تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۱۸/ شماره ٦٦/بهار و تابستان ۱۳۹۸/ص ۳۲-۱۷

ارزیابی پارامترهای حسی پاستیل زنجبیلی با استفاده از روش‌های سطح پاسخ و تحلیل مؤلفه‌های اصلی

سیده پرستو مجاوریان[۱]، زینب رفتنی امیری[۲]* و هدی شهیری طبرستانی[۳]

۱ و ۲- به ترتیب: دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

۳- استادیار، گروه شیمی مواد غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم و کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۲۰؛ تاریخ پذیرش:۹۸/۱/۳۱

چکیده

در این پژوهش، اثر سطوح متفاوت ژلاتین پای مرغ (۳، ۵ و ۷ درصد) و کنسانترهٔ انگور (٦۰، ۷۰ و ۸۰ درصد) بر پارامترهای رنگی پاستیل زنجبیلی با استفاده از روش رویهٔ پاسخ و پارامترهای حسی با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی ارزیابی شده است. اثر ضد میکروبی زنجبیل با آزمون میکروبی نمونه‌های پاستیل مطابق استاندارد بررسی و گزارش شد. با افزایش ژلاتین، میزان L* (شفافیت) نمونهٔ پاستیل کاهش و میزان a* (قرمزی) و b* (زردی) آن افزایش داشت و افزایش کنسانترهٔ انگور تأثیر مثبت بر افزایش قرمزی نمونه‌ها گذاشت ($p<۰/۰۱$). مطابق نتایج این پژوهش، میزان ۳/۰۱ درصد ژلاتین و ٦۰ درصد کنسانترهٔ انگور بهترین شرایط فرمولاسیون پاستیل تعیین شد. در آزمون میکروبی، باکتری‌های اسید لاکتیک، مقاوم به اسید و آنتروباکتریاسه در نمونه‌های حاوی ۳ درصد ژلاتین، ٦۰ درصد کنسانتره، ۵ درصد ژلاتین، ٦۰ درصد کنسانتره، و ۷ درصد ژلاتین، ٦۰ درصد کنسانتره بیشترین رشد را نشان دادند و در بقیهٔ نمونه‌ها هیچ رشدی مشاهده نشد. کپک و مخمر نیز در هیچ یک از نمونه‌ها رشدی نداشتند. در نمونه‌های بدون زنجبیل (شاهد)، بیشترین رشد میکروبی (بالاتر از حد مجاز) مشاهده شد. نتایج آزمون حسی نشان داد که نمونهٔ حاوی ۵ درصد ژلاتین و ۸۰ درصد کنسانترهٔ انگور دارای بالاترین امتیاز پذیرش کلی است. در استفاده از روش تحلیل مؤلفهٔ اصلی مشخص شد پذیرش کلی نمونه‌ها با رنگ و مزه و حالت چسبندگی نمونه‌ها بیشترین ارتباط را دارد، از این‌رو می‌توان با بهبود پارامترهای رنگ، مزه و کاهش حالت چسبندگی در پاستیل، به پذیرش کلی بالایی دست یافت.

واژه‌های کلیدی

خواص حسی، ژلاتین پای مرغ، کنسانترهٔ انگور

مقدمه

آب نبات‌ها یا شیرینی‌های صمغی شامل طیفی وسیع از فرآورده‌های قنادی مانند ژله‌ها، پاستیل‌ها و غیره هستند که با استفاده از فرآورده‌های ژله‌ای کننده مانند نشاسته، پکتین و به ویژه ژلاتین، بافت ایجاد می‌گردد. ژلاتین نسبت بالایی از مواد قندی، اسید، طعم دهنده و رنگ مهم‌ترین ترکیبات تشکیل دهندهٔ این دسته از فرآورده‌هاست (Abbasi *et al.*, 2011) و ماهیتی کاملاً مصنوعی دارد (Sadeghi *et al.*, 2016). کنسانتره‌های میوه می‌توانند رنگ دهنده و طعم دهنده‌های طبیعی برای این نوع محصولات

*نگارنده مسئول: Email:zramiri@gmail.com

http://doi: 10.22092/fooder.2019.122208.1156

© 2019,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

باشند (Brug, 1998). استفاده از کنسانتره‌ها، از جمله کنسانترهٔ انگور که از تغلیظ آب انگور تا بریکس ۶۵ به‌دست می‌آید، شیرین‌کنندهٔ طبیعی است و مزایای متعددی دارد مانند: ایجاد مزه و طعم مناسب، داشتن شاخص گلایسمیک پایین‌تر، وجود ترکیبات فنولیک (عامل ایجاد رنگ‌های قرمز، صورتی و آبی که علاوه بر خصوصیات رنگ‌زایی و جذابیت، اثر سلامت‌بخش نیز دارند)، و داشتن فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی در کنسانترهٔ انگور (Maghami Kia *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2002). به دلیل مسائل اقتصادی، پژوهش‌های روز افزونی برای جایگزینی مناسب شکر با سایر شیرین کننده‌ها در دست اجراست. در میان عوامل ژل کننده بر پایهٔ پروتئین، ژلاتین در ساخت پاستیل یا ژله‌ها با توجه به خواص عملکردی متنوع آن و به ویژه خاصیت بافت‌دهندگی، تشکیل ژل، خواص کف‌کنندگی، تثبیت‌کنندگی و امولسیون‌کنندگی بیشتر استفاده می‌شود (Lewis *et al.*, 2006). ژلاتین ترکیب غذایی پروتئینی خالص است با وزن مولکولی بالا و خواص عملکردی با ارزش که از فرایند تغییر ماهیت (ساختار) حرارتی کلاژن (پروتئین عمدهٔ بافت پیوندی) حیوانات به‌دست می‌آید. عوامل ایجاد کنندهٔ ژل قابل رقابت با ژلاتین‌هایی مانند نشاسته، آلژینات، پکتین، آگار و کاراگینان، همگی کربوهیدرات‌های حاصل از منابع گیاهی هستند ولی به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد ژلاتین، آنها نمی‌توانند به صورت جانشین به کار روند. زنجبیل گیاهی با نام علمی *Zingiber officinale* که به نام عمومی Ginger در دنیا مشهور است به دلیل عطر و طعم مطلوب و خواص ضدباکتریایی و ضدقارچی آن در صنایع غذایی و داروسازی اهمیت فراوانی دارد. زنجبیل حاوی آنزیم پروتئینی به نام زنجیباین است که در بهبود عملکرد هضم مواد غذایی و نابودی انگل‌ها و میکروارگانیسم‌ها مؤثر است. زنجیباین با داشتن بیش از دوازده نوع مادهٔ آنتی‌اکسیدانی، در مقایسه با ویتامین C قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتری دارد (Stoilova *et al.*, 2007). شهیدی و همکاران (Shahidi *et al.*, 2011)، خلیلیان و همکاران (Khalilian *et al.*, 2011)، رضایی و همکاران (Rezaee *et al.*, 2011)، خزایی پول و همکاران (Khazaiy Pool *et al.*, 2013)، مقامی‌کیا و همکاران (Maghami Kia *et al.*, 2013)، فیوضی و همکاران (Fiuzy *et al.*, 2014)، عباسی و همکاران (Abbasi *et al.*, 2011)، محمدی اکبرآبادی و عباسی (Mohammadi Akbarabadi & Abbasi, 2017)، فتاحی (Fatahi, 2017)، هراتی فرزقی و همکاران (Harati Farzaghi *et al.*, 2017)، دمارس و زیگلر (Demars & Zigler, 2001)، مارفیل و همکاران (Marfil *et al.*, 2012) و نوریزا و همکاران (Norizah *et al.*, 2015) در پژوهش‌هایی دربارهٔ تولید و فرمولاسیون پاستیل‌های میوه‌ای بر پایهٔ پورهٔ میوه‌ها، از این مواد استفاده کرده‌اند: پورهٔ سیب، کدو حلوایی، طالبی، آلو، کیوی، خرما، زردآلو، زرشک بی‌دانه و میوه پیتایا قرمز به همراه هیدروکلوئیدهای مختلف از جمله نشاسته، نشاستهٔ ذرت، پکتین، زانتان و ژلاتین و شیرین کننده‌های مختلف مانند کنسانتره انگور، اینولین و استویوزید.

