

## بهینه‌سازی فرمولاسیون پاستیل زنجبیلی بر پایه ژلاتین پای مرغ و کنسانتره انگور به روش سطح پاسخ (RSM)

سیده پرستو مجاوریان<sup>۱</sup>، زینب رفتنی امیری<sup>۲\*</sup>، هدی شهیری طبرستانی<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

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

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۰۵)

### چکیده

پاستیل‌ها به عنوان یکی از تنقلات محبوب در میان وعده‌های غذایی مردم به‌ویژه کودکان، از جایگاه ویژه، با ثبات و در حال رشدی در صنعت قنادی برخوردار هستند. در این فراورده هیدروکلوئیدها بویژه ژلاتین و مواد قندی از مهمترین ترکیبات تشکیل دهنده فرمولاسیون محسوب می‌شوند. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر سطوح مختلف ژلاتین پای مرغ (۳، ۵ و ۷ درصد) و کنسانتره انگور (۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد) به عنوان شیرین کننده طبیعی بر میزان رطوبت، فعالیت آبی، ویژگی‌های بافتی پاستیل بر پایه زنجبیل با استفاده از روش رویه پاسخ بوده است. بر اساس نتایج آنالیز واریانس با افزایش غلظت ژلاتین پای مرغ، فعالیت آبی پاستیل فراسودمند زنجبیلی بطور معنی‌دار ( $p < 0/01$ ) کاهش یافت؛ در حالی که در همین شرایط پارامترهای بافتی شامل سختی، پیوستگی، چسبندگی، کشش‌پذیری، قابلیت جویدن، حالت صمغی و الاستیسیته بهبود معنی‌داری نشان داده‌اند ( $p < 0/01$ ). اثر کنسانتره انگور بر تغییرات میزان بریکس، فعالیت آبی و پارامتر بافتی شامل سختی، صمغیت، قابلیت جویدن و کشش‌پذیری مستقیم و معنی‌دار بوده است. غلظت ژلاتین و کنسانتره انگور اثر معنی‌داری بر رطوبت پاستیل فراسودمند نداشته است ( $p > 0/05$ ). میزان ژلاتین ۴/۹۵ درصد و کنسانتره انگور ۸۰ درصد به عنوان بهترین شرایط فرمولاسیون پاستیل تعیین شد. در شرایط بهینه مشترک، تفاوت معنی‌داری بین مقادیر پیش‌بینی شده مدل و آزمایش شده (حقیقی) وجود نداشت ( $p > 0/05$ ) و از نظر ارزیابان، پاستیل حاصل، دارای ویژگی‌های مطلوب پارامترهای کیفی بوده است.

**کلید واژگان:** پاستیل فراسودمند، ژلاتین پای مرغ، کنسانتره انگور، زنجبیل، بافت

\* مسئول مکاتبات: zramiri@gmail.com

**۱ - مقدمه**

با گسترش مزایای سلامتی بخش ترکیبات غذایی فراسودمند، بازار این دسته از فراورده‌های غذایی به سرعت در حال رشد است [۱]. مواد غذایی فراسودمند در ظاهر شبیه غذاهای معمولی مورد مصرف در رژیم غذایی می‌باشند ولی علاوه بر تأمین نیازهای تغذیه‌ای ساده، نقش فیزیولوژیکی و سلامت بخش نیز ایفا می‌کنند [۲]. زنجبیل با نام علمی *Zingibar officinale* بدلیل عطر و طعم مطلوب و خواص ضدباکتریایی، ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی در صنایع غذایی و داروسازی اهمیت فراوانی دارد [۳]. پاستیل رایج در بازار فراورده‌ای است که حاوی نسبت بالایی از ساکارز و شربت گلوکز، همراه با اجزاء ژل کننده مانند نشاسته، ژلاتین، پکتین، اسید، طعم دهنده و رنگ می‌باشد [۴] و ماهیتی کاملاً مصنوعی دارد [۵]. با تمام فوایدی که ساکارز به عنوان یک شیرین‌کننده با ویژگی‌های عملکردی ممتاز در صنایع قنادی و تغذیه دارد، به دلیل عوارض جانبی نامطلوب ناشی از مصرف بالای، پژوهش‌های روز افزونی جهت جایگزینی مناسب شکر با سایر شیرین‌کننده‌ها در دست انجام است [۶]. انتخاب یک شیرین‌کننده مناسب که بتواند ضمن حفظ کیفیت محصول، به خوبی جایگزین شکر شود و ویژگی‌های کیفی محصول را نیز در طول دوره نگهداری تغییر ندهد امری بسیار مهم بویژه در سلامت جامعه محسوب می‌شود. استفاده از کنسانتره‌ها از جمله کنسانتره انگور که از تغلیظ آب انگورتا بریکس ۶۵ بدست می‌آید به عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی در مقایسه با ساکاروز مزایای متعددی دارد. از جمله این موارد می‌توان به ایجاد مزه و آرومای مناسب، قدرت شیرین‌کنندگی بالاتر (۲۰ درصد) نسبت به ساکاروز، کالری کمتر (۲۵ درصد)، اندیس گلیسمیک پایین‌تر، وجود ترکیبات فنولی بالا و داشتن فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی در شیره انگور اشاره داشت [۷۸]. در میان عوامل ژل کننده بر پایه پروتئین، ژلاتین با توجه به خواص عملکردی متنوع به‌ویژه

بافت‌دهندگی، تشکیل ژل، کف‌کنندگی، تثبیت‌کنندگی و امولسیون‌کنندگی بیشتر در ساخت پاستیل یا ژله‌ها استفاده می‌شود [۹]. ژلاتین ترکیب غذایی پروتئینی خالص با وزن مولکولی بالا و خواص عملکردی با ارزش است که از دنا‌توراسیون حرارتی کلاژن بدست می‌آید. ژلاتین ژل‌های برگشت پذیر حرارتی را تشکیل می‌دهد و نقطه ذوب ژل ژلاتین معمولاً پایین‌تر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این ویژگی به فراورده‌های ژلاتینی، خواص ارگانولپتیکی بی‌نظیر و آزاد سازی طعم مطلوبی را می‌بخشد. مواد خام مورد استفاده در تولید ژلاتین در مقیاس بالا و بصورت تجاری به دلیل دسترسی به کیفیت مورد انتظار، کلاژن خوک و گاو می‌باشند. در سال‌های اخیر مواد خام ماهی و طیور نیز به عنوان مواد اولیه جدید مطرح شده‌اند که عمدتاً جهت تأمین نیاز گروهی از مصرف‌کنندگان با مذاهب خاص تولید می‌شوند و در حال حاضر بازار کوچکی را در بر می‌گیرند. اما با در نظر گرفتن تولید زیاد مرغ در جهان، محصولات جانبی آن از جمله پوست و پای مرغ نیز می‌تواند منبع مناسبی در استخراج ژلاتین باشد. امکان استحصال ژلاتین از ضایعات کشتارگاه مرغ [۱۰] و بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی ژلاتین حاصل از باقیمانده غیر استخوانی مرغ [۱۱] و پای مرغ [۱۲] نیز گزارش شده است.

اخیراً پژوهش‌هایی در رابطه با تولید و فرمولاسیون پاستیل‌های میوه‌ای بر پایه پوره میوه‌جات توسط شهیدی و همکاران [۱۳]، خلیلیان و همکاران [۱۴]، رضایی و همکاران [۱۵]، خزایی پول و همکاران [۱۶]، مقامی‌کیا و همکاران [۱۷]، فیوضی و همکاران [۱۸]، عباسی و همکاران [۱۹]، محمدی اکبرآبادی و عباسی [۲۰]، فاتحی [۲۱]، هراتی و همکاران [۲۲]، دمارس و زیگلر [۲۳]، مارفیل و همکاران [۴] و نوریزا و همکاران [۲۴] صورت پذیرفته است. در این پژوهش‌ها از پوره سیب، کدو حلوائی، طالبی، آلو، کیوی، خرما، زرد آلو، زرشک بی‌دانه و میوه پیتایا

به به محلول هیدروکلریک اسید ۰/۵ نرمال اضافه و به مدت ۲ ساعت با همزن میکائیکی (مدل St11، شرکت پارس آزما) مخلوط شد. سپس تفاله اسیدی با آب مقطر شستشو داده شده تا از اسیدی بودن تفاله کاسته شود. پس از شستشو تفاله با نسبت ۱:۱۶/۱۲ با آب مقطر تحت حرارت بن‌ماری (مدل ممرت، ساخت آلمان) در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت با همزن میکائیکی همزده شد. بعد از فیلتر شدن ژلاتین بدست آمده، آن را با سود ۱ نرمال به pH ۷ رسانیده و بعد از جدا کردن مایع شفاف رویی در آون (مدل ممرت، ساخت آلمان) خشک و به صورت پودر در کیسه‌های پلاستیکی غیر قابل نفوذ به رطوبت (زیپ کیپ) در فریزر نگهداری شد [۱۲].

