



بررسی قابلیت استفاده از ایزوله پروتئین سویا و صمغ کتیرا به عنوان جایگزین تخم مرغ در سسی مایونز

محبوبه حیدری وینیچه^۱، مهران اعلمی^{۲*}، مهدی کاشانی نژاد^۲ و سیدسهیل امیری عقدائی^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۳مریی گروه علوم و صنایع غذایی، مؤسسه آموزش عالی بهاران، گرگان

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۲۹

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی قابلیت استفاده از ایزوله پروتئین سویا و صمغ کتیرا به عنوان جایگزین بخشی از تخم مرغ در فرمولاسیون سس مایونز با استفاده از طرح آزمایشی مخلوط اپتیمال بود. بدین منظور امولسیون با غلظت‌های مختلف تخم مرغ (۹-۴ درصد)، صمغ کتیرا (۱-۰ درصد) و ایزوله پروتئین سویا (۴-۰ درصد) تولید گردید و اثر جایگزینی بر پایداری، ویسکوزیته، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی مایونز بررسی گردید. پس از انتخاب مدل مناسب نمودارهای کانترور مخلوط هر کدام از پاسخ‌ها رسم گردید. مدل خطی برای برازش ویسکوزیته نمونه‌های مایونز تعیین شد. همچنین پایداری حرارتی و چسبندگی بافت با مدل درجه دو به خوبی برازش شدند و مدل درجه سه بهترین مدل پیش‌گو برای برازش پایداری فیزیکی، سفتی بافت و پذیرش کلی نمونه‌های مایونز تعیین شد. مطابق نتایج حاصل، با افزایش جایگزینی، پایداری همه تیمارها به جز تیمارهای ۶ و ۲ (جایگزینی با ایزوله پروتئین سویا، فاقد کتیرا)، نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت و به‌طور کلی همه تیمارها پایداری بالای ۹۸ درصد از خود نشان دادند. ویسکوزیته همه نمونه‌ها به جز ۶ و ۲ (جایگزینی با ایزوله پروتئین سویا، فاقد کتیرا) نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت و در کل بین همه نمونه‌ها اختلاف معنی داری از نظر آماری وجود داشت. بیشترین امتیاز سفتی به ترتیب به نمونه‌های ۴ و ۱ (۳۳ و ۵۵ درصد جایگزینی با ایزوله پروتئین سویا به همراه کتیرا) تعلق گرفت. به طور کلی نمونه‌های

*نویسنده مسئول: mehranalami@gau.ac.ir

حاوی ایزوله پروتئین سویا و صمغ کتیرا از لحاظ خصوصیات بررسی شده از کیفیت قابل قبولی برخوردار بودند. بنابراین، با استفاده از غلظت مناسب صمغ کتیرا و ایزوله پروتئین سویا، می‌توان تخم مرغ مایونز را تا حد قابل توجهی کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: ایزوله پروتئین سویا، جایگزین تخم مرغ، سس مایونز، کتیرا

مقدمه

مایونز یکی از قدیمی‌ترین سس‌ها می‌باشد که به‌طور گسترده در سراسر جهان مصرف می‌شود. طبق تعریف استاندارد ایران، مایونز نوعی امولسیون روغن در آب است که از امولسیون شدن روغن‌های خوراکی گیاهی (حداقل ۶۶ درصد) در یک فاز مایع حاوی سرکه و توسط زرده تخم مرغ ایجاد می‌شود که رنگ آن کرم تا زرد کم رنگ است و pH آن نباید از ۴/۱ تجاوز نماید (استاندارد شماره ۲۴۵۴ ایران). در میان ترکیبات مایونز، تخم مرغ به دلیل نقش‌های عملکردی و تغذیه‌ای مناسب شامل کف‌کنندگی، امولسیون‌کنندگی و پایداری، جزء مهمی است و ساختمان غالب موجود در فاز پیوسته را تشکیل می‌دهد (دپری و ساوج، ۲۰۰۱). وجود مقدار کلسترول بالای موجود در زرده تخم مرغ و ارتباط آن با بروز بیماری‌های قلبی عروقی (آنتون و همکاران، ۲۰۰۳)، زمینه مطالعات مختلفی را جهت جایگزین کردن تخم مرغ و تولید سس مایونز کم کلسترول با ویژگی‌های مشابه مایونز معمولی فراهم آورده است.