در این پژوهش، اثر سطوح مناسب ژلاتین پای مرغ (۳ تا ۷ درصد) و کنسانترهٔ انگور (۶۰ تا ۸۰ درصد) بر پارامترهای رنگی پاستیل زنجبیلی با استفاده از روش رویهٔ پاسخ مشخص شد. همچنین از تحلیل مؤلفه‌های اصلی[1](PCA) به منظور ارزیابی آزمون میکروبی و حسی پاستیل استفاده گردید.

روش PCA یا تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، روشی مفید برای ارزیابی ارتباط بین داده‌های حسی است. کاربرد این روش برای تعداد زیادی متغیر اندازه‌گیری شده است که برخی از آنها به هم بستگی دارند، در نتیجه موجب بروز خطا در تحلیل آنها می‌شود.

1- PCA: Principal Component Analysis

بنابراین با این روش تعداد متغیر اصلی کاهش می‌یابد و تعداد کمتری متغیر تحت عنوان مؤلفه‌های اصلی به‌دست می‌آید که بیشترین واریانس متغیرها را در بردارند (Khalilian *et al.*, 2011) در فضای PCA صفاتی که کنار هم قرار می‌گیرند همبستگی مثبت و صفاتی که در جهت عکس هم قرار گیرند، همبستگی منفی باهم دارند (Kopuzlu *et al.*, 2011).

مواد و روش‌ها

پای مرغ از کارخانهٔ طیور مازندران، پودر عصاره زنجبیل به‌صورت آماده از شرکت مگنولیا ساخت فرانسه، کنسانترهٔ انگور سفید از شرکت کشت و صنعت نوشین خوی، روغن آفتابگردان لادن، تمام مواد شیمیایی و حلال‌های مورد استفاده با درجهٔ خلوص تجزیه‌ای از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

تهیهٔ ژلاتین از پای مرغ

ژلاتین پای مرغ به روش اسیدی مطابق روش رضایی زاده و رفتنی امیری (Rezaee zade & Raftani Amiri, 2016) استخراج شد. پای مرغ خرد و شسته شد، محلول هیدروکلریک اسید ۰/۵ نرمال به آن اضافه و به مدت ۲ ساعت با همزن مکانیکی (مدل st11، شرکت پارس آزما) مخلوط شد. تفاله اسیدی با آب مقطر شستشو داده شده تا از اسیدی بودن تفاله کاسته شود. تفاله، پس از شستشو با نسبت ۱۶/۱:۱۲ با آب مقطر در بن‌ماری (مدل ممرت، ساخت آلمان) در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت۱ ساعت با همزن مکانیکی همزده شد. ژلاتین به‌دست آمده بعد از فیلتر شدن، با سود ۱ نرمال به pH برابر ۷ رسانیده شد و به صورت دو فاز در آمد و بعد از جدا کردن فاز مایع شفاف رویی در آون (شرکت ممرت، ساخت آلمان)، با دمای ۴۵ درجه سلسیوس خشک و به صورت پودر در کیسه‌های پلاستیکی غیر قابل نفوذ به رطوبت (زیپ کیپ) در فریزر نگهداری شد. مقدار پروتئین ژلاتین پای مرغ به‌دست آمده در این آزمایش ۸۲/۶۶±۰/۸۷ درصد بود در حالی که میزان چربی ۳±۰/۱ درصد، خاکستر ۰/۹۲±۰/۰۵ درصد و رطوبت ۹/۸±۰/۰۳ درصد به‌دست آمد که به ترتیب با استفاده از روش استاندارد AOAC به شماره‌های ۹۲۸/۰۸، ۹۲۰/۳۹، ۹۰۰/۲، ۹۵۰/۴۶ اندازه‌گیری شد (Shyni *et al.*, 2014). مقاومت ژل به روش گومزگلن و همکاران (Gómez-Guillén *et al.*, 2011) و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (مدلCT3-10، مدل بروکفیلد ساخت آمریکا) تعیین شد، بدین منظور ابتدا پودر ژلاتین به نسبت ۶/۶۷ درصد (وزنی/حجمی) در دمای ۶۰ درجه سلسیوس در آب مقطر حل و به ظروف اندازه‌گیری تحت صاف ۱۲۵ میلی‌لیتری (۵۵ میلی‌متر ارتفاع×۵۰ میلی‌متر قطر) منتقل شد؛ محلول به مدت ۱۷ ساعت در یخچال دورهٔ رسیدگی را طی کرد. پس از دورهٔ رسیدگی، قدرت ژل بر اساس بلوم تحت شرایط دستگاهی (پیستون استوانه‌ای تفلونی با قطر ۱۲/۷ میلی‌متر؛ عمق نفوذ ۳ میلی‌متر و سرعت نفوذ ۱ میلی‌متر بر ثانیه) اندازه‌گیری شد. قدرت ژل ژلاتین پای مرغ در این پژوهش ۵۴۲/۸۳±۰/۸۳ گرم و بالاتر بود تا قدرت ژلاتین حاصل از دیگر منابع جایگزین: ماهی، گاو، خوک، پوست مرغ؛ علت آن دمای استخراج کم، پیوند هیدروژنی قوی و احتمالاً میزان زیاد هیدروکسی پرولین است.

تهیهٔ پاستیل

برای بهینه‌سازی تولید پاستیل زنجبیلی، نخست بر اساس آزمایش‌های مقدماتی، دامنه تغییرات فاکتورها برای ژلاتین و کنسانتره انگور انتخاب شدند. پاستیل مطابق روش خزائی پول و

همکاران (Khazaee Pool *et al.*, 2013) با کمی اصلاحات تولید شد؛ اجزای فرمولاسیون به نسبت‌های مشخص توزین شدند. یک و نیم گرم عصارهٔ زنجبیل با کنسانترهٔ انگور- بریکس ۶۵، pH برابر ۴، اسیدیته ۶/۵ درصد- در محدودهٔ دمایی ۵±۹۰ درجه سلسیوس در بن ماری مخلوط شد و در مرحلهٔ بعد ژلاتین در نسبت‌های تعیین شده (جدول ۱) در دمای ۵±۵۵ درجه سلسیوس در بن ماری به شکل محلول به مخلوط مورد نظر اضافه شد. مخلوط نهایی درون قالب‌هایی از جنس پلی پروپیلن به ابعاد ۲/۵×۲×۱ سانتی‌متر ریخته شد که از قبل با روغن خوراکی چرب شده بود. قالب‌ها به مدت ۳-۲ ساعت درون یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس برای بستن ژل قرار داده شده. ژل حاصل از قالب‌ها بیرون آورده شدند و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۴ درجه سلسیوس در آون جریان هوای داغ خشک شدند. پس از مرحلهٔ خشک شدن، نمونه‌ها تا آغاز آزمایش در دمای محیط ۵±۲۵ درجه سلسیوس در داخل زیپ کیپ نگهداری شدند.

روش‌های آزمایش پاستیل

پارامترهای رنگی

به منظور اندازه‌گیری پارامترهای رنگی نمونه‌های پاستیل زنجبیلی، از هر نوع پاستیل چند نمونه به طور تصادفی انتخاب و با استفاده از اسکنر (سامسونگ، مدل scx-4623fh، ساخت ژاپن) با رزولوشن ۳۰۰ DPI تصویربرداری شد. سایر مراحل پردازش تصویر از نرم‌افزار ImageJ 1.40g استفاده شد (Sadeghi *et al.*, 2016).