#### ۲-۲-۱- آنالیز تقریبی ژلاتین استخراج شده

آنالیز تقریبی ترکیبات ژلاتین از نظر میزان، خاکستر، چربی و پروتئین به ترتیب با استفاده از استاندارد AOAC به شماره‌های ۹۵۰/۴۶، ۹۰۰/۲، ۹۲۰/۳۹، ۹۲۸/۰۸ اندازه‌گیری شد [۲۵]. فاکتور تبدیل نیتروژن مورد استفاده برای ژلاتین ۵/۵ در نظر گرفته شده است.

#### ۲-۲-۲- تعیین مقاومت ژل ژلاتین

مقاومت ژل به روش گومزگلن و همکاران (۲۰۰۲) و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (مدل CT3-10، بروکفیلد، آمریکا) تعیین شد. بدین منظور ابتدا پودر ژلاتین به نسبت ۶/۶۷٪ (w/v) در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد با آب مقطر محلول شده و به ظروف اندازه‌گیری تحت صاف ۱۲۵ میلی‌لیتری (۵۵ میلی‌متر ارتفاع × ۵۰ میلی‌متر قطر) منتقل شد و به مدت ۱۷ ساعت در یخچال دوره رسیدگی را طی کرد. پس از دوره رسیدگی قدرت ژل براساس بلوم تحت شرایط دستگاهی (پیستون استوانه‌ای تفلونی با قطر ۱۲/۷ میلی‌متر؛ عمق نفوذ ۳ میلی‌متر و سرعت نفوذ ۱ mm/s) اندازه‌گیری شد [۲۶].

قرمز به همراه هیدروکلریک‌های مختلف از جمله نشاسته، نشاسته ذرت، پکتین، زانتان و ژلاتین و شیرین کننده‌های مختلف از جمله کنسانتره انگور، اینولین و استویوزید بکار رفته و بافتی مشابه پاستیل‌های رایج در بازار تولیدی از ژلاتین و شیرین‌کننده به همراه افزودنی‌های مصنوعی گزارش شده است. پاستیل‌های فراسودمند تولیدی از لحاظ ارزش تغذیه‌ای، سلامت‌بخشی و پذیرش با نوع رایج در بازار قابل رقابت بودند.

از آنجا که دستیابی به شرایط فرآوری بهینه محصولات با کیفیت یک مسئله کلیدی محسوب می‌شود، روش‌های متفاوتی برای رسیدن به این هدف وجود دارد که در این میان، روش‌های آماری نظیر روش سطح پاسخ از کارایی بالاتری در ارزیابی کارایی تولید محصولات برخوردار می‌باشد. در این پژوهش اثر سطوح مختلف ژلاتین پای مرغ (۳، ۵، ۷ درصد) و کنسانتره انگور (۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد) به عنوان شیرین کننده طبیعی بر میزان رطوبت، فعالیت آبی، ویژگی‌های بافتی بر پایه زنجبیل با استفاده از روش رویه پاسخ مورد ارزیابی قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد اولیه

پای مرغ از کارخانه طیور مازندران- ساری، پودر عصاره زنجبیل بصورت آماده از شرکت مگنولیا- تهران و کنسانتره انگور سفید از شرکت کشت و صنعت نوشین خوی، روغن آفتابگردان لادن، مواد شیمیایی و حلال‌های مورد استفاده با درجه خلوص تجزیه‌ای بوده و از شرکت مرک خریداری شدند.

### ۲-۲- استخراج ژلاتین از پای مرغ

ژلاتین پای مرغ به روش اسیدی مطابق روش رضایی زاده و امیری (۱۳۹۵) استخراج شد. پای مرغ قطعه شده بعد از شستشو

### ۲-۳- تهیه پاستیل

جهت تولید و بهینه‌سازی پاستیل زنجبیلی نخست بر اساس آزمایش‌های مقدماتی، دامنه تغییرات فاکتورها برای ژلاتین و کنسانتره انگور انتخاب شدند. جهت تولید پاستیل طبق روش اصلاح شده خزائی پور و همکاران [۱۶] اجزای فرمولاسیون به نسبت‌های مشخص توزین شدند. عصاره زنجبیل با کنسانتره انگور در محدوده دمایی  $90 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد در حرارت غیر مستقیم حمام آبی ضمن اعمال حرارت مخلوط شده و در مرحله بعد ژلاتین در دمای  $55 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد به شکل محلول در آمده و به مخلوط مورد نظر اضافه شد. pH و بریکس مخلوط ژل آماده قبل از قالب‌گذاری به ترتیب، توسط pH متر (مدل جنوی، انگلستان) و رفاکتومتر دستی (مدل آتاگو N50 E، ساخت ژاپن) اندازه‌گیری شد. ژل نهایی درون قالب‌هایی که از قبل با روغن آفتابگردان چرب شده‌اند و از جنس پلی‌پروپیلن به طول و عرض و ارتفاع  $1 \times 2 \times 2/5$  سانتی‌متری باشند، ریخته و سپس قالب‌ها به مدت ۳-۲ ساعت درون یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد جهت بستن ژل قرار گرفتند. سپس ژل حاصل از قالب‌ها خارج شده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۴ درجه سانتی‌گراد در آن خشک شدند و تا زمان انجام آزمایش در دمای محیط  $25 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد در داخل کیسه‌های زیپ کیپ نگهداری شدند.

### ۲-۳-۱- رطوبت و فعالیت آبی پاستیل

اندازه‌گیری رطوبت نمونه‌ها با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۲ انجام شد و فعالیت آبی با دستگاه aw متر (مدل lab master، نواسینا، سوئیس) صورت گرفت [۵].

### ۲-۳-۲- پارامترهای بافتی

برای سنجش سختی، پیوستگی، الاستیسیته (فنریت)، قابلیت جویدن، کشش‌پذیری، حالت صمغی و چسبندگی نمونه‌های پاستیل با ابعاد گفته شده، از دستگاه آنالیز بافت (بروکفیلد،

مدل CTE-10، آمریکا) به روش TPA استفاده شد. در این آزمایش هر یک از نمونه‌ها در دو سیکل رفت و برگشتی، توسط پروب سیلندری صفحه گرد با قطر ۳ سانتی‌متر، سرعت حرکت پروب ۶۰ میلی‌متر بر دقیقه و نیروی ۵ گرم تا ۳۰ درصد ارتفاع اولیه نمونه فشرده شد و سپس فشارزدایی شدند [۵].

### ۲-۳-۳- ویژگی‌های حسی

در این پژوهش آزمون حسی نمونه بهینه با قضاوت ۱۰ داور آموزش دیده انجام شد. به منظور ارزیابی نمونه از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (عدد ۱ بسیار نامطلوب-عدد ۵ بسیار مطلوب) استفاده گردید. تعداد ۷ صفت حسی در سه گروه ویژگی‌های رنگی، طعمی (شامل طعم، آروما، رطوبت ناحیه مرکزی (احساس خیسی مرکز بافت نمونه حین جویدن) و بافتی (شامل سفتی، قابلیت جویدن، لاستیکی، چسبناکی) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در نهایت، پذیرش کلی نمونه نیز مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۶].

### ۲-۴- طرح آماری

کلیه آزمایشات مربوط به ژلاتین پای مرغ استخراجی و پاستیل تولیدی در سه تکرار انجام و داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش شدند. به منظور بهینه‌سازی شرایط فرمولاسیون پاستیل زنجبیلی از طرح مرکب مرکزی ۴ ثابت (آلفا=۱) در طراحی آزمایشات استفاده شد. متغیرهای مستقل در سه سطح شامل ژلاتین پای مرغ در سطوح ۳ تا ۷ درصد و کنسانتره انگور در سطوح ۶۰ تا ۸۰ درصد بودند و برای هر یک از متغیرها، میزان رطوبت، فعالیت آبی و ویژگی‌های بافتی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین وجود اختلاف معنی‌دار سطح اطمینان ۹۵٪ در نظر گرفته شد. مدل چند متغیره در نظر گرفته شده برای هر متغیر وابسته به صورت زیر بوده که اثر اصلی و متقابل فاکتورها را بر روی هر متغیر جداگانه بیان می‌کند.

