس می‌باشد. در این راستا اـ و اـکوانیف (۲۰۱۵) با مطالعه خود در زمینه pH کیک حاوی مخلوط سیب، موز و آناناس به این نتیجه رسیدند که حضور آناناس در فرمولاسیون کیک سبب کاهش pH شد که همین امر در حفظ کیفیت اولیه نمونه‌های تولیدی در طی مدت ابیارمانی مؤثر بود [۳]. از سوی دیگر هسو (Hesso) و همکاران (۲۰۱۵) براساس مطالعه خود گزارش نمودند که pH اسیدی محصولات صنایع پخت می‌تواند عاملی مؤثر بر بهبود عطر و مزه، روشنایی و درخشندگی رنگ و ثبات کیفیت نمونه‌های تولیدی باشد. از این‌رو بیان نمودند هر نوع افزودنی که در دستیابی به این مهم نقش داشته باشد، جهت استفاده در صنعت این دسته از محصولات پیشنهاد می‌گردد [۱۲].

۳- نتایج و بحث

۱-۳- مدل‌سازی

به منظور تهیه مدلی که اثر متغیرهای مورد بررسی را روی هریک از فاکتورهای هدف توصیف کند، از رابطه ۱ استفاده می‌شود.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_{12} AB + \beta_{11} A^2 + \beta_{22} B^2 \quad (1)$$

در این رابطه، y پاسخ پیش‌بینی شده، β_0 ضریب ثابت، β_1 و β_2 اثرات خطی، β_{12} اثر متقابل دو پارامتر، β_{11} و β_{22} اثر مربعات، میزان کنجاله کنجد و B میزان آناناس می‌باشد. جهت تهیه مدلی در سطح ۹۰ درصد، مواردی که سطح احتمال کمتر از ($p < 0.01$) داشتند در مدل استفاده شدند.

pH - ۲-۳

با توجه به جدول ۳، مدل مربوط به میزان pH از طریق رابطه ۲ به دست آمد:

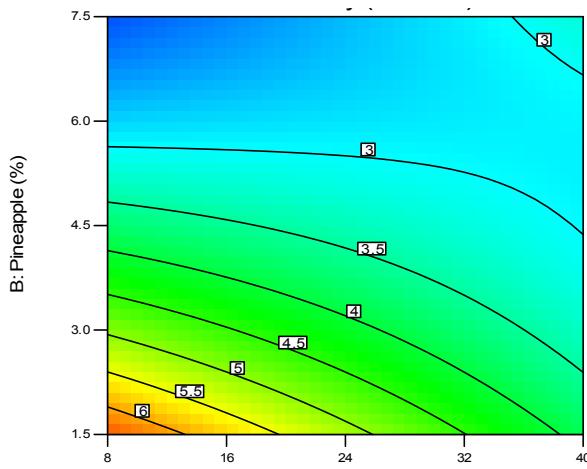
$$Y = 7.12 - 0.01 A - 0.05B + 0.00015A^2 - 0.0044B^2 \quad (2)$$

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار کنجاله کنجد و آناناس به صورت درجه اول و درجه دوم بود. علاوه بر این با توجه به اثر

Table 3 Effect of independent variables on physicochemical and color properties (Terms of Actual factors) of sponge cake

Color			Average Size	Cell density	pH	
b*	a*	L*				Model
-45.73***	26.67***	73.89***	-0.014***	9.01***	7.12***	
3.09***	-1.31***	-0.489***	0.003ns	-0.107ns	-0.01**	A
3.6***	0.67***	0.901***	0.027***	-1.39***	-0.05***	B
—	—	-0.013***	-0.0005*	0.018**	—	A×B
-0.03***	0.01***	0.0052***	—	—	0.00015*	A ²
—	-0.16**	-0.077***	—	0.059**	-0.0044*	B ²
0.96	0.95	0.98	0.53	0.67	0.92	R ²

One star ($p \leq 0.01$), two stars ($p \leq 0.05$), three stars ($p \leq 0.01$) and ns had no significant effect at 90% level.



A: Sesame Flour (%)

Fig 2 Contour for the effect of Sesame flour and pineapple on Cell density of sponge cake.

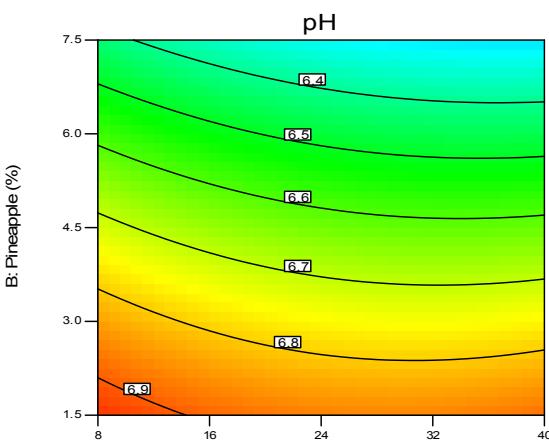
۴-۳- میانگین حفرات

با توجه به جدول ۳، مدل مربوط به میانگین حفرات کیک اسفنجی از طریق رابطه ۴ به دست آمد:

$$Y = -0.014 + 0.027 B - 0.0005AB \quad (4)$$

این مدل نشان دهنده اثر متغیر مقدار آناناس به صورت درجه اول بود. نمودار کانتور دو بعدی اثر متقابل کنجاله کنجد و آناناس بر میزان اندازه میانگین حفرات کیک اسفنجی (شکل ۳) بیانگر این مطلب بود که افزایش کنجاله کنجد و آناناس باعث زیاد شدن میانگین حفرات کیک اسفنجی شد که در ابتدا شب تند و سپس شب ملایم مشاهده گردید. البته با نتایج به دست آمده از میزان تخلخل نمونه های تولیدی حصول چنین نتیجه ای دور از انتظار نبود. زیرا میزان تخلخل نمونه های تولیدی تحت تأثیر پخش یکنواخت حباب های هوای ورودی به خمیر کیک و تعداد آنها می باشد.