پارامترهای بافتی

برای سنجش سختی، پیوستگی، الاستیسیته (فنریت)، قابلیت جویدن، کشش‌پذیری، حالت صمغی و چسبندگی نمونهٔ پاستیل با ابعاد گفته شده، از دستگاه آنالیز بافت (بروکفیلد، مدل CTE-10، آمریکا) به روش TPA[1] با سه تکرار استفاده شد. در این آزمایش، در دو سیکل رفت و برگشتی، با پروب سیلندری صفحه گرد با قطر ۳ سانتی‌متر، سرعت حرکت پروب ۶۰ میلی‌متر بر دقیقه و نیروی ۵ گرم تا ۳۰ درصد ارتفاع اولیه نمونه‌های فشرده و پس از آن فشارزدایی شدند (Sadeghi *et al.*, 2016).

بررسی ویژگی‌های حسی

در این پژوهش، ۱۰ داور آموزش داده شده قضاوت آزمون حسی را به عهده داشتند. به منظور ارزیابی نمونه‌ها از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (عدد ۱ بسیار نامطلوب- عدد ۵ بسیار مطلوب) استفاده شد. رنگ، طعم (ترکیبی از بو و مزه)، شیرینی (میزان پوشانندگی شیرینی با ژلاتین) و صفات بافتی مانند سفتی، قابلیت جویدن، چسبناکی، عطر، و رطوبت ناحیهٔ مرکزی (احساس خیسی مرکز بافت نمونه حین جویدن) ارزیابی شدند و سرانجام از پذیرش کلی نمونه‌ها پرسش شد. داوران در مجموع به ۱۰ ویژگی امتیاز دادند (Khazaee Pool *et al.*, 2013). سپس تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) با نرم‌افزار SPSS 24 صورت گرفت.

آزمون میکروبی

آزمایش‌های میکروبی برای شناسایی باکتری‌های مقاوم به اسید، باکتری‌های اسید لاکتیک و کپک و مخمر در سه تکرار با روش استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۹۸۳ اجرا شد. برای اندازه‌گیری باکتری‌های مقاوم به اسید و باکتری‌های اسید لاکتیک، ۱۰ گرم پاستیل در ۹۰ میلی‌لیتر آب پپتون رقیق و هوموژنیزه شد. یک میلی‌لیتر از رقت ۰/۱ به هر یک از پلیت‌های استریل منتقل شد. به دو پلیت محیط کشت آگار حاوی سرم پرتقال[2] و محیط کشت آگار چند منظوره حاوی توئین[3]، ۸۰ افزوده و

1- Texture Profile Analysis
2- Orange Serum Agar
3- Tween

به مدت ۵ روز در دمای ۳۰ درجه سلسیوس گرمخانه گذاری شد. برای شناسایی باکتری‌های خانوادهٔ اسید لاکتیک نیز ۱ میلی‌لیتر از رقت ۰/۱ به پلیت استریل حاوی محیط کشت[1] ام‌آراس آگار افزوده و به مدت ۵ روز در دمای ۳۰ درجه سلسیوس گرمخانه گذاری شد. پلیت‌ها از نظر باکتری‌های مقاوم به اسید و باکتری‌های اسید لاکتیک بررسی شدند. برای شناسایی کپک و مخمر، مطابق استاندارد ملی ایران به شمارهٔ ۱۷۹۸۳، مقدار ۲ میلی‌لیتر از رقت ۰/۱ و ۲ میلی‌لیتر از رقت ۰/۰۱ به ۴ پلیت استریل اضافه و محیط کشت دی کلران-رزبنگال کلرامفنیکل آگار ۱ به پلیت‌ها انتقال داده شد؛ پلیت‌ها پس از پنج روز گرمخانه گذاری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس از نظر کپک و مخمر بررسی شدند.

طرح آماری

از آنجایی که فرمولاسیون هر فرآوردهٔ نوین مستلزم کسب اطلاعات به خصوص در بعد حسی آن است، در این پژوهش نیز صفات حسی محصول از ارزیابان پرسیده شد. از طرفی، آگاهی از روابط بین متغیرها نیز می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در جهت بهبود فرمولاسیون فرآورده فراهم آورد. زمانی که تعداد متغیرها در آزمونی زیاد باشد مدل حاصل به داده‌ها خیلی وابسته خواهد بود و نتایج، پیش‌بینی ضعیفی ارائه خواهد داد. روش PCA در جستجوی متغیرهایی است که بیشترین واریانس را دارند؛ در واقع بزرگ بودن واریانس باعث تفکیک داده‌ها شده است و در نتیجه بررسی تفاوت‌ها بین داده‌ها آسان‌تر خواهد شد (Khalilian *et al.*, 2011). بنابراین برای تجزیه و تحلیل داده‌های حسی و تعیین مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل زنجبیلی، از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) در نرم‌افزار SPSS 24 استفاده شد و سرانجام به منظور بهینه‌سازی شرایط فرمولاسیون پاستیل زنجبیلی از طرح مرکب مرکزی ثابت[2] (CCFD) با آلفای برابر با یک در طراحی آزمایش‌ها استفاده شد (جدول ۱). سیزده فرمول مختلف از فرآورده بر اساس طرح مرکب مرکزی (سه سطح و ۵ تکرار در نقطهٔ مرکزی) تولید شد (جدول ۲).

برای تعیین وجود اختلاف معنی‌دار، سطح اطمینان ۹۵ درصد در نظر گرفته شد. در روش سطح پاسخ (RSM)[3] برای هر متغیر وابسته مدلی تعریف می‌شود که اثر اصلی و متقابل فاکتورها را بر هر متغیر جداگانه بیان می‌کند. مدل چند متغیره به صورت زیر است:

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_{ii} X_i X_i + \sum \beta_{ij} X_i X_j \qquad (1)$$

که در آن،

β_0= عرض از مبدأ؛ β_i= ضریب رگرسیون خطی فاکتور iام؛ β_{ii}=ضریب رگرسیون درجه دوم فاکتور iام؛ β_{ij}= اثر متقابل فاکتور iام و فاکتور jiام؛ و Y= متغیر وابسته. RSM با استفاده از نرم‌افزار Design Expert نسخه ۷ اجرا شد.

1- De man, Rogosa and Sharp

2- Central Composite Faced Design (CCFD)

3- Response Surface Methodology(RSM)

جدول ۱- نمایش متغیرهای مستقل فرایند و مقادیر آنها

متغیر مستقل	نماد ریاضی	-۱	۰	+۱
ژلاتین پای مرغ (درصد)	A	۳	۵	۷
کنسانترهٔ انگور (درصد)	B	۶۰	۷۰	۸۰