پاستیل زنجبیلی به صورت مقادیر پاسخ در طرح مرکب مرکزی در جدول ۱، نشان داده شده است. دستورالعمل RSREG<sup>۵</sup> در نرم افزار Design Expert به منظور برازش معادله چند جمله‌ای درجه دوم برای داده‌های آزمایشی استفاده شد. تمام ضرایب ساده، درجه دوم و اثرات همزمان آن‌ها برای بررسی معنی‌دار بودن با آزمون t محاسبه و ضرایب برآورد شده برای مدل‌های رگرسیونی هر یک از غلظت ژلاتین پای مرغ و میزان کنسانتره انگور بر ویژگی‌های پاستیل زنجبیلی در جدول ۲، ۳ و ۴ آورده شده است. بر اساس آنالیز واریانس که برای کنترل معنی‌داری مدل، اثرات متغیرها و ارزیابی تناسب برازش بکار می‌رود، تمام مدل‌های سطح پاسخ پیش‌بینی شده بجز پاسخ رطوبت از نظر آماری معنی‌دار بودند ( $p > 0/05$ ). فاکتورهایی که از نظر آماری معنی‌دار بودند ( $p < 0/05$ ) در معادله نهایی قرار گرفتند. معنی‌داری مدل، معنی‌دار نبودن مقادیر عدم برازش ( $p > 0/05$ )، مقادیر نسبتاً بالای  $R^2$  و  $R^2$  تعدیل شده، پایین بودن ضریب تغییرات همگی تایید کننده مدل پیش‌بینی تغییرات مشاهده شده در خواص پاستیل زنجبیلی تحت اثر غلظت ژلاتین و کنسانتره انگور در فرمولاسیون می‌باشد (جدول ۲). با استفاده از پروفایلر پیشگویی کننده<sup>۶</sup> در نرم افزار آماری Design Expert بهینه سازی برای pH (۳/۳۰-۳/۴۷)، بریکس (بیشینه ۵۸/۱)، فعالیت آبی (حد مطلوب ۰/۶۵)، ویژگی‌های بافت اعم از سختی (بیشینه ۳۲۴۷ گرم)، پیوستگی (بیشینه ۰/۸۲ گرم)، چسبندگی (بیشینه ۳/۳ میلی‌ژول)، حالت صمغی (بیشینه ۲۸۷۸ گرم)، قابلیت جویدن (بیشینه ۹۰/۹۳ میلی‌ژول)، الاستیسیته (بیشینه ۳/۵۴ میلی‌متر) و کشسانی (بیشینه ۱/۷۰ میلی‌متر) انتخاب و تنظیم شدند. بهترین شرایط تولید پاستیل در مطلوبیت حداکثر (۰/۹۱۶) و مقادیر ۴/۵۹ درصد ژلاتین و ۸۰ درصد کنسانتره انگور تعیین گردید.

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_{ii} X_i X_i + \sum \beta_{ij} X_i X_j$$

در مدل مذکور  $\beta_0$  عرض از مبدا،  $\beta_i$  ضریب رگرسیون خطی فاکتور  $X_i$ ،  $\beta_{ii}$  ضریب رگرسیون درجه دوم فاکتور  $X_i$ ،  $\beta_{ij}$  اثر متقابل فاکتور  $X_i$  و فاکتور  $X_j$  و  $Y$  متغیر وابسته می‌باشد. از نرم افزار Design Expert نسخه ۷ برای بهینه‌سازی سطح پاسخ استفاده شد. نتایج ارزیابی حسی نمونه بهینه پاستیل زنجبیلی به صورت میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ مورد مقایسه قرار گرفتند.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی ژلاتین پای مرغ

بر اساس آنالیز تقریبی ژلاتین پای مرغ مقدار پروتئین ژلاتین پای مرغ  $82/66 \pm 0/87$  درصد، میزان چربی  $3 \pm 0/1$  درصد، خاکستر  $0/92 \pm 0/05$  درصد تعیین شد. قدرت ژل ژلاتین پای مرغ  $542/83 \pm 0/83$  گرم بدست آمد که در مقایسه با دیگر منابع تجاری شامل ژلاتین گاو (۲۲۹ گرم)، خوک (۲۲۷ گرم) و ژلاتین ماهی (تیلاپیا ۱۸۱ گرم، اسب ماهی ماکرل ۱۸۰ گرم، Sin croaker و Shortfin scad به ترتیب ۱۲۵ و ۱۷۷ گرم) [۲۷]، قدرت ژل بالاتری نشان داد.

#### ۳-۲- بررسی اثرات ژلاتین پای مرغ و کنسانتره انگور بر کیفیت پاستیل زنجبیلی

۳-۲-۱- بررسی مدل‌های برازش شده و آنالیز واریانس با توجه به شرایط تعیین شده نتایج به دست آمده از آزمون‌های

5. Response Surface Regression  
6. Predicted profiler

**Table 1** Central composite faced design and responses of dependent variables

Treatment No.	Factors		Response			
	Gelatin (%)	Concentrate (%)	pH	Brix	aw	RH (%)
1	7	80	3.43	58	0.62	15.4
2	7	60	3.73	48	0.63	19.9
3	3	70	3.46	56	0.68	22.8
4	5	70	3.44	56	0.64	21.1
5	5	70	3.46	57	0.63	21
6	3	80	3.44	58	0.68	21.9
7	5	70	3.38	56	0.63	21.1
8	5	70	3.44	56	0.64	21
9	7	70	3.47	57	0.62	21.1
10	3	60	3.3	46	0.71	23.1
11	5	60	3.35	47	0.65	21.4
12	5	70	3.44	56	0.64	21.1
13	5	80	3.47	58	0.63	20.1

**Table 1** Central composite faced design and responses of dependent variables (Continue)

Treatment No.	Factors			Response					
	Gelatin (%)	Concentrate (%)	Hardness (g)	Cohesiveness	Adhesiveness (mj)	Gumminess (g)	Chewiness (mj)	Springiness (mm)	Stringiness (mm)
1	7	80	4160	0.9	1	3435	104	3.5	0.77
2	7	60	3374	1	3	2794	94.4	2.9	1.06
3	3	70	2289	0.8	1.1	1825	54.6	3.1	1.1
4	5	70	31100	0.9	4.9	2653	87.7	3.5	1.48
5	5	70	3000	0.9	4.5	2593	84.2	3.5	1.33
6	3	80	2587	0.7	1.6	2236	69.5	3.2	1.7
7	5	70	2983	0.9	4	2508	84	3.3	1.2
8	5	70	3006	0.9	4.9	2620	85	3.4	1.4
9	7	70	3665	0.9	2.1	3082	98.6	3.1	0.61
10	3	60	1843	0.8	1.2	1580	46.8	3	1.16
11	5	60	2244	0.9	3.9	2055	73.2	3.4	1.76
12	5	70	3203	0.9	5	2687	85	3.5	1.4
13	5	80	3247	0.8	3.3	2876	90.9	3.5	1.59

**Table 2** Analysis of variance (ANOVA) for the response surface model of Chemical properties

Source	pH			aw			Brix		
	df	Coefficient	p	df	Coefficient	p	df	Coefficient	P
model	2		<0.0013***	5		<0.0001***	5		<0.0001***
B.		3.44			0.64			56.27	
A*					-0.034	$5.500 \times 10^3$		0.53	<0.0001***
B*		0.053	0.001***		-0.011	<0.0001***		5.5	<0.0001***
A <sup>2</sup>					0.015	0.0004***		0.2	0.075 <sup>NS</sup>
B <sup>2</sup>		-0.048	0.015**		$7.086 \times 10^3$	0.0006***		-4.1	<0.0001***
A*B					$5.500 \times 10^3$	0.0331**		-0.35	0.003***
Residual	10			7			7		
Lack of Fit	6		0.56 <sup>NS</sup>	3		0.321 <sup>NS</sup>	3		0.202 <sup>NS</sup>
Pure Error	4			4			4		
Cor Total	12			12			12		
R <sup>2</sup>		0.737			0.986			0.999	
Adj- R <sup>2</sup>		0.685			0.977			0.999	
Pr- R <sup>2</sup>		0.55			0.915			0.995	
cv		0.87			0.64			0.29	