حال هرچه تخلخل بیشتر باشد یعنی میزان حباب هوای پیشتری و یا به عبارتی تعداد حفرات بیشتری در خمیر وجود داشته است و از طرفی چون کنجاله کنجد خاصیت کف کنندگی و امولسیفایری دارد و آناناس نیز حاوی آنزیم پروتئاز است (این آنزیم به سمت شدن خمیر کیک کمک نموده و پخش حباب های هوای ورودی را تسهیل می پخشند) پخش حباب های هوای بهتر و بیشتر صورت گرفته که این امر نیز به نوبه خود در افزایش میانگین حفرات در هر میلی متر مریع مؤثر بوده است.



A: Sesame Flour (%)

Fig 1 Contour for the effect of Sesame flour and pineapple on pH of sponge cake.

۳-۳- دانسیته سلولی

با توجه به جدول ۳، مدل مربوط به میزان دانسیته سلولی کیک اسفنجی از طریق رابطه ۳ به دست آمد:

$$Y = 9.01 - 1.39B + 0.018 AB + 0.059B^2 \quad (3)$$

این مدل نشان دهنده اثر مقدار آناناس به صورت درجه اول و درجه دوم بود. نمودار کانتور دو بعدی اثر متقابل کنجاله کنجد و آناناس بر دانسیته سلولی کیک اسفنجی (شکل ۲) بیانگر این مطلب بود که در مقادیر کمتر از ۴/۵ درصد آناناس، افزایش مقدار کنجاله کنجد در فرمولاسیون اولیه کیک اسفنجی تأثیر زیادی بر کاهش دانسیته سلولی داشت. این در حالی بود که در مقادیر بیش از ۴/۵ درصد آناناس تأثیر کنجاله کنجد در کاهش دانسیته سلولی تقلیل یافت.

در اینجا باید گفت که با افزایش کنجاله کنجد و آناناس در فرمولاسیون به علت تشکیل بیشتر حباب های هوای دانسیته سلولی کاهش یافت. در این راستا اسکامیلا سیلوا (Escamilla-Silva) و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی به بررسی اثر امولسیون کنندگی و کف کنندگی کنسانتره پروتئین کنجد پرداختند. نتایج این محققین نشان داد که این کنسانتره از لحاظ ویژگی های عملکردی مشابه و یا حتی بهتر از کنسانتره پروتئین سویا بود. به طوری که ظرفیت امولسیفایری پروتئین کنجد در pH های اسیدی و قلیایی حداقل ۳۸ درصد بود [۱۳]. از این رو با توجه به خاصیت کف کنندگی و امولسیفایری کنجاله کنجد، کاهش دانسیته با افزایش میزان این افزودنی در فرمولاسیون کیک اسفنجی کاملاً توجیه می گردد.

با توجه به جدول ۳ مدل مربوط به میزان روشنایی (L^*) بافت درونی کیک اسفنجی از طریق رابطه ۵ به دست آمد.

$$Y = 73.89 - 0.489A + 0.901B - 0.013AB + 0.0052A^2 - 0.077B^2 \quad (5)$$

با توجه به رابطه فوق الذکر می‌توان دریافت که اثر اصلی آناناس باعث افزایش و اثر متقابل و درجه دو آن باعث کاهش L^* مغز (بافت درونی) کیک اسفنجی شد. در مجموع با توجه به بررسی اثر متقابل مشخص گردید که آناناس اثری روی مؤلفه رنگی L^* مغز نداشت (شکل ۴ الف). این در حالی بود که در حضور آناناس با افزایش کنجاله کنجد مؤلفه L^* مغز کیک اسفنجی کاهش یافت.

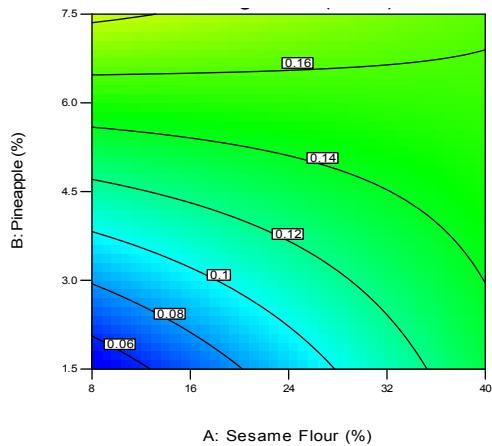


Fig 3 Contour for the effect of Sesame flour and pineapple on average size of sponge cake.