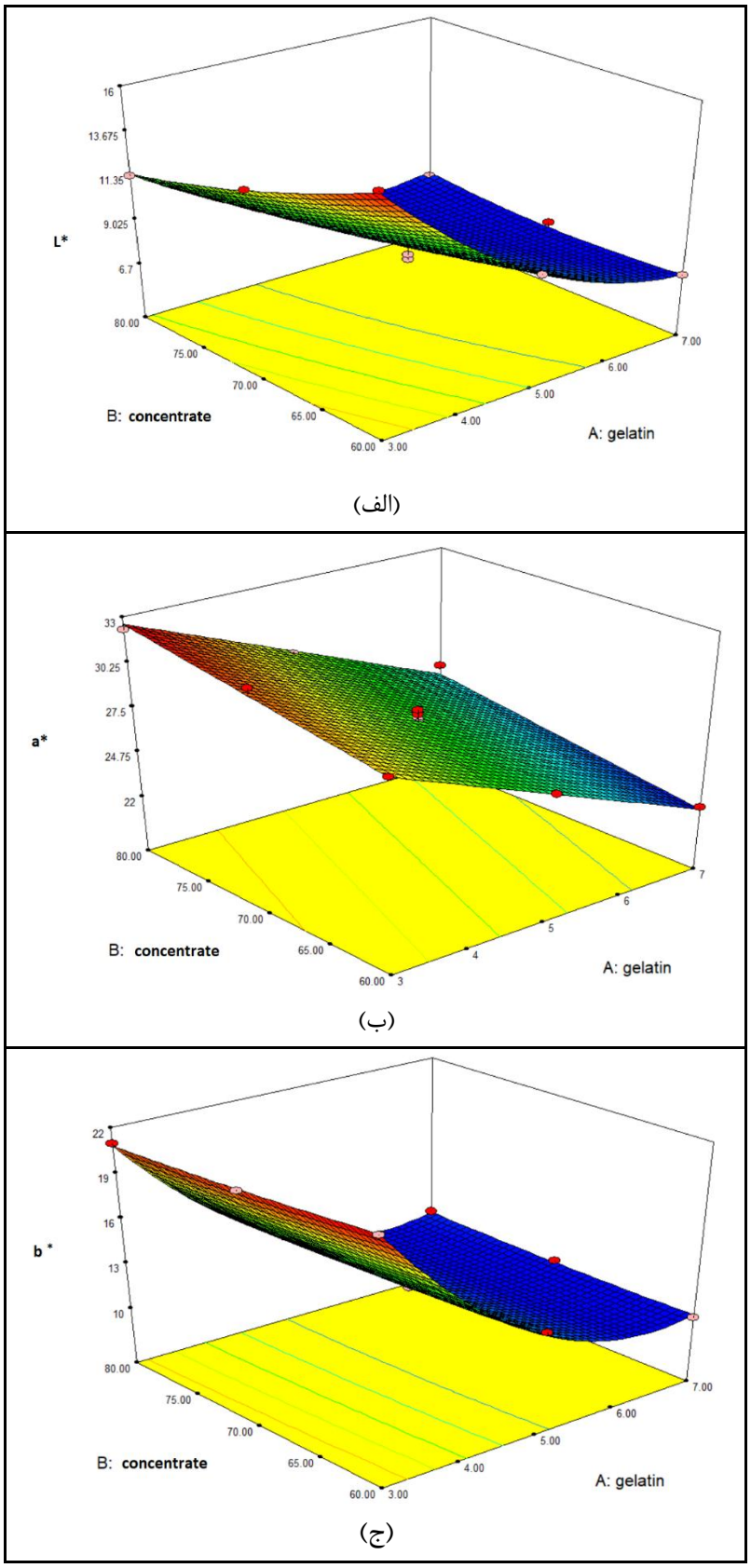
جدول ۲- نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های پاستیل زنجبیلی به صورت مقادیر پاسخ در طرح مرکب مرکزی ثابت

تیمار	متغیر مستقل		نام اختصاری	پاسخ		
	درصد ژلاتین	درصد کنسانتره		L*	a*	b*
۱	۷	۸۰	CG9	۷/۱۲	۲۵/۳۹۹	۱۱/۱۲
۲	۷	۶۰	CG7	۶/۹۸۴	۲۲/۳۷۴	۱۰/۵۶
۳	۳	۷۰	CG2	۱۳/۳۲۶	۳۱/۷۳۵	۲۱/۱۲۵
۴	۵	۷۰	CG5	۷/۶۵۵	۲۷/۱۸۲	۱۲/۲۶۴
۵	۵	۷۰	CG5	۷/۳۸	۲۷/۳۸۷	۱۲/۰۶
۶	۳	۸۰	CG3	۱۱/۴۲۵	۳۲/۲۵۴	۲۰/۹۸۴
۷	۵	۷۰	CG5	۸/۲۲۳	۲۷/۹۴۵	۱۲/۰۲۵
۸	۵	۷۰	CG5	۸/۳۳۵	۲۶/۷۱۸	۱۲/۵۵۴
۹	۷	۷۰	CG8	۷/۰۸	۲۲/۹۸۵	۱۰/۸۶۵
۱۰	۳	۶۰	CG1	۱۵/۹۲	۳۰/۰۲	۲۱/۸۶
۱۱	۵	۶۰	CG4	۹/۵۴۳	۲۶/۱۷۱	۱۲/۷۷۷
۱۲	۵	۷۰	CG5	۹/۰۱۲	۲۷/۶۸	۱۲/۳۲
۱۳	۵	۸۰	**CG6**	۷/۹۶۵	۲۸/۵۳۴	۱۱/۹۸۹

نتایج و بحث

رنگ

رنگ، ظاهری زیبا و خوش رویت برای ماده غذایی فراهم می‌کند. در یک بررسی که در دههٔ قبل در آمریکا صورت گرفت، مصرف کنندگان مواد غذایی خصوصیات سلامت این مواد، رنگ، و طعم و مزه آنها را، به ترتیب اهمیت، پارامترهای مؤثر در انتخاب آن مادهٔ غذایی اعلام کرده‌اند (Fatemi, 2008). آنالیز واریانس نتایج رنگ سنجی (جدول ۳) نشان می‌دهد تمامی فاکتورها به جز اثر درجه دوم کنسانترهٔ، در سطح بسیار معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) بر تغییرات شفافیت نمونه‌ها مؤثرند. با افزایش غلظت ژلاتین و کنسانتره انگور سفید، میزان روشنایی نمونه‌ها کاهش یافته است، به طوری که بیشترین شفافیت در غلظت ۳ درصد ژلاتین و ۶۰ درصد کنسانتره حاصل شده است (شکل ۱-الف). کاهش روشنایی رنگ نمونه‌های پاستیل را می‌توان به ایجاد کدورت و انعکاس نیافتن سطحی نور و در نتیجه فقدان درخشندگی ژلاتین نسبت داد. فیوضی و همکاران (Fiuzi *et al.*, 2014) در بررسی فرآورده ژله‌ای خرما حاوی نسبت‌های مشخص ژلاتین، زانتان و آب پنیر نشان دادند افزودن ژلاتین و زانتان باعث کاهش رنگ و شفافیت ژل شده است. یافته‌های پژوهش‌های دیگر حاکی از آن است که با افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای آگار، پکتین، ژلان، ژلاتین و کارآگینان در نسبت‌های متفاوت، روشنایی و شفافیت ژل‌ها کاهش می‌یابد (Schrieber & Garies, 2007; Demars & Ziegler, 2001; Jahnston Band, 1990) اثر خطی ژلاتین و کنسانتره بر تغییرات قرمزی پاستیل معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) است (جدول ۳). میزان قرمزی نمونه‌ها با افزایش غلظت ژلاتین کاهش می‌یابد ولی با افزایش غلظت کنسانتره با افزایش قابل توجهی همراه است (شکل ۱-ب).



شکل ۱- اثر سطوح مختلف ژلاتین پای مرغ و کنسانترهٔ انگور سفید بر الف- *L، ب- *a و ج- *b پاستیل زنجبیلی

کنسانترهٔ انگور در مقایسه با محلول ژلاتین رنگ قرمزی داشته که در نتیجهٔ آن می‌تواند موجب افزایش رنگ قرمز پاستیل شود و از سوی دیگر به دلیل داشتن قندهای احیا کننده در مرحلهٔ خشک کردن در هوای داغ و فعالیت آبی کم پاستیل، می‌تواند در معرض واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی قرار گیرد و موجب افزایش رنگ قرمز شود. اثر خطی و درجه دوم ژلاتین ($p<۰/۰۱$) و اثر متقابل ژلاتین و کنسانتره ($p<۰/۰۵$) بر شاخص زردی پاستیل معنی‌دار است (جدول ۳). میزان زردی نمونه‌ها با افزایش غلظت ژلاتین تا ۵ درصد روند کاهشی دارد و سپس ثابت می‌ماند. با افزایش غلظت کنسانتره، روندی ثابت در شدت زردی نمونه‌ها مشاهده می‌شود (شکل ۱-ج). طبق گزارش عظیمی و همکاران (Azimi *et al.*, 2014)، در بررسی اثر هیدروکلوئیدهای گوار و ژلاتین بر پارامترهای رنگی پاستیل توت سفید، با افزایش درصد ژلاتین L* نمونه‌ها کاهش و پارامترهای زردی و قرمزی نمونه‌ها افزایش یافته‌اند. در پژوهش شهیدی و همکاران (Shahidi *et al.*, 2015)، به کارگیری کنسانترهٔ انگور به جای ساکارز منجر به کاهش L* و افزایش a* در کیک اسفنجی شده است.