\*\*\* (significant at 99%), \*\* (significant at 95%), NS (non significant)

**Table 3.** Analysis of variance (ANOVA) for the response surface model of texture

Source	Hardness			Cohesivness			Adhesivness			Chewiness		
	df	Coefficient	p	df	Coefficient	p	df	Coefficient	P	df	Coefficient	P
model	2		<0.0001***	3		<0.0001***	2		0.0002***	4		<0.0001***
B.		2977			0.86			4.35			84.45	
A*		746.7	<0.0001***		0.092	<0.0001***					21.07	<0.0001***
B*		422.2	<0.0001***		-0.04	<0.0001***					8.41	<0.0001***
A <sup>2</sup>					-0.02	<0.0001***		-2.68	<0.0001***		-6.04	0.002***
B <sup>2</sup>											-0.56	0.67 <sup>NS</sup>
A*B								0.6	0.06**		-3.16	0.02**
Residual	10			9			10			8		
Lack of Fit	6		0.1338 <sup>NS</sup>	5		0.64 <sup>NS</sup>	6		0.2 <sup>NS</sup>	4		0.13 <sup>NS</sup>
Pure Error	4			4			4			4		
Cor Total	12			12			12			12		
R <sup>2</sup>		0.956			0.998			0.919			0.991	
Adj- R <sup>2</sup>		0.947			0.997			0.878			0.984	
Pr- R <sup>2</sup>		0.928			0.995			0.845			0.946	
cv		4.81			0.48			17.33			2.6	

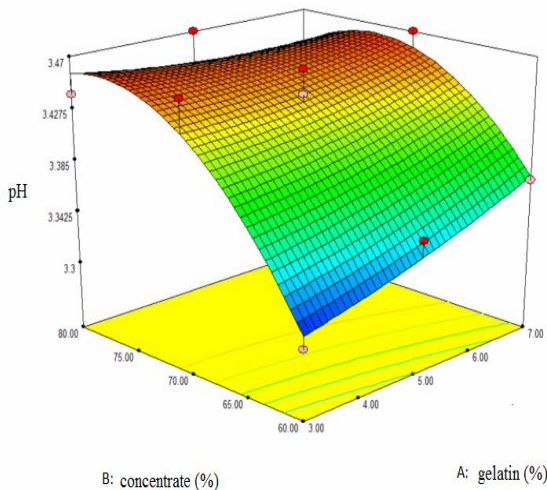
\*\*\* (significant at 99%), \*\* (significant at 95%), NS (non significant)

**Continue Table 3** Analysis of variance (ANOVA) for the response surface model of texture

Source	Gumminess			Striginess			Springiness		
	df	Coefficient	p	df	Coefficient	p	df	Coefficient	P
model	2		<0.0001***	5		0.0002***	5		0.0003***
B.		2534.2			1.36			3.45	
A		611.67	<0.0001***		-0.25	0.0005***		0.04	0.264 <sup>NS</sup>
B		353	<0.0001***		0.013	0.759 <sup>NS</sup>		0.15	0.0017***
A <sup>2</sup>					-0.5	<0.0001***		-0.32	0.0001***
B <sup>2</sup>					0.32	0.001***			
A*B					-0.21	0.005***		0.11	0.0299**
Residual	10			7			7		
Lack of Fit	6		0.212 <sup>NS</sup>	3		0.521 <sup>NS</sup>	3		0.63 <sup>NS</sup>
Pure Error	4			4			4		
Cor Total	12			12			12		
R <sup>2</sup>		0.9726			0.947			0.909	
Adj- R <sup>2</sup>		0.9671			0.909			0.864	
Pr- R <sup>2</sup>		0.9591			0.739			0.676	
cv		3.62			8.03			2.47	

\*\*\* (significant at 99%), \*\* (significant at 95%), NS (non significant)

### pH -۲-۲-۳



**Fig 1** Effect of gelatin and grape concentrate on pH

pH مخلوط ژل قبل از ریختن در قالب در محدوده ۳/۳ تا ۳/۴۷ بوده است. طبق نتایج جدول ۲، اثر خطی و درجه دوم کنسانتره بر تغییرات pH معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ). با توجه به شکل ۱ با افزایش غلظت ژلاتین میزان pH پاستیل افزایش کمی پیدا کرد ولی با افزایش غلظت کنسانتره انگور میزان pH نمونه‌ها با شیب بیشتری به میزان قابل توجهی افزایش یافت. pH کنسانتره انگور حدود ۴ و بالاتر از pH مخلوط ژل بوده است، لذا افزایش غلظت کنسانتره انگور از ۶۰ تا ۸۰ درصد در فرمولاسیون پاستیل احتمالاً موجب بالا رفتن pH نمونه پاستیل شد. مطابق گزارش فیوضی و همکاران (۱۳۹۳) pH فراورده ژله‌ای خرمای حاوی ژلاتین، زانتان و آب‌پنیر ۳/۴۱ تا ۳/۹۱ گزارش شده است [۱۸].



بریکس نمونه‌ها از ۴۶ تا ۵۸/۱ بود. طبق نتایج جدول ۲ اثر خطی ژلاتین، اثر خطی و درجه دوم کنسانتره و همچنین اثر متقابل ژلاتین و کنسانتره در سطح  $(p < 0.01)$  بر تغییرات بریکس معنی‌دار بودند. اثر ژلاتین و کنسانتره به تنهایی بر بریکس مثبت ولی اثر متقابل آنها منفی است که در شکل ۲ نشان داده شده است. افزایش غلظت کنسانتره انگور به تنهایی افزایش بیشتری در بریکس پاستیل در مقایسه با غلظت ژلاتین نشان داد. کنسانتره انگور در غلظت مورد استفاده در فرمولاسیون پاستیل به علت بالا بودن مواد جامد قابل حل در آن (بریکس ۶۵) تاثیر بیشتری در بالا بردن بریکس محلول فرموله داشته است. اثر متقابل این دو فاکتور منفی است به این معنی که با بالا رفتن غلظت ژلاتین در غلظت بالای کنسانتره، بریکس کاهش یافته و اثر منفی غلظت بالای ژلاتین بر بریکس در حضور غلظت بالای ژلاتین تشدید گردید. ژلاتین هیدروکلوئیدی پروتئینی است که در دماهای بالای ۳۵ تا ۴۵ درجه ساختار پیچیده آن باز و در آب محلول شده و موجب افزایش بریکس می‌شود. طبق اظهارات فیوضی و همکاران (۱۳۹۳) در فرآورده ژله‌ای خرما نیز در نسبت‌های ثابت آب پنیر، با افزایش ژلاتین و زانتان بریکس فرآورده ژله‌ای خرما به دلیل محلول شدن در آب، افزایش یافته است [۱۸].

قرار گرفته است. با توجه به شکل ۳، با افزایش غلظت ژلاتین و کنسانتره میزان فعالیت آبی پاستیل زنجبیلی کاهش یافت ولی ژلاتین تأثیر بیشتری نسبت به کنسانتره انگور بر کاهش فعالیت آبی پاستیل زنجبیلی داشته است. افزایش غلظت ژلاتین نسبت به کنسانتره انگور در فرمولاسیون پاستیل، باعث افزایش بیشتر شدت اتصال مولکول‌های آب شده و در نهایت اثر کاهش فعالیت آبی نمونه‌ها داشته است. در مطالعه هراتی و همکاران (۱۳۹۶) با افزایش گوار و ژلاتین، فعالیت آبی در نمونه پاستیل زرشک افزایش یافت شد [۲۲]. طبق اظهارات فیوضی و همکاران [۱۸] در فرمولاسیون فرآورده ژله‌ای خرما بر پایه آب-پنیر تغلیظ شده، ژلاتین و صمغ زانتان، در فرمول‌های مختلف با افزایش هر سه متغیر میزان فعالیت آبی نمونه‌ها روند افزایشی داشته است. این نتیجه با اظهارات پیرا و گیگی (۲۰۰۹) مطابقت داشت بطوری‌که با افزایش غلظت هیدروکلوئیدها فعالیت آبی نمونه‌ها به دلیل افزایش شدت باند هیدروکلوئیدها با مولکول‌های آب، کاهش یافت [۲۸]. عظیمی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه اثر ژلاتین و گوار بر میزان فعالیت آب پاستیل توت سفید گزارش کردند، با افزایش درصد ژلاتین و گوار فعالیت آبی نمونه‌ها کاهش یافت [۲۹]. شهیدی و همکاران (۱۳۹۰) اظهار داشتند که نمونه‌های حاوی ساکارز بدون حضور گلوکز مایع فعالیت آبی بیشتری داشته و با افزایش غلظت گلوکز مایع فعالیت آب کاهش یافته است در صورتی که با افزایش غلظت ساکارز روند عکس مشاهده گردید [۱۳]. هانسون و همکاران (۲۰۰۸) نتایج مشابهی را گزارش کردند [۳۰].