۳-۵-۲- رنگ بافت درونی

- مؤلفه رنگی L^*

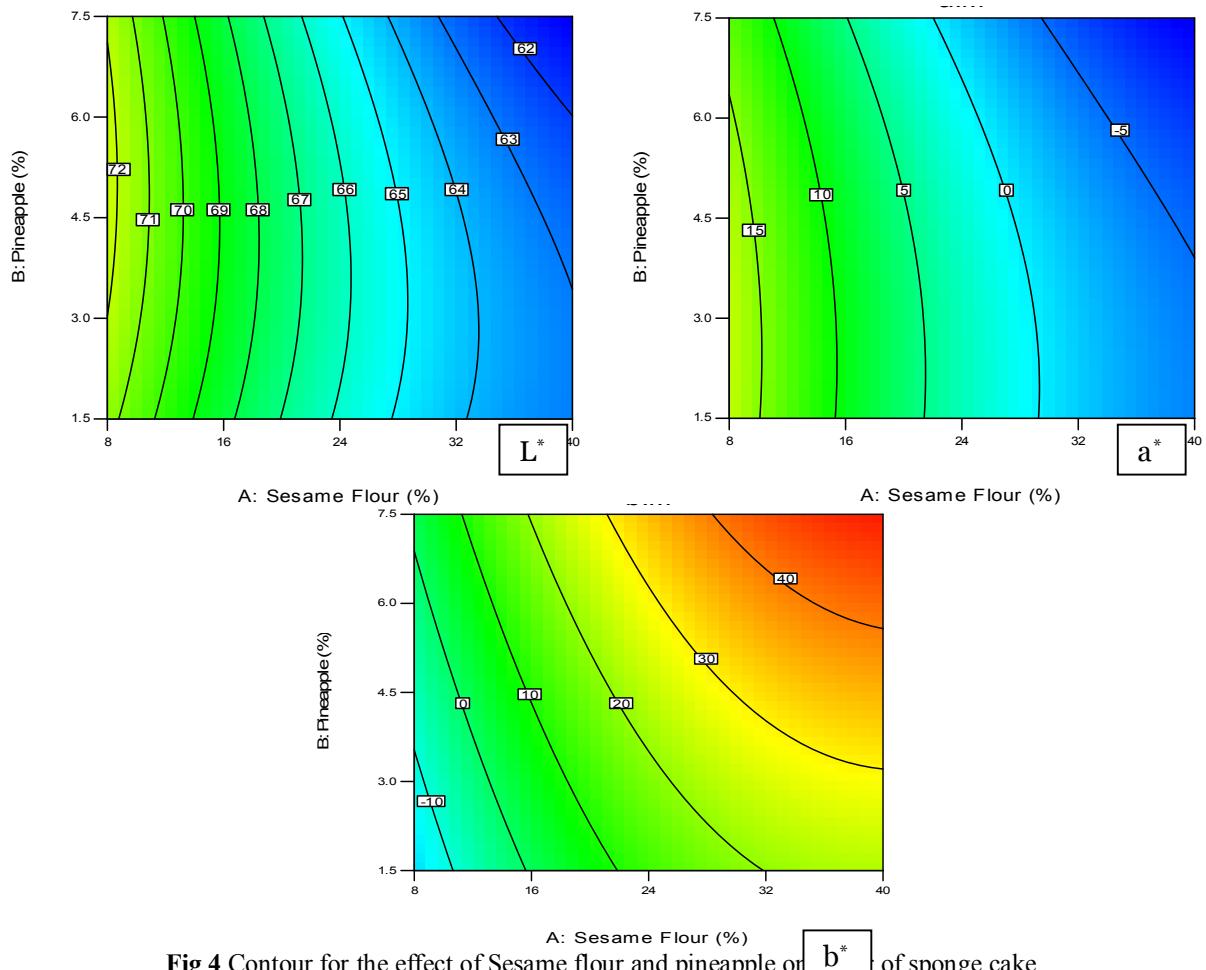


Fig 4 Contour for the effect of Sesame flour and pineapple on b^* of sponge cake.

مغز کیک دمای بالاتر از ۱۰۰ درجه سانتی گراد را دریافت نمی کند، واکنش های مایالارد و کارامیلزاسیون تو سط قندها در مغز کیک انجام نمی شود، بنابراین رنگ مغز توسط رنگدانه های طبیعی موجود در فرمولاسیون و واکنش های بین آنها به وجود می آید [۱۴] که با توجه به تیره رنگ بودن کنجاله کنجد تیره تر شدن رنگ مغز کیک نسبت به نمونه شاهد دور از انتظار نبود. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش مقدار کنجاله کنجد و آناناس میزان قرمزی کاهش و در ادامه میزان سبزی افزایش یافت. این در حالی بود که نتایج حاکی از افزایش شاخص ^ab در مغز کیک با میزان کنجاله کنجد و آناناس در فرمولاسیون کیک اسفنجی بود. علت این امر نیز تحت تأثیر رنگدانه های موجود در میوه بود. نتایج این بخش با یافته های او فیا الا و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت [۴]. همچنین در مطالعه ای که توسط هرا (Hera) و همکاران (۲۰۱۲) بر روی کیک تهیه شده از مخلوط آرد گندم و عدس انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که بافت درونی نمونه های تولیدی حاوی آرد عدس قرمز تر و تیره تر از نمونه شاهد (نمونه فاقد آرد عدس) بود که این رخداد را به تفاوت رنگ بین آرد عدس و گندم نسبت دادند و اذعان نمودند رنگدانه های موجود در افروزنده های موجود در فرمولاسیون اولیه کیک از مهم ترین عوامل اثرگذار بر رنگ بافت درونی این دسته از محصولات می باشد [۱۵]. علاوه بر این گومز (Gómez) و همکاران (۲۰۰۸) به این نتیجه دست یافتند که در صورت استفاده از آرد نخود میزان مؤلفه های رنگی بافت درونی کیک به طور قابل ملاحظه ای تغییر نمود و علت را تفاوت رنگدانه های موجود در آرد نخود نسبت به آرد گندم و سایر افزودنی های موجود در فرمولاسیون کیک دانستند. در کل بر اساس نتایج این پژوهشگران بیشترین میزان مؤلفه رنگی ^ab در مغز کیک حاوی بالاترین سطح آرد نخود مشاهده گردید [۱۶].