جدول ۳- آنالیز واریانس متغیرهای مدل پارامترهای رنگی تیمارهای مختلف پاستیل زنجبیلی و ضرایب پیشگویی مدل

منبع	L*			a*			b*		
	درجه آزادی	ضریب	p	درجه آزادی	ضریب	p	درجه آزادی	ضریب	p
مدل	۴		<۰/۰۰۰۱	۲		<۰/۰۰۰۱	۴		<۰/۰۰۰۱
β_0		۸/۵			۲۷/۴۱			۱۲/۲۸	
A		-۳/۲۵	<۰/۰۰۰۱		-۳/۸۸	<۰/۰۰۰۱		-۵/۲۴	<۰/۰۰۰۱
B		-۰/۹۹	۰/۰۰۲۲		۱/۲۷	<۰/۰۰۰۱		-۰/۱۸	۰/۰۷۹۵
A^2		۱/۸۵	۰/۰۰۰۲					۳/۸۰	<۰/۰۰۰۱
B^2									
A*B		۱/۱۶	۰/۰۰۲۹					۰/۳۶	۰/۰۱۲۶
باقیمانده	۸			۱۰			۸		
عدم برازش	۴		۰/۷۵۳۵	۶		۰/۶۴۶۶	۴		۰/۴۳۵۴
خطای خالص	۴			۴			۴		
خطای کل اصلاح شده	۱۲			۱۲			۱۲		
ضریب تبیین		۰/۹۷۳۴			۰/۹۸۱۶			۰/۹۹۸۱	
ضریب تبیین تعدیل شده		۰/۹۶۰۱			۰/۹۷۷۹			۰/۹۹۷۲	
ضریب تبیین پیش‌بینی شده		۰/۹۴۸۴			۰/۹۶۷۸			۰/۹۹۲۵	
ضریب تغییرات		۵/۹۲			۱/۵۸			۱/۶۰	

بهینه سازی و تأیید مدل

برای بهینه سازی فرمولاسیون نیاز به برآورد حد مطلوب پارامترهای رنگی (حداکثر شفافیت، در محدوده بودن زردی و حداکثر قرمزی) است.

برای به‌دست آوردن بهترین فرمولاسیون، نیاز به ۳/۰۱ درصد ژلاتین و ۶۰ درصد کنسانتره با حد مطلوبیت ۰/۸۷۳ است که در این شرایط L* پاستیل حاصل ۱۵/۸۳، a* برابر با ۳۰/۰۱ و b* برابر با ۲۱/۹۱ می‌شود (جدول ۴).

جدول ٤- مقادیر آزمایش و پیش‌بینی شدهٔ پاسخ‌ها

پاسخ‌ها	پیش‌بینی	آزمایش
L^*	۱۵/۸۳[a]	۱۵/۰۴±۰/۳[a]
a^*	۳۰/۰۱[a]	۲۸/۳۶±۱/۹۰[a]
b^*	۲۱/۹۱[a]	۱۹/۸۱±۲/۰۱[a]

آزمون حسی

در جدول (۵)، میانگین امتیازهای حاصل از ارزیابی حسی ۹ نمونه پاستیل آورده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد نمونهٔ GC6 (۵ درصد ژلاتین و ۸۰ درصد کنسانتره) دارای بیشترین امتیاز از نظر پذیرش کلی از طرف ارزیابان بوده است. نمونه‌های GC7، GC8 و GC9 که بافت بسیار سخت، بسیار الاستیک با قابلیت جویدن بالا بودند، پذیرش چندانی کسب نکردند. در خصوص آروما، بیشترین امتیاز متعلق به نمونهٔ GC6 (۵ درصد ژلاتین و ۸۰ درصد کنسانتره) است که اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با دیگر تیمارها دارد ولی با افزایش غلظت کنسانتره در سطح بالای ژلاتین، شدت عطر و بو کاهش یافته است که احتمالاً دلیل آن حبس مولکول‌های مربوط در شبکهٔ سه بعدی ژل است (Gaspar *et al.*, 1998). از لحاظ چسبناکی، نمونه‌های GC6 و GC7، GC8 و GC9 دارای بیشترین امتیاز هستند که اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با بقیهٔ تیمارها دارند و در راستای افزایش سفتی بافت نمونه‌ها، میزان چسبناکی نمونه‌ها کاهش یافته است و از نظر چسبناک نبودن، امتیاز داده شده به نمونه‌های حاوی ژلاتین با سطح بالاتر بیشتر است. از لحاظ سفتی، نمونهٔ GC3 و بعد از آن نمونه GC6 بیشترین امتیاز را دارند که اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با بقیهٔ تیمارها نشان می‌دهند و با افزایش ژلاتین و کنسانتره انگور میزان ژله‌ای شدن و سفتی بیشتر شده است؛ اندازه‌گیری سفتی بافت آنها با دستگاه سنجش بافت نیز همین نتیجه را به دست داده است (Mojaverian *et al.*, 2017). مقامی‌کیا و همکاران (Maghami Kia *et al.*, 2013) نیز گزارش کردند با افزایش جابجایی کنسانتره انگور با ساکارز در فرمولاسیون پاستیل شیر سویا، سفتی بافت از نظر ارزیابان افزایش یافته است. از لحاظ جویدن نیز در تحقیق حاضر نمونهٔ GC3 بیشترین امتیاز را کسب کرده است. با افزایش سطح ژلاتین در نمونه‌ها، قابلیت جویدن سخت‌تر شده است و نمونه‌ها امتیاز کمتری کسب کرده‌اند. مقامی‌کیا و همکاران (Maghami Kia *et al.*, 2013) در بررسی ارزیابی حسی گزارش کردند که با افزایش کنسانترهٔ انگور در فرمولاسیون پاستیل شیر سویا، قابلیت لاستیکی بودن بافت نمونه‌ها در ارزیابی حسی افزایش یافته است.

از لحاظ رنگ، تیمارهای تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بر اساس ارزیابی حسی نشان ندادند ولی با افزایش غلظت ژلاتین، شفافیت نمونه‌ها کاهش یافته که با نتایج آزمون رنگ سنجی به روش پردازش تصویر همخوانی دارد. از لحاظ رطوبت نیز تیمارها تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در نمونه‌ها ایجاد نکرده‌اند و ارزیابان به رطوبت ناحیهٔ مرکزی نمونهٔ پاستیل زنجبیلی امتیاز یکسانی داده‌اند. از نظر شیرینی، افزایش سطح کنسانترهٔ انگور هرچند شیرینی مطلوب‌تری از نظر ارزیابان دریافت شده ولی تفاوت معنی‌داری در نمونه‌ها ایجاد نشده است ($p>۰/۰۵$). ارزیابان بیشترین امتیاز طعم را به نمونهٔ

GC6 داده‌اند که اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با بقیهٔ تیمارها دارد و نمونه‌های حاوی سطح ژلاتین بالاتر امتیاز کمتری دارند که علت آن احتمالاً پیوند شدن عوامل ایجاد کنندهٔ مزه و عطر بر اثر هیدروکلوئیدهاست. بولاند و همکاران (Boland *et al.*, 2004) در پژوهشی روی ژل‌های ژلاتین و پکتین اظهار کردند که رهاسازی طعم به طور معنی‌داری با بافت ژل در تماس است و ژل‌های ژلاتین به دلیل ایجاد بافت سخت‌تر موجب رهایش کمتر مواد طعمی می‌شوند که در مجموع باعث کاهش امتیاز پذیرش کلی در نمونه‌های حاوی مقادیر بالای ژلاتین می‌شود. افزایش سطح ژلاتین در نمونه‌ها به دلیل افزایش سفتی بافت، ظاهر بهتری را از نظر ارزیابان کسب کرده ولی تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در ظاهر نمونه‌های پاستیل دیده نمی‌شود.