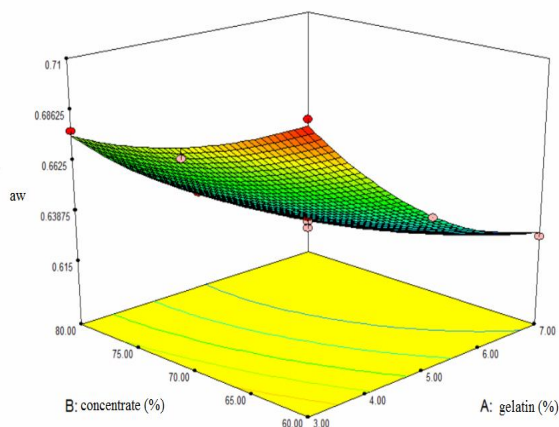


Fig 3 Effect of gelatin and grape concentrate on water activity

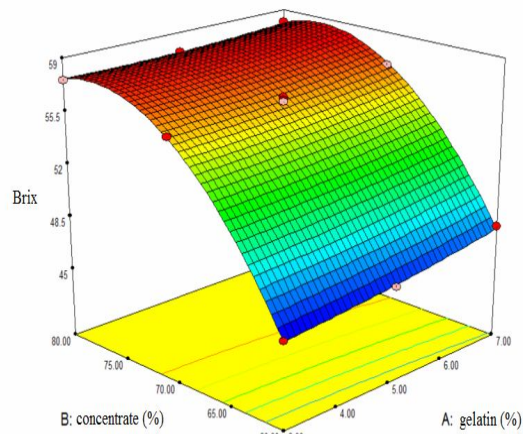


Fig 2 Effect of gelatin and grape concentrate on Brix

#### ۳-۲-۴- فعالیت آبی

فعالیت آبی در درک طعم و بافت مواد غذایی نقش مهمی دارد. طبق نتایج جدول ۲، فعالیت آبی تحت اثر درجه دوم ژلاتین، اثر خطی و درجه دوم کنسانتره انگور  $(p < 0.01)$  و اثر متقابل آنها

## ۳-۲-۵- ارزیابی بافتی

## ۳-۲-۵-۱- سختی

سختی، مقاومت ماده غذایی نسبت به اعمال نیروی فشار به کار گرفته شده است [۳۱]. سختی نمونه‌ها از ۱۸۴۳ تا ۴۱۶۰ گرم بود. بر اساس نتایج جدول ۳ اثر خطی ژلاتین و کنسانتره در تغییرات سختی ( $p < 0/01$ ) معنی دار بود. طبق شکل ۴- a، اثر ساده ژلاتین و کنسانتره انگور بر سختی روند صعودی داشته است. ژلاتین اثر اصلی را در تشکیل ساختمان ژل و سفتی آن نشان داد و بالاترین سختی نمونه پاستیل زنجبیلی در غلظت ۷ درصد ژلاتین و ۸۰ درصد کنسانتره انگور حاصل شد. رضایی و همکاران [۱۵] در بهینه‌سازی فرمولاسیون پاستیل آلو گزارش کردند که میزان سختی به درصد نشاسته و ژلاتین بستگی داشته و هیچ‌گونه اثر متقابل در آن دیده نشد. نشاسته دارای اثر منفی و ژلاتین دارای تاثیر مثبت بوده است به صورتی که با افزایش مقدار ژلاتین سختی روند افزایشی داشته است. به نظر می‌رسد اتصال ژلاتین به قند و جذب آب توسط ژلاتین باعث گردیده که بافت نهایی پاستیل که حاوی ژلاتین بیشتری می‌باشند، سختی نسبتاً بیشتری از خود نشان دهد. در ژله‌های قنادی برهمکنشی بین ژلاتین و دیگر ترکیبات رخ می‌دهد و ساکارز به پایداری این ساختار کمک می‌کند [۳۲]. در مطالعه فیوضی و همکاران [۱۸] در فرآورده ژله‌ای خرما حاوی نسبت‌های مشخص ژلاتین، زانتان و آب‌پنیر، با افزایش ژلاتین در فرمولاسیون، استحکام ژل نهایی و سختی بافت افزایش یافته است. اثر شیرین‌کننده‌ها بر بافت مواد غذایی در چند پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است [۳۰، ۳۳، ۳۴]. ویتاکر و همکاران [۳۴]، اثر افزایش سختی بافت با افزایش میزان ساکارز را به دلیل فراهم شدن امکان بیشتر جهت تشکیل برهم‌کنش‌ها بین سایر اجزای فرمولاسیون بیان کردند و در این رابطه شهیدی و همکاران [۱۳] نیز نتایج مشابهی را به دست آوردند. در مطالعه مارفیل و همکاران [۴] در خصوص خصوصیات بافتی و ساختاری پاستیل حاوی نشاسته ذرت و ژلاتین، تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که ژلاتین نقش مهمی در تمام پارامترهای بافت مورد مطالعه داشته است به طوری که در غلظت‌های مساوی اثر ژلاتین بر سختی پاستیل بیشتر از اثر نشاسته ذرت است.

## ۳-۲-۵- پیوستگی

پیوستگی مقاومت درونی ساختار ماده غذایی است و میزان آن به برهم‌کنش درون مولکولی اجزای فرمول بستگی دارد. پیوستگی تیمارهای مختلف پاستیل از ۰/۷۹ تا ۰/۹۷ بود. طبق نتایج جدول ۳ اثر خطی ژلاتین و کنسانتره و اثر درجه دوم ژلاتین بر تغییرات پیوستگی بافت پاستیل معنی دار ( $p < 0/01$ ) بود. با توجه به شکل ۴- b، با افزایش ژلاتین پیوستگی بین نمونه‌ها افزایش یافت ولی با افزایش غلظت کنسانتره پیوستگی بین نمونه‌ها با شیب کمتری کاهش یافت. از نتایج افزایش غلظت ژلاتین، انسجام بافتی فرآورده است. هراندس و همکاران [۳۵]، به این مطلب اشاره کردند که تغییر در پیوستگی بافت در ژل‌های حاصل از پالپ توت فرنگی و ژلاتین بستگی به غلظت هیدروکلورید مصرفی و پالپ میوه دارد به طوری که برهم‌کنش بین ژلاتین و سایر ترکیبات موجب پیوستگی بافت نهایی ژل شد. مطابق نتایج رضایی و همکاران [۱۵]، ژلاتین تاثیر معنی دار مثبتی در افزایش پیوستگی بافت پاستیل آلو داشت؛ در حالی که نشاسته از تاثیر هرچند مثبت ولی کمتری برخوردار بود. مقامی کیا و همکاران [۱۷] اظهار داشتند که جایگزینی کنسانتره انگور با قند اینورت در پاستیل شیر سویا موجب کاهش پیوستگی بافت شده است.

## ۳-۲-۵-۳- چسبندگی

چسبندگی، کار مورد نیاز برای غلبه بر نیروی جاذبه بین سطح ماده با سطح سایر مواد در تماس با آن می‌باشد [۱۶]. چسبندگی تیمارهای پاستیل از ۱ تا ۴/۹۶ میلی‌ژول متغیر بود. طبق نتایج جدول ۳ تنها اثر درجه دوم ژلاتین ( $p < 0/01$ ) و اثر متقابل ژلاتین و کنسانتره ( $p < 0/05$ ) معنی‌دار بودند. با افزایش غلظت ژلاتین تا ۵ درصد چسبندگی بین نمونه‌ها افزایش و پس از آن چسبندگی کاهش یافت. افزایش غلظت کنسانتره انگور تاثیری بر چسبندگی بافت نداشت (شکل ۴- c). نتایج آنالیز واریانس فیوضی و همکاران [۱۸] نشان داد که اثر ژلاتین و آب‌پنیر بر روی چسبندگی فرآورده ژله‌ای خرما حاوی ژلاتین، زانتان و آب‌پنیر معنی‌دار بوده و در غلظت‌های ثابت زانتان با افزایش ژلاتین، چسبندگی بین نمونه‌ها کاهش یافت. مارفیل و همکاران [۴]، اثر ژلاتین بر چسبندگی پاستیل حاوی نشاسته ذرت و ژلاتین را بیشتر از اثر نشاسته ذرت در غلظت‌های مساوی گزارش کردند.