۶- بافت

- سفتی

با توجه به جدول ۴ مدل مربوط به میزان سفتی کیک اسفنجی از

- مؤلفه رنگی ^a

با توجه به جدول ۳ مدل مربوط به میزان ^ab بافت درونی کیک اسفنجی از طریق رابطه ۶ به دست آمد:

$$Y = 26.67 - 1.31A + 0.67B + 0.01A^2 - 0.16B^2 \quad (6)$$

این مدل نشان دهنده اثر متغیر مقدار کنجاله کنجد و آناناس به صورت درجه اول و درجه دوم و اثر متقابل بین متغیرها وجود نداشت. در مجموع با توجه به اثر متقابل مشخص گردید که اثر کنجاله کنجد در مقدار ^aA مغز بیشتر از دیگر پارامترها بود و باعث کاهش مقدار ^aA شد (شکل ۴ ب). این کاهش در ابتدا باعث تقلیل مقدار قرمزی و در ادامه باعث افزایش سبزی گردید. همچنین اثر کاهشی توان دوم آناناس بیشتر از اثر افزایشی توان اصلی آن بود و به صورت ناچیز با افزایش میزان آناناس در فرمولاسیون اولیه، مؤلفه رنگی ^aA مغز کیک اسفنجی کاهش یافت.

- مؤلفه رنگی ^b

با توجه به جدول ۳ مدل مربوط به میزان ^ab بافت درونی کیک اسفنجی از طریق رابطه ۷ به دست آمد:

$$Y = 45.73 + 3.09A + 3.6B - 0.03A^2 \quad (7)$$

این مدل نشان دهنده اثر متغیر مقدار کنجاله کنجد به صورت درجه اول و درجه دوم و مقدار آناناس به صورت درجه اول بود. اثر متقابل بین کنجاله کنجد و آناناس بر این فاکتور معنی دار نبود. با توجه به رابطه بالا و نمودار کانتور دو بعدی اثر متقابل کنجاله کنجد و آناناس اثر افزایشی توان اصلی کنجاله کنجد بیشتر از اثر کاهشی توان دوم آن بود و با افزایش میزان کنجاله کنجد و آناناس در فرمولاسیون کیک اسفنجی، شاخص ^ab در مغز کیک افزایش یافت (شکل ۴ ج). این در حالی بود که نتایج نشان داد تأثیر کنجاله کنجد بیشتر از آناناس بود به طوری که در ابتدا باعث کاهش میزان رنگ آبی کیک و در ادامه باعث افزایش رنگ زردی کیک گردید. همان طور که با بررسی نتایج مشخص گردید که آناناس اثری روی مؤلفه رنگی ^aL مغز کیک اسفنجی نداشت ولی با افزایش کنجاله کنجد این شاخص کاهش یافت. از آنجایی که

نشان‌دهنده فشردگی بافت محصول نهایی می‌باشد و باعث افزایش سفتی محصول نهایی می‌گردد. به عبارتی سفتی و استحکام در کیک با حجم آن رابطه عکس داشت. در این راستا نقی پور و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند افزایش بیش از حد محتوای پروتئینی در فرمولاسیون محصولات نانوایی به ویژه کیک (که به شبکه‌ای نسبتاً ضعیف جهت ایجاد حجم مطلوب نیاز دارد) از طریق افزایش بیش از حد استحکام خمیر و ساختار آن، در نگهداری و پذیرش حباب‌های هوای ورودی به خمیر در طی بهم زدن اختلال ایجاد می‌کند که در نتیجه آن بسیاری از خصوصیات تکنولوژیکی محصول نهایی از جمله حجم و تخلخل کاهش و فشردگی و سفتی بافت افزایش می‌پابد [۱۷]. علاوه بر این هرا و همکاران (۲۰۱۰) نیز با افزودن آرد عدس (منبع پروتئین) به فرمولاسیون کیک افزایش میزان سفتی بافت را گزارش نمودند. این محققین علت را به تغییرات ساختار داخلی کیک در اثر اختلاف در میزان نشاسته موجود در فرمولاسیون دانستند [۱۵]. همچنین لو (Lu) و همکاران (۲۰۱۰) با افزودن پودر چای سبز (محتوای بالای فیبر) به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان نمودند که محتوای بالای فیبر در پودر چای سبز یکی از علل افزایش میزان سفتی بافت (کاهش نرمی) و کاهش حجم کیک اسفنجی بود [۱۸].