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های حسی در نمونه‌های مختلف پاستیل زنجبیلی

نمونه	سفتی	قابلیت جویدن	چسبناکی	طعم	عطر	شیرینی	رنگ	ظاهر	رطوبت	پذیرش کلی
GC1**	۳/۴۰^{ab*}	۳/۴۰^{ab}	۳/۸۰^{ab}	۳/۰۰^{ab}	۳/۲۰^{ab}	۳/۴۰^{a}	۴/۲۰^{a}	۴/۲۰^{a}	۳/۴۰^{a}	۳/۶۰^{ab}
GC2	۳/۶۰^{a}	۳/۴۰^{ab}	۳/۶۰^{ab}	۳/۰۰^{ab}	۳/۴۰^{ab}	۳/۶۰^{a}	۴/۲۰^{a}	۴/۲۰^{a}	۳/۲۰^{a}	۳/۴۰^{abc}
GC3	۴/۴۰^{a}	۴/۴۰^{a}	۳/۸۰^{ab}	۳/۲۰^{ab}	۳/۴۰^{ab}	۳/۸۰^{a}	۴/۴۰^{a}	۴/۴۰^{a}	۳/۴۰^{a}	۳/۸۰^{ab}
GC4	۱/۶۰^{c}	۲/۰۰^{c}	۲/۴۰^{b}	۲/۶۰^{ab}	۲/۶۰^{ab}	۳/۰۰^{a}	۴/۶۰^{a}	۴/۶۰^{a}	۲/۶۰^{a}	۲/۶۰^{bcd}
GC5	۲/۲۰^{bc}	۲/۴۰^{bc}	۳/۲۰^{ab}	۳/۲۰^{ab}	۲/۸۰^{ab}	۳/۴۰^{a}	۴/۶۰^{a}	۴/۶۰^{a}	۳/۰۰^{a}	۳/۰۰^{abcd}
GC6	۴/۰۰^{a}	۴/۰۰^{a}	۴/۰۰^{ab}	۳/۸۰^{a}	۳/۸۰^{a}	۳/۸۰^{a}	۴/۴۰^{a}	۴/۶۰^{a}	۳/۰۰^{a}	۴/۰۰^{a}
GC7	۱/۴۰^{c}	۱/۸۰^{c}	۴/۲۰^{a}	۲/۲۰^{b}	۲/۶۰^{ab}	۲/۲۰^{a}	۴/۶۰^{a}	۴/۸۰^{a}	۲/۸۰^{a}	۲/۲۰^{cd}
GC8	۱/۶۰^{c}	۱/۶۰^{c}	۴/۰۰^{ab}	۲/۰۰^{b}	۲/۴۰^{ab}	۲/۴۰^{a}	۳/۶۰^{a}	۴/۸۰^{a}	۲/۲۰^{a}	۱/۸۰^{d}
GC9	۲/۲۰^{bc}	۲/۲۰^{c}	۴/۰۰^{ab}	۲/۲۰^{b}	۲/۲۰^{b}	۲/۲۰^{a}	۳/۶۰^{a}	۴/۸۰^{a}	۲/۶۰^{a}	۲/۸۰^{abcd}

* حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهندهٔ اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ($p<۰/۰۵$) است.

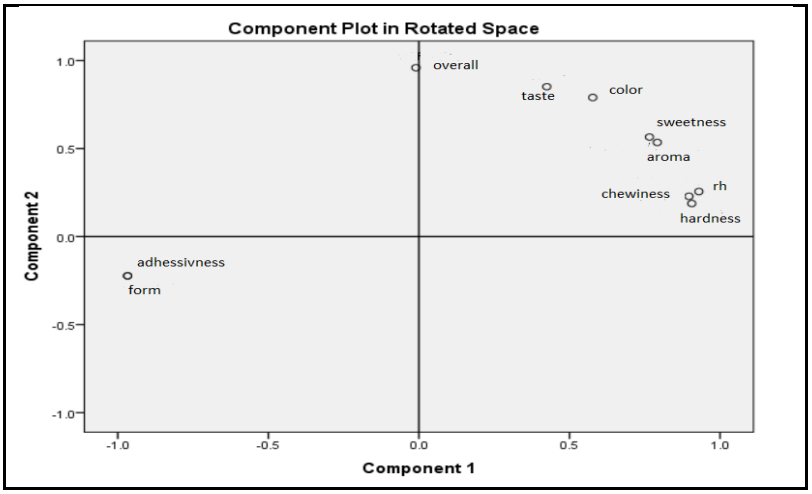
در شکل ۲ مشاهده می‌شود که صفات رنگ، شکل و مزه مجاور هم و در کنار پذیرش کلی قرار گرفته‌اند. در جدول ۶ این ضریب همبستگی پارامترهای حسی نشان داده شده است که این ضریب هرچه به ۱ نزدیک‌تر باشد نشان دهندهٔ رابطهٔ نزدیک‌تر دو پارامتر است که با توجه به این جدول پارامترهای رنگ و مزه به ترتیب با ضریب‌های پیوستگی ۰/۷۶، ۰/۷۳ رابطهٔ نزدیکی با پذیرش کلی داشته‌اند. این نتایج بیانگر این مطلب است که پارامترهای ذکر شده تأثیر بیشتری بر ارزیابان حسی داشته است.

همبستگی ۰/۲۰- بین چسبندگی و پذیرش کلی نشان دهندهٔ رابطهٔ عکس بین این دو پارامتر است، شکل نمونه‌ها اثر کاهندگی بر امتیاز پذیرش پاستیل داشته است (همبستگی ۰/۲۰-). می‌توان با بهبود پارامترهای رنگ، مزه و کاهش حالت چسبندگی در پاستیل به پذیرش کلی بالایی دست یافت.

جدول ٦- ماتریس ضریب‌های همبستگی داده‌های حسی نمونه‌های مورد بررسی

ضریب همبستگی	سختی	قابلیت جویدن	چسبندگی	مزه	عطر	شیرینی	رطوبت	رنگ	شکل	پذیرش کلی
سختی	۱	۰/۷۶	۰/۸۹-	۰/۵۵	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۶۲	۰/۸۹-	۰/۱۶
قابلیت جویدن		۱	۰/۹۲-	۰/۵۰	۰/۷۸	۰/۷۱	۰/۹۸	۰/۷۵	۰/۹۲-	۰/۲۸
چسبندگی			۱	۰/۶۱-	۰/۸۷-	۰/۸۷-	۰/۹۶-	۰/۷۴-	۰/۱۰	۰/۲۰-
مزه				۱	۰/۷۶	۰/۸۸	۰/۵۹	۰/۹۰	۰/۶۱-	۰/۷۳
عطر					۱	۰/۹۳	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۸۷-	۰/۵۲
شیرینی						۱	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۸۷-	۰/۴۶
رطوبت							۱	۰/۷۷	۰/۹۶-	۰/۲۷
رنگ								۱	۰/۷۴-	۰/۷۶
شکل									۱	۰/۲۰-
پذیرش کلی										۱

خلیلیان و همکاران (Khalilian *et al.*, 2011) به‌منظور بررسی ویژگی‌های حسی و روابط پنهان بین آنها در پورهٔ طالبی از روش تحلیل مؤلفهٔ اصلی (PCA) استفاده کردند که نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان داد که از میان ۱۶ صفت حسی تعریف شده برای ارزیابی حسی ژل طالبی، مهم‌ترین آنها بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی، شدت رنگ، طعم، سختی و لاستیکی بودن بافت نمونه‌ها است.



شکل ۲- منحنی امتیاز صفات حسی نمونه‌های پاستیل زنجبیلی

آزمون میکروبی

در جدول ۷ نتایج آزمایش‌های میکروبی دیده می‌شود که با استانداردهای ۲-۱۰۸۹۹ و ۸۸۹۸ مربوط به ویژگی‌های میکروبیولوژیکی پاستیل مطابقت دارد (ISIRI, 2008;2017). نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد بعد از گرمخانه‌گذاری، باکتری‌های اسید لاکتیک و مقاوم به اسید و آنتروباکتریاسه در نمونه‌های GC1، GC4 و GC7 بیشترین رشد (در محدوده استاندارد کمتر از CFU۱۰) را داشته‌اند و در دیگر نمونه‌ها هیچ رشدی مشاهده نشده است. در هیچ یک از نمونه‌ها کپک و مخمر رشد نداشته‌اند. طبق مشاهدات می‌توان نتیجه گرفت که غلظت

بالای کنسانتره به دلیل ایجاد فشار اسمزی بالا نیز می‌تواند در ترکیب با زنجبیل نقش بسزایی در کنترل میکروبی داشته باشد، به طوری که در غلظت‌های ثابت ژلاتین با افزایش کنسانتره، رشد میکروبی کاهش پیدا کرده است که دلیل آن ایجاد فشار اسمزی بالا برای میکروارگانیسم است.