## ۳-۲-۵-۴- حالت صمغی

صمغی بودن میزان تراکم ماده غذایی است که در برابر جویدگی مقاومت نشان می‌دهد [۶۳]. حالت صمغی تیمارهای پاستیل در محدوده ۱۵۸۰ تا ۳۴۳۵ گرم بود. بر اساس نتایج جدول ۳ اثر خطی ژلاتین و کنسانتره بر تغییرات حالت صمغی پاستیل ( $p < 0/01$ ) معنی دار بود. با توجه به شکل ۴-د، با افزایش غلظت ژلاتین و کنسانتره انگور حالت صمغی نمونه‌های پاستیل افزایش یافت. در آزمون پروفایل بافت پارامتر صمغی بودن بافت، حاصلضرب سختی در پیوستگی می‌باشد و به نظر می‌رسد ژلاتین نقش اصلی را در سفتی بافت (بخش ۳-۲-۵-۱) و در نتیجه افزایش حالت صمغی دارد. این موضوع به خاصیت هیدروفیلی و جذب آب ترکیبات هیدروکلوئیدی می‌تواند مرتبط باشد [۱۸].

## ۳-۲-۵-۵- قابلیت جویدن

قابلیت جویدن، کار لازم برای جویدن و خمیرکردن نمونه برای بلع می‌باشد [۱۶]. قابلیت جویدن نمونه‌ها ۶/۸ تا ۱۰۴/۴ میلی-ژول بود. اثر خطی و درجه دوم ژلاتین، اثر خطی کنسانتره ( $p < 0/01$ )، و اثر متقابل آنها ( $p < 0/05$ ) بر قابلیت جویدن پاستیل معنی دار بوده است (جدول ۳). طبق شکل ۴-ع، با افزایش غلظت ژلاتین به تنهایی و هم‌چنین با افزایش غلظت کنسانتره قابلیت جویدن نمونه‌ها افزایش یافت و با افزایش غلظت ژلاتین در غلظت‌های بالای کنسانتره انگور، قابلیت جویدن بافت کاهش یافت. افزایش غلظت ژلاتین در فرمولاسیون به‌عنوان عامل ژله کننده موجب افزایش سفتی و افزایش قابلیت جویدن پاستیل شد. با افزایش کنسانتره انگور نیز به علت افزایش بریکس، دانسیته بافت افزایش پیدا کرد و در نهایت منجر به افزایش قابلیت جویدن پاستیل شده است. مقامی‌کیا و همکاران (۱۳۹۲) اظهار داشتند با افزایش جایگزینی کنسانتره انگور با قند اینورت، قابلیت جویدن نمونه‌های پاستیل سویا کاهش یافت [۱۷]. رضایی و همکاران [۱۵] گزارش کردند، زمان لازم برای جویدن ژل قبل از فرو بردن آن به طور معنی‌داری با سفتی ژل پاستیل آلو افزایش یافته و ژلهای با ژلاتین بیشتر، سخت‌تر شده و به مدت طولانی‌تری جویده شده‌اند. هرناندس و همکاران [۳۵] به همین

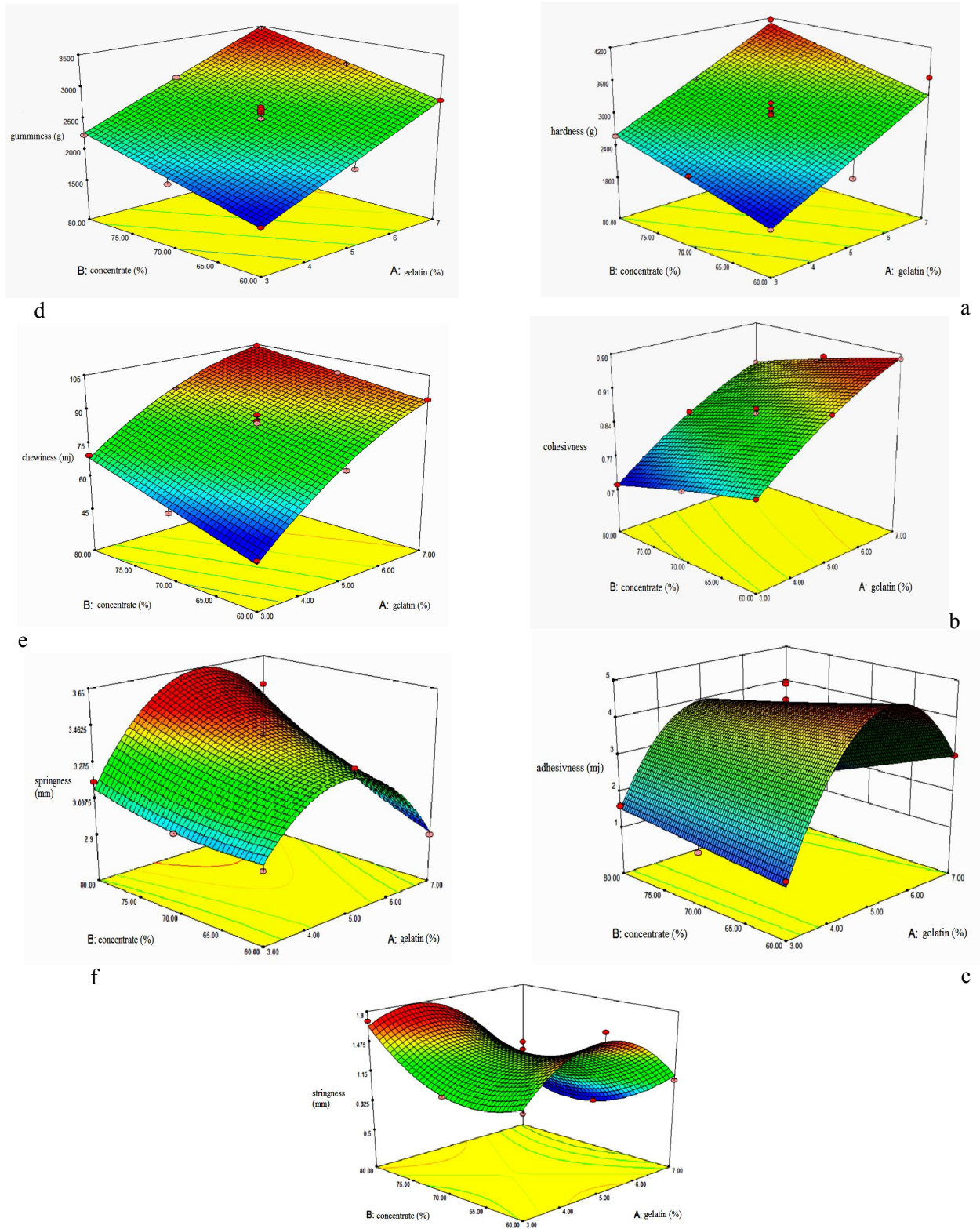
مطلب اشاره کردند و تاثیر میزان ژلاتین را بر قابلیت جویدن بافت، مستقیم و معنی‌دار ارزیابی کردند.