طریق رابطه ۸ به دست آمد:

$$Y = -464.39 + 290.32B - 1.25A^2 - 22.81B^2 \quad (8)$$

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار آناناس به صورت درجه اول و درجه دوم و مقدار کنجاله کنجد به صورت درجه دوم بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود اثر مقدار کنجاله کنجد و اثر متقابل بین کنجاله کنجد و آناناس بر میزان سفتی کیک‌ها معنی‌دار نبود (شکل ۵ الف). در این پژوهش با افزایش میزان آناناس در فرمولاسیون، سفتی کیک‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی با توجه به اثر متقابل کنجاله کنجد و آناناس در مجموع می‌توان گفت که در صورتی که میزان کنجاله کنجد حدود ۲۴ درصد و میزان آناناس حدود ۶ درصد باشد، شاخص سفتی در کیک در بالاترین میزان بود. به‌طور کل شاخص سفتی عبارت است از بیشترین میزان نیرویی که کیک تحمل کرده تا ارتفاع آن به نصف (۵۰ درصد) کاهش پیدا کند. همان‌گونه که نتایج نشان داد در صورتی که میزان کنجاله کنجد حدود ۲۴ درصد و میزان آناناس حدود ۶ درصد باشد، نمونه کیک‌های تولیدی بالاترین میزان سفتی بافت را داشتند. به نظر می‌رسد علت این امر وجود پروتئین بالا در کنجاله کنجد باشد که به موجب آن در داخل خمیر شبکه محکم‌تر و غیرقابل انتظار برای کیک ایجاد گردید و به موجب آن نیز حجم کاهش یافت. کاهش حجم خود نیز

Table 4 Effect of independent variables on Textural properties (Terms of Actual factors) of sponge cake

	Hardness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Springiness
Model	-469.39***	0.602***	-66.56***	310.52***	7.839***
A	59.93 ^{ns}	-0.0025***	19.149 ^{ns}	80.04**	-0.033***
B	290.32***	-0.051***	90.56***	341.89 ^{ns}	-0.44***
A×B	—	—	—	-0.297 ^{ns}	—
A ²	-1.25***	—	-0.429***	-1.95***	—
B ²	-22.81***	0.003**	-7.815***	-36.79**	—
R ²	0.76	0.71	0.68	0.59	0.79

One star ($p \leq 0.01$), two stars ($p \leq 0.05$), three stars ($p \leq 0.01$) and ns had no significant effect at 90% level.

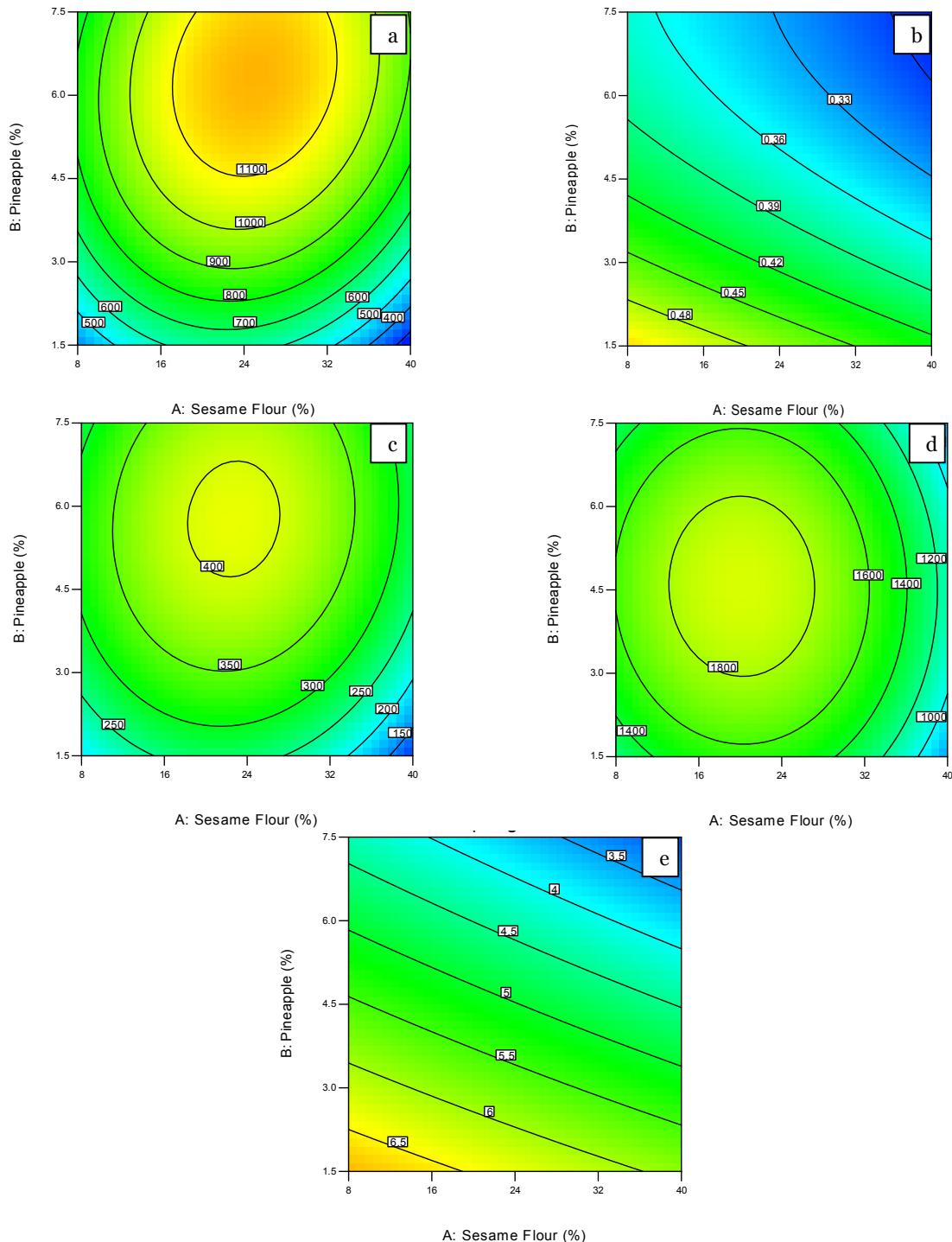


Fig 5 Contour for the effect of Sesame flour and pineapple on hardness (a), cohesiveness (b), gumminess (c), chewiness (d) and springiness (e) of sponge cake.