جدول ۷- نتایج آزمون میکروبی نمونه‌های پاستیل زنجبیلی

ویژگی‌ها	GC1*	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7	GC8	GC9	حداکثر مجاز در هر گرم
باکتری اسید لاکتیک	<۱۰	۰	۰	<۱۰	۰	۰	<۱۰	۰	۰	<۱۰
باکتری مقاوم به اسید	<۱۰	۰	۰	<۱۰	۰	۰	<۱۰	۰	۰	<۱۰
کپک	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	<۱۰
مخمر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	<۱۰
آنتروباکتریاسه	<۱۰	۰	۰	<۱۰	۰	۰	<۱۰	۰	۰	<۱۰
اشرشیا کلی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

با توجه به جدول ۸، در نمونه‌های شاهد بدون زنجبیل، بیشترین رشد میکروبی خارج از محدودهٔ استاندارد مشاهده می‌شود، که می‌توان نتیجه گرفت زنجبیل اثر مهمی بر میکروب‌کشی محصول به خصوص کپک و مخمر داشته است.

ارزیابی بافتی

نتایج آزمون بافت نمونهٔ حاوی ۵ درصد ژلاتین و ۸۰ درصد کنسانترهٔ انگور (نمونه CG6)، که بالاترین امتیاز پذیرش کلی و صفات رنگ را با تجزیه دستگاهی به‌دست آورده و فاقد رشد میکروبی است، نشان داد که این نمونه دارای این ویژگی‌هاست: سختی ۲±۳۲۴۷ گرم، پیوستگی ۰/۰۵±۰/۸۲، چسبندگی ۰/۱±۳/۳ میلی ژول، حالت صمغی ۳±۲۸۷۶ گرم، قابلیت جویدن ۰/۵۴±۹۰/۹۳ میلی ژول، الاستیسیته ۰/۰۲± ۳/۵۴ میلی‌متر و کشسانی ۰/۰۳±۱/۵۹ میلی‌متر. پژوهش‌های مارفیل و همکاران (Marfil *et al.*, 2012) در خصوص ویژگی‌های بافتی و ساختاری پاستیل حاوی نشاستهٔ ذرت و ژلاتین، نشان می‌دهد که ژلاتین نقش مهمی در تمام پارامترهای بافت مورد مطالعه داشته است. تحقیقات رضایی و همکاران (Rezaee *et al.*, 2011) نیز نشان می‌دهد ژلاتین تأثیر معنی‌دار مثبتی در افزایش پیوستگی بافت پاستیل آلو داشته است.

جدول ۸- نتایج آزمون میکروبی نمونه‌های پاستیل شاهد فاقد زنجبیل

ویژگی‌ها	GC1*	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7	GC8	GC9	حداکثر مجاز در هر گرم
باکتری اسید لاکتیک	>۱۰	>۱۰	۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	<۱۰
باکتری مقاوم به اسید	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	<۱۰
کپک	>۱۰	<۱۰	<۱۰	>۱۰	>۱۰	۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	<۱۰
مخمر	>۱۰	<۱۰	<۱۰	>۱۰	>۱۰	۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	<۱۰
آنتروباکتریاسه	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	>۱۰	<۱۰
اشریشیا کلی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

مقامی کیا و همکاران (Maghami Kia *et al.*, 2013) می‌گویند کنسانترهٔ انگور به جای قند اینورت در پاستیل شیر سویا موجب کاهش پیوستگی بافت شده است. مارفیل و همکاران (Marfil *et al.*, 2012)، اثر ژلاتین بر چسبندگی پاستیل حاوی نشاستهٔ ذرت و ژلاتین را بیشتر از اثر نشاستهٔ ذرت در غلظت‌های مساوی گزارش کرده‌اند. ژلاتین نقش اصلی را در سفتی بافت و در نتیجه افزایش حالت صمغی داشته است. هرنانددس و همکاران (Hernández *et al.*, 1999) تأثیر میزان ژلاتین بر قابلیت جویدن بافت را مستقیم و معنی‌دار ارزیابی کردند. مارفیل و همکاران (Marfil *et al.*, 2012) تفاوت معنی‌داری در الاستیسیتهٔ نمونه‌های پاستیل حاوی درصدهای مختلف نشاستهٔ ذرت و ژلاتین مشاهده نکردند. مارفیل و همکاران (Marfil *et al.*, 2012) در مطالعه پاستیل حاوی نشاستهٔ ذرت و ژلاتین می‌گویند در غلظت‌های مساوی اثر ژلاتین بر کشش‌پذیری پاستیل کمتر است تا اثر نشاستهٔ ذرت.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد با افزایش ژلاتین، *L (شفافیت) نمونهٔ پاستیل کاهش و *a (قرمزی) و *b (زردی) نمونه‌ها افزایش می‌یابد و افزایش کنسانترهٔ انگور تأثیر مستقیمی بر افزایش قرمزی نمونه‌ها دارد ($p<0/01$). میزان ژلاتین ۳/۰۱ درصد و کنسانترهٔ انگور ۶۰ درصد به عنوان بهترین شرایط فرمولاسیون برای رنگ پاستیل تعیین شده است. در آزمون میکروبی دیده شده که باکتری‌های اسید لاکتیک، باکتری‌های مقاوم به اسید و آنتروباکتریاسه، رشدی اندک (<۱۰) در نمونه‌های پاستیل زنجبیلی داشته‌اند. همچنین هیچ رشدی از کپک و مخمر در نمونه‌ها مشاهده نشده است. در نمونه‌های فاقد زنجبیل (شاهد)، بیشترین رشد میکروبی (بالاتر از حد مجاز) مشاهده شد که نشان دهندهٔ اثر ضد میکروبی قوی زنجبیل در پاستیل زنجبیلی است.

با استفاده از روش PCA، ارتباط بین ویژگی‌های حسی مشخص و نشان داده شد که مزه و رنگ بیشترین تأثیر را برای ارزیابان حسی در پذیرش محصول داشته است به‌طوری که می‌توان با بهبود این پارامترها و کاهش حالت چسبندگی در فرمولاسیون پاستیل، به پذیرش کلی بالایی دست پیدا کرد. بالاترین امتیاز پذیرش کلی به نمونهٔ GC6، حاوی ۵ درصد ژلاتین و ۸۰ درصد کنسانترهٔ انگور، داده شد.

مراجع

Abbasi, S., Mohammadi, S. and Rahimi, S. 2011. Replacing part of gelatin with Persian gum and using frankincense for the production of functional gummy candy. Iranian Journal Bio Systems Engineering. 42(1): 131-121. (in Persian)

Azimi, N., Mortazavi, A. and Basiri, Sh. 2014. Effect of various concentrations of guar gum and gelatin on the moisture content and water activity of the fruit gummy candies based on white berries. The 22th International Congress on Food Technology. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 1-4. (in Persian)

Boland, A.B., Buhr, K., Giannouli, P. and Van Ruth, S.M. 2004. Influence of gelatin, starch, pectin and artificial saliva on the release of 11 flavour compounds from model gel systems. Food Chemistry. 86(3): 401-411.

Burg, J. C. 1998. Generating yummy gummies. Design Elements. Food Prod Design Online.

Demars, L. and Ziegler, G. 2001. Texture and structure of gelatin- pectin based gummy confections. Food Hydrocolloid. 15(4-6): 643-653.