## ۳-۲-۵-۶- الاستیسیته

الاستیسیته توانایی نمونه برای بازگشت به شکل اولیه بعد از حذف نیروی تغییر شکل‌دهنده است که در منحنی پروفایل بافت معادل مسافتی است که ماده غذایی طی زمان، ارتفاع اولیه خود را بازیابی می‌کند [۱۶]. الاستیسیته نمونه‌های پاستیل ۲/۹ تا ۳/۵۴ میلی‌متر بود. طبق نتایج جدول ۳ اثر خطی کنسانتره، اثر درجه دوم ژلاتین ( $p < 0/01$ ) و اثر متقابل آنها ( $p < 0/05$ ) بر تغییرات قابلیت الاستیسیته معنی‌دار بود. با افزایش غلظت ژلاتین تا ۵ درصد میزان الاستیسیته نمونه‌ها افزایش و بعد از آن الاستیسیته کاهش یافت. با افزایش غلظت کنسانتره میزان الاستیسیته با شیب کمتری روند افزایشی داشته است و اثر متقابل این دو فاکتور نیز بر الاستیسیته بافت مثبت بوده است (شکل ۴-ف). برهم‌کنش موجود بین ژلاتین و کنسانتره انگور موجب افزایش الاستیسیته بافت نمونه‌ها شد. سستر [۳۷] و ویلیام و فلیپ [۳۸] گزارش کردند هرچه واکنش بین اجزای پلیمر بیشتر باشد، حلالیت کاهش یافته و عموماً منتهی به تشکیل ژل فز مانند و لاستیکی می‌شود. مارفیل و همکاران [۴] تفاوت معنی‌داری در الاستیسیته نمونه‌های پاستیل حاوی درصد‌های مختلف نشاسته ذرت و ژلاتین مشاهده نکردند.

## ۳-۲-۵-۷- کشش‌پذیری

کشش‌پذیری تیمارهای پاستیل ۰/۷۷ تا ۱/۷۶ میلی‌متر بوده است. طبق جدول ۳ اثر خطی ژلاتین، اثر درجه دوم ژلاتین، اثر درجه دوم کنسانتره و اثر متقابل آن‌ها ( $p < 0/01$ ) بر تغییرات کشش-پذیری معنی‌دار بود. با افزایش غلظت ژلاتین به تنهایی تا ۵ درصد کشش‌پذیری نمونه‌ها افزایش و پس از آن، کشش‌پذیری کاهش یافت. افزایش غلظت کنسانتره به تنهایی موجب افزایش کشش‌پذیری بافت پاستیل شده ولی غلظت بالای ژلاتین در غلظت بالای کنسانتره اثر منفی روی این پارامتر بافتی داشت (شکل ۴-گ). مارفیل و همکاران [۴] در مطالعه پاستیل حاوی نشاسته ذرت و ژلاتین گزارش کردند در غلظت‌های مساوی اثر ژلاتین بر کشش‌پذیری پاستیل کمتر از اثر نشاسته ذرت بود.



**Fig 4** Effect of gelatin and grape concentrate on a) hardness, b) cohesivness, c) adhesivness, d) gumminess, e) chewiness, f) springiness, g) stringiness

## ۳-۲-۶- بهینه‌سازی و تایید مدل

ژول، چسبندگی برابر  $3/78 \pm 0/32$  میلی ژول، کشش پذیری برابر با  $1/67 \pm 0/03$  میلی متر، حالت صمغی برابر با  $2/42 \pm 2/27$  گرم، الاستیسیته برابر با  $3/52 \pm 0/1$  میلی متر، pH برابر با  $0/2 \pm 0/44$ ، فعالیت آبی برابر با  $0/02 \pm 0/627$ ، بریکس برابر با  $0/11 \pm 0/12$  درصد و رطوبت برابر با  $0/11 \pm 0/12$  درصد وزنی خواهد بود. مقادیر واقعی (آزمایش شده) با مقادیر پیش‌بینی شده مدل اختلاف معنی‌داری نداشته ( $p > 0/05$ ) که نشان‌دهنده پیش‌بینی منطقی و دقیق متغیرهای وابسته بوده است. مقادیر بهینه پیش‌بینی شده و نتایج واقعی در جدول ۴ نشان داده شده است.

به منظور بهینه‌سازی فرمولاسیون پاستیل برآورد حد مطلوب پارامترهای بافتی و شیمیایی ضروری است. حد مطلوب پارامترهای بافتی دستگاهی بر مبنای نمونه‌ای که بیشترین امتیاز ویژگی‌های حسی را از نظر ارزیابان دریافت کرده بود، تعیین شد. برای حصول بهترین فرمولاسیون نیاز به  $4/95$  درصد ژلاتین و  $80$  درصد کنسانتره انگور بوده که در این شرایط پاستیل زنجبیلی حاصل دارای سختی برابر با  $3251 \pm 5/03$  گرم، پیوستگی برابر با  $0/03 \pm 0/83$  گرم، قابلیت جویدن برابر با  $0/11 \pm 0/76$  میلی

Table 4 Comparison the optimal and tested amount to optimize the ginger gummy candy

Response	Predicted values	Experimented values
pH	3.44 <sup>a</sup>	3.44±0.01 <sup>a</sup>
brix	57.66 <sup>a</sup>	57.6 <sup>a</sup>
RH	19.78 <sup>a</sup>	20.12±0.11 <sup>a</sup>
aw	0.632 <sup>a</sup>	0.627±0.002 <sup>a</sup>
hardness (g)	3382.34 <sup>a</sup>	3251±5.03 <sup>a</sup>
cohesivness (g)	0.81 <sup>a</sup>	0.83±0.005 <sup>a</sup>
Adhesivness (mj)	3.98 <sup>a</sup>	3.78±0.32 <sup>a</sup>
gumminess (g)	2873.37 <sup>a</sup>	2686.59± 2.42 <sup>a</sup>
chewiness (mj)	91.89 <sup>a</sup>	89.76±0.011 <sup>a</sup>
Springiness (mm)	3.62 <sup>a</sup>	3.52±0.1 <sup>a</sup>
stringiness (mm)	1.70 <sup>a</sup>	1.67±0.03 <sup>a</sup>

\* The same small letter in each row shows no significant difference at the level of 95% ( $p > 0.05$ ).

بهینه پاستیل زنجبیلی آورده شده است. نتایج ارزیابی حسی نشان می‌دهد که پاستیل تهیه شده با مقادیر بهینه ژلاتین ( $4/95$  درصد) و کنسانتره انگور ( $80$  درصد) از امتیازات مطلوبی برخوردار بوده است.

## ۳-۲-۸ ارزیابی حسی

ارزیابی حسی یکی از بهترین روش‌ها برای ارزیابی طعم و بافت محصولات فرموله در مراحل اولیه توسعه محصول می‌باشد. در جدول ۵ میانگین امتیازات حاصل از ارزیابی حسی برای نمونه

Table 5 Sensory test results for optimal sample with 4.95% gelatin and 80% grape concentrate

Hardness	Chewiness	Adhesiveness	Springness	Taste	Aroma	Sweets	Color	Form	Overall acceptance
4.00	4.00	4.00	4.40	3.80	3.80	3.80	4.40	4.60	4.00

کاهش فعالیت آبی و افزایش پارامترهای شامل سختی، پیوستگی، چسبندگی، کشش‌پذیری، قابلیت جویدن، صمغیت و الاستیسیته شد، هم‌چنین کنسانتره انگور سفید، رابطه مستقیم و معنی‌داری بر میزان بریکس، فعالیت آبی و پارامترهای بافتی شامل سختی، حالت صمغی، قابلیت جویدن و کشش‌پذیری داشت. حد مطلوب سطوح ژلاتین و کنسانتره انگور در فرمولاسیون پاستیل به ترتیب،  $4/95$  و  $80$  درصد برآورد شد که در این سطوح، پاستیل دارای ویژگی‌های مطلوب از نظر ارزیابان حسی نیز بوده است.

## ۴- نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، پاستیل بر پایه زنجبیل به عنوان یک فرآورده فراسودمند از نظر بافت و ویژگی‌های شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد ژلاتین پای مرغ دارای خواص عملکردی بالا و قابل رقابت با منابع دیگر ژلاتین مانند گاو، خوک و آبزیان است. تاثیر معنی‌داری سطوح ژلاتین و کنسانتره انگور بر همه خصوصیات بافتی و شیمیایی پاستیل به جز رطوبت حاصل شد. افزایش غلظت ژلاتین پای مرغ موجب

University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Research project report.