- پیوستگی

$$Y = 0.602 - 0.0025A - 0.051B + 0.003B^2 \quad (4)$$

با توجه به جدول ۴ مدل مربوط به میزان پیوستگی کیک اسفنجی با توجه به جدول ۴ مدل مربوط به میزان پیوستگی کیک اسفنجی از طریق رابطه ۹ بدست آمد:

پیوستگی به دست می‌آید. حصول چنین نتیجه‌های (حداکثر صمغیت در سطح ۲۰-۲۵ درصد کنجاله کنجد و در سطح ۵-۶ درصد آناناس) دور از انتظار نبود زیرا در همین سطوح بیشترین میزان سفتی بافت مشاهده گردید. در این راستا گومز و همکاران (۲۰۰۸) و لو و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه خود مشاهده نمودند که با افزایش درصد آرد نخود و پودر چای سبز در فرمولاسیون محصولات صنایع پخت، میزان حالت صمغی متناوب با میزان سفتی زیاد گردید که با نتایج به دست آمده از پژوهش پیش رو مطابقت داشت [۱۶ و ۱۸].

قابلیت جویدن

با توجه به جدول ۴ مدل مربوط به قابلیت جویدن کیک اسفنجی از طریق رابطه ۱۱ به دست آمد:

$$Y = 310.52 + 80.04A - 1.95A^2 - 36.79B^2 \quad (11)$$

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار کنجاله کنجد به صورت درجه اول و درجه دوم و مقدار کنجاله کنجد به صورت درجه اول بود. همچنین نتایج نشان داد که هرچه میزان کنجاله کنجد و آناناس در فرمولاسیون افزایش، میزان پیوستگی کیک‌های اسفنجی به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۵ ب). شاخص پیوستگی در اصل چسبندگی داخل بافت را به ما نشان می‌دهد بنابراین هرچه اتصالات و پیوندهای تشکیل شده در داخل بافت محصول بیشتر باشد، این فاکتور نیز بیشتر خواهد بود. همانگونه که نتایج نشان داد با افزایش کنجاله کنجد و آناناس، میزان پیوستگی کیک‌های اسفنجی به طور معنی‌داری کاهش یافت. علت را می‌توان به کاهش میزان گلوتن و عدم تشکیل شبکه گلوتنی و به طور کلی تغییر ساختار داخلی کیک و همچنین حضور آنزیم پروتئاز آناناس در فرمولاسیون اولیه کیک اسفنجی نسبت داد. هرا و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی خصوصیات بافتی کیک حاوی مخلوط آرد گندم و عدس بیان کردند که پیوستگی بافت به میزان فروپاشی اجزاء مواد غذایی تحت عملیات مکانیکی اندازه‌گیری بستگی داشت [۱۵]. همچنین می‌توان این شاخص را به عنوان مقاومت داخلی ماده غذایی در برابر کشش معرفی نمود. در نهایت این محققین براساس پژوهش خود به این نتیجه دست یافته‌ند که با جایگزینی آرد گندم با سایر ترکیبات فاقد گلوتن (نظیر آرد عدس) میزان پیوستگی به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد (نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم و فاقد هر نوع افزودنی یا جایگزین با این ترکیب) کاهش یافت.

صمغیت

با توجه به جدول ۴ مدل مربوط به صمغیت کیک اسفنجی از طریق رابطه ۱۰ به دست آمد:

$$Y = 66.56 + 90.56B - 0.429A^2 - 7.815B^2 \quad (10)$$

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار آناناس به صورت درجه اول و دوم و مقدار کنجاله کنجد به صورت درجه دوم بود. با توجه به نمودار کاتور دو بعدی اثر متقابل کنجاله کنجد و آناناس در مجموع می‌توان گفت در صورتی که میزان کنجاله کنجد حدود ۲۰-۲۵ درصد و میزان آناناس حدود ۴/۵ درصد باشد، حداکثر نیروی لازم برای جویدن کیک‌ها مورد نیاز بود (شکل ۵ د). قابلیت جویدن بیان‌گر نیرو و انرژی لازم برای جویدن و متلاشی کردن ماده غذایی برای بلع آن است که از حاصل ضرب حالت صمغی در فترتی به دست می‌آید. همانگونه که براساس نتایج مشخص گردید که در نمونه حاوی حدود ۲۰ درصد آرد کنجاله کنجد و ۴/۵ درصد آناناس، حداکثر نیروی لازم برای جویدن کیک‌ها مورد نیاز بود که این امر با توجه به فرمول محاسبه قابلیت جویدن قابل توجیه می‌باشد. در این راستا لو و همکاران (۲۰۱۰) و گومز و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعات خود به این نکته اشاره نمودند که با افزایش میزان صمغیت نمونه‌های تولیدی بر میزان نیروی لازم برای جویدن افزوده شد که با نتایج پیش رو و مطابقت داشت. نتایج این پژوهشگران چنین بود که با افزایش جایگزینی آرد گندم با پودر چای سبز و آرد نخود نیروی لازم برای جویدن کیک افزایش یافت و کیک‌های تهیه شده با آرد سبوس دار، حالت صمغی بیشتری داشتند و در نتیجه نیروی لازم برای جویدن آنها افزایش یافت [۱۶ و ۱۸].