Fatahi, A., 2017. Apricot gummy candy production and study of water activity and color characteristics, texture and its acceptance. Iranian Journal Food Science Technology. 14 (68): 27-35. (in Persian)

Fatemi, H. 2008. Food Chemistry. Entrshar Stock Company, Tehran. (in Persian)

Fiuzy, B., Mazaheri Tehrani, M. and Khazaiy Pool, A. 2014. Formulation of date jelly product and condensed whey and its physicochemical and sensory properties. Iranian Food Science and Technology Research. 12(1): 78-61. (in Persian)

Gaspar, C., Laureano, O. and Sousa, I. 1998. Production of reduced-calorie grape juice jelly with gellan, xanthan and locust bean gums: sensory and objective analysis of texture. European Food Research Technology. 206(3): 169-174.

Gómez-Guillén, M.C., Giménez, B., López-Caballero, M.A. and Montero, M.P. 2011. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. Food Hydrocolloids. 25(8): 1813-1827.

Harati Farzaghi, M., Sharifi, A. and Estiri, S H. 2017. Optimization of the production process of the functional Gummy candy from the fruit of barberry without seeds by the response surface method. Iranian Journal Food Science Technology. 9(1): 9-10. (in Persian)

Hernández, M. J., Durán, L., and Costell, E. 1999 Influence of composition on mechanical properties of strawberry gels. Compression test and texture profile analysis. Food Science and Technology International, 5(1): 87-79.

Johnston-Bank, S.F.A. 1990. Gelatin. In P. Hrris, (Ed). Food Gels. Elsevier Sci. Publishers LTD, London and New York. 233-289.

Kopuzlu, S., Onenc, A., Bilgin, O. C. and Esenbuga, N. 2011. Determination of meat quality through principal components analysis. Journal Animal & Plant Science. 21: 151-156.

Khalilian, S., Shahidi, F., Elahi, M., Mohebbi, M., Sarmad, M. and Roshan Nejad, M. 2011. Effect of various concentrations of pectin and xanthan on sensory properties and water activity of fruit gummy candy based on puree cantaloupe. Iranian Food Science Technology Research Journal. 7(3): 200-209. (in Persian)

Khazaiy Pool, A., Shahidi, B., Mortazavi, A. and Mohebbi, M. 2013. Formulation of kiwi gummy candy and effects of different concentrations of agar and guar on moisture content and texture and sensory properties. Iranian Food Science Technology Research Journal. 10(1): 27-37. (in Persian)

Lewis, A., Gonzalez, V., Lloyd, A., Hall, B., Tang, Y., Willis, S., Laura, C. and Stratford, P. 2006. In vitro characterization of a drug-delivery device for transarterial chemoembolization. Journal of Vascular and Interventional Radiology. 17(2): 335-342.

Maghami Kia, H., Khalilian, S. and Mohammadi, A. 2013. The possibility of using natural sweetener (graps concentrate white and red) in the formulation of soy bean. The 21st Congress of Iranian Food Science and Technology. Shiraz University. 1-5. (in Persian)

Marfil, P., Anhê, A. and Telis, V. 2012. Texture and microstructure of gelatin/corn starch-based gummy confections. Food Biophysics. 7(3): 236–243.

Mohammadi Akbarabadi, A. and Abbasi, S. 2017. Feasibility for production low calorie gummy candy using inulin and stevioside. Iranian Journal Food Science Technology. 14(69): 319-329. (in Persian)

Mojaverian, S. P., Raftani Amiri, Z. and Shahiri Tabarestani, H. 2017. Optimization of ginger gummy confection formulation based on chicken feet and grap concentrate using response surface methodology (RSM). Iranian Journal Food Science Technology. 15(82): 319-334.

Norziah, M., Rashima Romli, S. and Ahmad, M. 2015. Influences of red pitaya fruit puree and gelling agents on the physicomechanical properties and quality changes of gummy confections. Iranian Journal Food Science Technology. 50(2): 331–339.

Rezaee, R., Shahidi, F., Elahi, M., Mohebi, M. and Nasiri, M. 2011. Plum texture profile analysis, sensory and instrumental methods and formulation optimization. Iranian Journal Food Science Technology. 8(1): 30-39. (in Persian)

Rezaee Zade, A., and Raftani Amiri, Z. 2016. Extraction and characteristics gelatin of chicken feet and its application in cantaloupe Jelly. Iranian Food Science Technology Research Journal. 13(2): 322-333. (in Persian)

Sadeghi, F., Shahidi, F., Kouchaki, A. and Mohebbi, A. 2016. Almonds gummy candy formulations (Mac gels) on sensory properties, texture, color parameters and water activities. Iranian Journal Food Science Technology. 13(50): 207-218. (in Persian)

Schrieber, R. and Gareis, H. 2007. Gelatine Handbook: Theory and Industry Practice. Hardcover 50: 348-390.

Standard and Industrial Research of Iran Institute. 2013. Microbiology of Dessert and Jelly Products - Features and Methods of Testing, National Iranian Standard, No. 17983, First Edition.

Shahidi, B., Kalantari, M. and Boustani, S. 2015. The effect of replacing sucrose with grape sap on the physical properties of sponge cake. Iranian Food Science Technology Research Journal. (1): 99-105. (in Persian)

Shahidi, F., Khalilian, S., Mohebi, M. and Fathi, M. 2011. Apple bean formulation and evaluation of different formulas based on sensory characteristics and water activities. Iranian Food Science Technology Research Journal. 7(2): 129-136. (in Persian)

Shyni, K., Hema, G., Ninan, G., Mathew, S., Joshy, C. and Lakshmanan, P. 2014. Isolation and characterization of gelatin from the skin of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis), dog shark (Scoliodon sorrakowah) and rohu (Lebeo rohita). Food Hydrocolloids. 39: 68-76.

Stoilova, I., Krastanova, A. and Styanova, A. 2007. Antioxidant activity of ginger extract. Development and characterization of a carbonated ginger drink. Journal of Food Chemistry. 102(3): 764-770.

Zhang, M., Tao, Q., Li, H. and Wang, G. 2002. Effect of temperature control and high humidity on the preservation of JUFENG grapes grophysics. 12: 277 – 287.

Sensory Parameters Evaluation of Ginger Gummy Confection by Surface Response Methods and Principal Components Analysis

S.P. Mojaverian, Z. Raftani Amiri* and H. Shahiri Tabarestani

*Corresponding Author: Associated Professor of Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran. Email: zramiri@gmail.com
Received: 10 June 2018, Accepted: 20 April 2019

Abstract

In this study, the effects of different levels of chicken feet gelatin (3, 5 and 7%) and different levels of grape concentrates (60, 70 and 80%), as a natural sweetener, on the color parameters of ginger gummy confection were evaluated, using response surface methodology and sensory test results, as well as the principal component analysis. The microbial test of gummy confection samples was performed according to standards. Decrease in L* (transparency) of the gummy confection and increase in a* (redness) and b* (yellowness) levels occurred when the levels of gelatin increased, but an increase in grape concentrates had a direct positive effect on the redness parameters of the samples ($p<0.01$). Levels of gelatin and grape concentrates, 3.01 and 60% respectively, have been found the best formulation for the gummy confection. In the microbial tests, growths were observed in lactic acid bacteria, acid-resistant bacteria and antibiotic resistance bacteria in GC1 (3% gelatin and 60% grape concentrate), GC4 (5% gelatin and 60% grape concentrate) and GC7 (7% gelatin and 60% grape concentrate), and no growth was observed in the other samples. No growth of mold and yeast occurred in any of the samples. However, in non-ginger (control) samples, the highest microbial growth (above the limit) was observed, indicating a strong antimicrobial effect of ginger. Sensory test results showed that GC6 (5% gelatin and 80% grape concentrate) had the highest overall acceptance. Principal component analysis method also showed that the overall acceptance of the samples is related to the color, taste and stickiness of samples. It is possible to achieve a high overall acceptance by improving the color, tasting and reducing the stickiness of the ginger gummy confection.

Keywords: Gelatin of Chicken Feet, Grape Concentrate, Sensory Properties