- ۵- منابع
- [11] Rafieian F. Keramat J. Kadivar M. (2013) Optimization of gelatin extraction from chicken deboner residue using RSM method. *Journal of food science and technology*, 50(2):374-380.
- [12] Rezaee zade, A., Raftani Amiri, Z. (2016). Extraction and characteristics gelatin of chicken feet and its application in cantaloupe Jelly. *Iranian Food Science and Technology Researche Journal*, 13 (2): 322-333.
- [13] Shahidi, F., Khalilian, S., Mohebi, M., Fathi, M. (2011). Apple bean formulation and evaluation of different formulas based on sensory characteristics and water activities. *Iranian Journal of food science and technology*, 7 (2): 129-136.
- [14] Khalilian, S., Shahidi, F., Elahi, M., Mohebbi, M., Sarmad, M., 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 and technology researche Journal*, 7 (3): 200-209.
- [15] Rezaee, R., Shahidi, F., Elahi, M., Mohebi, M., Nasiri, M. (2011). Plum texture profile analysis, sensory and instrumental methods and formulation Optimization. *Iranian Journal of food science and technology*, 8 (1): 30-39.
- [16] Khazee pool, A., Shahidi, B., Mortazavi, A., 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 and technology researche Journal*, 10 (1): 27-37.
- [17] Maghami kia, H., Khalilian, S., 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.
- [18] Fiyouzi, B., Mazaheri tehrani, M., Khazaii pool, A. (2014). Formulation of date jelly product and condensed whey and its physicochemical and sensory properties. *Iranian food science and technology researche Journal*, 12 (1): 78-61.
- [19] Abbasi, S., Mohammadi, S., Rahimi, S. (2011). Replacing part of gelatin with Persian
- [1] Norani, M., Elhami Rad, a., Hossein Tabatabaai, F. (2013). *Functional foods*. National Conference on Science and Technology in Food Industry. Islamic Azad University of Torbat Heydarieh.
- [2] Larsen, K., Ibrahim, H., Khaw, S. H., Saw, L. G. (1999). *Gingers of Peninsular Malaysia and Singapore*. Singapore: Natural history publications (Borneo), 139.
- [3] 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*. 102:764-770.
- [4] Marfi, P., Anhê, A., Telis, V. (2012). Texture and microstructure of gelatin/corn starch-based gummy confections . *Food Biophysics*. 7:236-243.
- [5] Sadeghi, F., Shahidi, F., Kouchaki, A., Mohebbi, A. (2016). Almonds Gummy candiy formulations (Mac gels) on sensory properties, texture, color parameters and water activities. *Iranian Journal of food science and technology*, 13 (50): 207-218.
- [6] Goff, H.D., Sahagian, M.E. (1996). Glass transitions in aqueous carbohydrate solutions and their relevance to frozen food stability. [Special issue]. *ThermochimicaActa.*, 280-281.
- [7] Shahidi, B., Kalantari, M., Boustani, S. (2015). The effect of replacing sucrose with grape sap on the physical properties of sponge cake. *Iranian food science and technology researche Journal*, (1): 99-105.
- [8] Zhang , M., Tao, Q., Li, H., Wang, G. (2002). Effect of temperature control and high humidity on the preservation of Jufeng grapes . *Int Agrophysics*, 278 - 287.
- [9] Lassoued, I., Jridi, M., Nasri, R., Dammak, A., Hajji, M. Nasri, M. Barkia, A. (2014). Characteristics and functional properties of gelatin from thornback ray skin obtained by pepsin-aided process in comparison with commercial halal bovine gelatin. *Food Hydrocolloids*, 41:309-318.
- [10] Ghorbani, M. (2011). Exploring the possibility of extracting gelatin from chicken waste abattoir. Research project, Gorgan

- [29] Azimi, N., Mortazavi, A., 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 12th and 2nd Congress of Iranian food science and technology. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
- [30] Hansen, M., Blennow, A., Pedersen, A. (2008). Gel texture and chain structure of amyloamylase-modified starches compared to gelatin. *Food hydrocolloids*, 22: 1551-1566.
- [31] Szczesniak, A. S., 2002, Texture is a sensory property. *Food quality and preference*, 13(4): 215-225.
- [32] Farahnaki, A., Majzoubi, M., Mesbahi, GH. (2009). Properties and applications of hydrocolloids in food and medicine: gelatin, katira, gum Arabic, starch, modified starch and pectin. Publication of Science and Agriculture of Iran, Tehran.
- [33] Fisker, H.O., Nissen, V. (2006). Effect of gum base and bulk sweetener on release of specific compounds from fruit flavoured chewing gum. *Developments in food science*, 43: 429-432.
- [34] Whittaker, L. E., Al-Ruqaie, I. M., Kasapis, S. Richardson, R. K. (1997). Development of composite structures in the gellan polysaccharide/sugar system. *Carbohydrate polymers*, 33: 39-46.
- [35] Hernández, M. J., Durán, L., & 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.
- [36] Born, M. (2007). Food rheology, texture and Food viscosity, concept and measurement, translate by Abbasi.S. Publication of the Marz science, Tehran, 241-240
- [38] Setser, C.S., Brannan, G.D. (2003). *Carbohydrates/Sensory properties*. Elsevier Science Ltd.
- [39] Williams P. A., Phillips, G O. (2000). *Handbook of hydrocolloid, Introduction to food hydrocolloids*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- gum and using frankincense for the production of Functional gummy candy. *Iranian Journal of biosystems engineering* (42) 1: 131-121.
- [20] Mohammadi Akbarabadi, A., Abasi, S. (2017). Feasibility for production low calorie Gummy candy using inulin and stevioside. *Iranian Journal of food science and technology*, 14 (69): 319-329.
- [21] Fatahi, A., (2017). Apricot Gummy candy production and Study of water activity and color characteristics, texture and its acceptance. *Iranian Journal of food science and technology*, 14 (68): 27-35.
- [22] Harati Farzaghi, M., Sharifi, A., 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 of food science and technology*, 9 (1): 9-10.
- [23] Demars, L., Ziegler, G. (2001). Texture and structure of gelatin- pectin based gummy confections. *Food hydrocolloid*, 15: 643-653.
- [24] Norziah, M., Rashima Romli, S., Ahmad, M. (2015). Influences of red pitaya fruit puree and gelling agents on the physicochemical properties and quality changes of gummy confections. *International Journal of food science and technology*, 50, 331-339.
- [25] Shyni, K., Hema, G., Ninan, G., Mathew, S., Joshy, C., 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.
- [26] Gómez-Guillén, M.C., Giménez, B., López-Caballero, M.A., Montero, M.P. (2011). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review . *Food hydrocolloids* 25(8): 1813-1827.
- [27] Chakka, A K., Muhammed A. Sakhare P Z., Bhaskar, N. (2016). Poultry processing waste as an alternative source for mammalian gelatin: Extraction and characterization of gelatin from chicken feet using food grade acids. *Waste Biomass Valor*.
- [28] Piazza, L., Gigli, J. (2009). Multi-scale estimation of water soluble diffusivity in polysaccharide gels. *Universita di milano, Italy*, 4:56-74.



## Optimization of ginger gummy confection formulation based on chicken feet and grape concentrate using response surface methodology (RSM)

Mojaverian, S. P<sup>1</sup>., Raftani Amiri, Z. <sup>2\*</sup>, Shahiri Tabarestani, H<sup>3</sup>.

1. M.Sc Student of Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Science and Natural Resources University
2. Associated Professor of Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Science and Natural Resources University
3. Assistant Professor of Department of Food Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

(Received: 2017/07/30 Accepted:2017/07/28)

Gummy confections, as one of the favorite snacks among people meal especially children, have special position, stable and growing in confectionery industry. In this product, hydrocolloids especially gelatin and sugar are the most important components of the formula. The purpose of this study is to investigate the effect of gelatin chicken feet at different levels (3, 5 and 7 percent) and grape concentration (60, 70, 80%) as a natural sweetener on the moisture, water activity and texture characteristics on ginger gummy confection using response surface methodology (RSM). Based on analysis of variance results, by increasing the gelatin concentration of chicken feet, the water activity of functional ginger gummy confection decreased significantly ( $p < 0.01$ ), while in the same condition, the texture parameters including hardness, cohesiveness, adhesiveness, stringiness, chewiness, gumminess and springiness showed significant improvement ( $p < 0.01$ ). The effect of grape concentration had a direct and significant relationship with the brix, water activity and texture parameters such as hardness, gumminess, chewiness and springiness. The density of gelatin and grape concentrate don't have significant effect on the gummy confections moisture ( $p > 0.05$ ). The amount of gelatin 4.95% and grape concentration 80% is determined as an optimal condition for ginger gummy formulations. In common optimization condition, there is no significant difference between model predicted values and tested values (true values) ( $p > 0.05$ ) and the resulted gummy confection, had desirable characteristics concerning the qualitative parameters in view of sensory panellists.

**Key words:** Functional gummy confection, Chicken feet gelatin, Grape concentrate, Ginger, Texture

---

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