کنجاله کنجد و ۱/۶ درصد آناناس بود. به منظور بررسی صحت پارامترهای نقطه بهینه کیکهایی با این سطوح تولید گردید و فاکتورهای مورد آزمون روی آنها انجام شد. جهت اعتبارسنجی مدل از رابطه ۱۳ زیر استفاده گردید.

(۱۳)

$$\frac{[(عدد پیش بینی شده) - (عدد واقعی به دست آمد)]}{ عدد پیش بینی شده } \times 100 = درصد خطای نسبت$$

نتایج به دست آمده از آزمونها و مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل و درصد خطای در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که ضریب خطای پیش‌بینی شده در برخی موارد کمتر از ۱۰ درصد بود ولی در مورد برخی دیگر از پارامترها این ضریب افزایش یافت. علت را چنین می‌توان توجیه و تفسیر کرد در مواردی که ضریب همبستگی (R^2) پایین باشد احتمال این که ضریب خطای مدل افزایش یابد، زیاد است. هم‌چنین در برخی از موارد مانند پارامترهای رنگ‌سنجی با توجه به کم بودن میزان عدد اندازه‌گیری شده و محدود بودن دامنه تغییرات مربوطه، طبیعی است که خطای مدل افزایش یابد و در نتیجه درصد خطای پیش‌بینی شده زیاد گردد. هم‌چنین نیز در بعضی از پارامترها چون دامنه تغییرات زیاد است، خطای مدل و ضریب خطای پیش‌بینی شده افزایش یافت. در نهایت می‌توان گفت که کیک اسفنجی حاوی ۲۶ درصد کنجاله کنجد و ۱/۶ درصد آناناس به عنوان نمونه بهینه تأیید گردید.

Table 5 Predicting optimum quantities and the value obtained of sesame flour and pineapple for sponge cake formulation

Parameter	Predicted value	Actual value	Error (%)
pH	6.86	7.13 ± 0.11	4
Cell density (1/mm ²)	5.07	6.75 ± 1.34	33
Average size (mm ²)	0.09	0.04 ± 0.00	55
L*	65.4	63.96 ± 0.04	2
a*	1.4	2.86 ± 1.97	104
b*	16.5	16.03 ± 0.16	3
Hardness (g)	292.19	215.00 ± 3.54	26
Cohesiveness	0.45	0.43 ± 0.01	5
Gumminess (g)	130.90	91.49 ± 0.13	30
Chewiness (g.mm)	824.69	553.37 ± 8.63	33
Springiness (mm)	6.3	6.05 ± 0.10	4

اولیه کیک اسفنجی با هدف ایجاد تنوع، افزایش ارزش غذیه‌ای و بهبود خصوصیات تصویری و بافتی محصول نهایی بود. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید که افزایش کنجاله کنجد و آناناس در فرمولاسیون سبب کاهش pH، فریت و پیوسنگی

- فنریت

با توجه به جدول ۴ مدل مربوط به فنریت کیک اسفنجی از طریق رابطه ۱۲ به دست آمد:

(۱۲)

$$Y = 7.839 - 0.033A - 0.44B$$

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار کنجاله کنجد و آناناس به صورت درجه اول بود و سایر متغیرها تأثیر معنی‌داری بر میزان فنریت نمونه‌های تولیدی نداشتند. با توجه به نتایج به دست آمده و نمودار کانتور دو بعدی اثر متقابل کنجاله کنجد و آناناس می‌توان نتیجه گرفت که اثر کاهشی مقدار کنجاله کنجد در مقابل مقدار آناناس بسیار ناچیز بوده و در مجموع کاهش فنریت در کیک بیشتر تابع افزایش میزان آناناس در فرمولاسیون اولیه کیک اسفنجی بود (شکل ۵ ه). فنریت در اصل حالت بین الاستیک و پلاستیک بودن ماده غذایی را نشان می‌دهد که هر چه بیشتر باشد بیان‌گر این مطلب است که ارتفاع بیشتری از نمونه در مدت زمان بین مرحله اول و دوم فشرده‌سازی قابلیت بهبودی و بازگشت را داشته است. همان‌گونه که نتایج نشان داد با افزایش کنجاله کنجد و آناناس، میزان فنریت کاهش یافت که علت این امر به تغییر ساختار داخلی کیک در اثر جایگزینی کنجاله کنجد و آناناس به جای آرد گندم بر می‌گردد.

- ۷-۳- بهینه‌سازی

نقطه بهینه برای فرمولاسیون کیک اسفنجی حاوی ۲۶ درصد

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش از آرد کنجاله کنجد و آناناس در فرمولاسیون

- [8] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN.
- [9] Haralick, R. M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
- [10] Sariciban, C., and Tahsin Yilmaz, M. 2010. Modelling the effects of processing factors on the changes on cokorparameters of cooked meatballs using response surface methodology. *Journal of World Applied Sciences*, 9: 14-22.
- [11] Ronda, F., Oliete, B., Gomez, M., Caballero, P., and Pando, V. 2011. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *Journal of Food Engineering*, 112: 272-277.
- [12] Hesso, N., Garnier, C., Loisel, C., Chevallier, S., Bouchet, B., and Le-Bail, A. 2015. Formulation effect study on batter and cake microstructure: Correlation with rheology and texture. *Food Structure*, 5: 31-41.
- [13] Escamilla-Silva, E.M., Cano-Medina, A., Jiménez-Islas, H., Dendooven, L., Herrera, R.P., and González-Alatorre, G. 2011. Emulsifying and foaming capacity and emulsion and foam stability of sesame protein concentrates. *Food Research International*, 44:684-692.
- [14] Dodok, L., Ali, M.A., Hozova, B., Halasova, G., and Polacek, I. 1993. Importance and utilization of chickpea in cereal technology. *Acta Alimentaria*, 22:119-129.
- [15] Hera, E., Ruiz-París, E., Oliete, B., and Gómez, M. 2012. Studies of the quality of cakes made with wheat-lentil composite flours. *LWT - Food Science and Technology*, 49: 48-54.
- [16] Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C.M., Pando, V., and Fernández, E. 2008. Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. *LWT - Food Science and Technology*, 41: 1701-1709.
- [17] Naghipour, F., Mazaheri Tehrani, M., Sahraiyan, B., Sheikholeslami, Z., and Soleimani, M. 2013. Replacing eggs with soy flour and mixing with wheat flour with wheat germ for oil cake production. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(2): 211-220 [in Persian].
- [18] 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*, 119:1090-1095.

بافت شد. در حالی که میزان تخلخل، دانسیته، اندازه میانگین ذرات، سفتی، صمغیت، قالبیت جویدن و چسبندگی و شاخص‌های رنگی ^a و ^b افزایش یافت. هم‌چنین نتایج نشان داد که افزودن آناناس به فرمولاسیون کیک اسفنجی تأثیر چشمگیری بر مؤلفه رنگی ^{L*} نداشت در حالیکه که حضور آرد کنجاله کنجد در بین ترکیبات نمونه‌های تولیدی سبب کاهش این مؤلفه رنگی شد. در نهایت مطالعه انجام شده بر روی سطوح مصرف کنجاله کنجد و آناناس به ترتیب سطح ۲۴ و ۱/۶ درصد را به عنوان سطح بهینه جهت استفاده در فرمولاسیون کیک اسفنجی معرفی نمود.

۵- منابع

- [1] Aghamohammadi, B., Honarvar, M. Ghiyasi Tarazi, B., and Delkhosh, B. 2012. Effect of molas as a sugar replacment on rheological properties and volum and color of cup cake. *Food Science and Nutrition Journal*, 4: 15-22.
- [2] FAO. 2011. Faostat. Food and Agricultural Organization of the United States (<http://www.fao.org>).
- [3] Offia-Olua, B.I., and Ekwunife, O.A. 2015. Production and evaluation of the physico-chemical and sensory qualities of mixed fruit leather and cakes produced from apple (*Musa Pumila*), banana (*Musa Sapientum*), pineapple (*Ananas Comosus*). *Nigerian Food Journal*, 33: 22-28.
- [4] Offia-Olua, B.I., and Edide, R.O. 2013. Chemical, Microbial and Sensory Properties of Candied-Pineapple and Cherry Cakes. *Nigerian Food Journal*, 31: 33-39.
- [5] Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R., and Indrani, D. 2009. Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. *Food Hydrocolloids*, 23: 1827-1836.
- [6] Alimi, S., Alami, M., and Arabshahi Deloie, S. 2014. Effect of east flower powder addition on physicochemical properties of spong cake. 3th Food Science and Technology Congress. Islamic Azad Univesity, Quchan [in Persian].
- [7] Nourmohammadi, A., Peyghambar doust, S.H., Olad Ghafari, A., Azadmard demirchi S., and Hesari, J. 2011. Effect of sugar replacment by alcohol sugar and aspartame on spong cake properties. *Journal of Reserch in Food Science*, 20(2): 155-165 [in Persian].

Evaluation on the Effect of Sesame Flour and Pineapple on Visual and Textural Properties of Spong Cake

Sadghizadeh, A. ¹, Fazel, M. ^{2*}, Abbasi, H. ²

1. Masters Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran
2. Assistant professor of Food science and technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran

(Received: 2018/07/17 Accepted: 2018/09/12)

Cake is one of the popular junk food between children and teenagers. So producing nutritional product by high quality have significant role in the health of this group of people who are in growing age. In this study effect of replacement of sesame flour in levels of 0, 8, 24, 40 and 48% and pineapple in levels of 0, 1.5, 4.5, 7.5 and 9% on visual and textural properties on sponge cake were evaluated. So central composite design response surface method was used by 2 variable and 4 central point. According to the results, by increasing sesame and pineapple in cake formulation, pH, springiness and cohesiveness were decreased. Although cell density, the average particle size, firmness, chewiness and b^* and a^* values were increased. Also the results showed adding pineapple had no significant effect on L^* value while decreased by adding sesame flour. Finally the optimal points were 24 and 1.6 in sesame and pineapple respectively for using in spong cake formulation.

Keywords: Sesame, Pineapple, Color values, Firmness, Spong cake

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