ایزوله پروتئینی سویا، خالص‌ترین فرم پروتئینی محصولات سویا است و به ویژه زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که مقدار پروتئین بالا و ویژگی‌های عملکردی ویژه مورد نیاز باشد (رواقی و همکاران، ۱۳۹۲). برخی از خواص عملکردی پروتئین‌های سویا شامل خصوصیت امولسیفایری، تشکیل ژل، جذب و نگهداری آب و چربی، کنترل رنگ و بافت است (زاریک و همکاران، ۲۰۱۱) که به دلیل درصد بالای پروتئین، می‌توان درصد کمتری از آن را به محصول اضافه نمود. اختلاف ناچیز قیمت آن با کنسانتره پروتئینی سویا و سهولت دسترسی، استفاده از آن را به‌جای سایر ترکیبات پروتئینی سویا توجیه می‌نماید (ناصری و همکاران، ۱۳۸۸).

کتیرا صمغ خشک شده حاصل از نوعی گون از جنس آستراگالوس است که مرغوب‌ترین نوع آن در ایران تولید می‌شود. این صمغ حاوی دو بخش محلول و نامحلول در آب است که به ترتیب

تراگاکانتین و باسورین (تراگاکانتیک اسید) نامیده می‌شوند. کتیرا توسط سازمان غذا و داروی امریکا، به‌عنوان یک افزودنی غذایی سالم، طبقه بندی شده که می‌توان از آن به‌عنوان پایدارکننده، امولسیون کننده و قوام دهنده در صنایع غذایی استفاده نمود (فرحناکی و همکاران، ۱۳۸۸). به‌طورکلی کاربرد پروتئین‌ها به تنهایی و یا در ترکیب با صمغ‌ها کاربرد بیشتری به‌عنوان جایگزین تخم مرغ در مایونز دارد (ابوقوش و همکاران، ۲۰۰۸).

تاکنون هیچ گونه مطالعه‌ای در خصوص استفاده از ایزوله پروتئین سویا به همراه کتیرا به‌عنوان جایگزین تخم مرغ در سس مایونز صورت نگرفته است. لذا این پژوهش با هدف بررسی قابلیت استفاده از مخلوطی از ایزوله پروتئین سویا و کتیرا به منظور جایگزین کردن بخشی از تخم مرغ مایونز شکل گرفت. در این راستا، تأثیر جایگزینی تخم مرغ مایونز با ایزوله پروتئین سویا و کتیرا بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی، پایداری، ویسکوزیته و ویژگی‌های بافتی نمونه‌های مایونز بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: مواد اولیه جهت تولید مایونز (شامل روغن مایع، شکر، نمک، پودر خردل، تخم مرغ)، از یکی از فروشگاه‌های شهر گرگان، ایزوله پروتئینی سویا از شرکت بکا واقع در تهران، پایدار کننده و سرکه ۱۱ درصد از یکی از کارخانه‌های معتبر داخلی تهیه شد.

آماده سازی کتیرا: به‌منظور آماده‌سازی کتیرا جهت استفاده در فرمولاسیون سس مایونز، کتیرای نواری توسط آسیاب آزمایشگاهی کاملاً به پودر تبدیل و سپس از الک با قطر منافذ ۵۰۰ میکرون عبور داده شد و در بسته بندی‌های پلاستیکی غیر قابل نفوذ به رطوبت نگهداری گردید.

تهیه مایونز: فرمولاسیون نمونه‌های مایونز تولیدی شامل روغن (۶۶٪)، تخم مرغ، ایزوله پروتئین سویا و کتیرا (در نمونه‌های مختلف متغیر و مجموع آن‌ها ۹٪ در نظر گرفته شد، نحوه تعیین مقادیر این متغیرها در قسمت طرح آماری بیان خواهد شد)، سرکه ۱۱٪ استیک اسید (۶٪)، شکر (۵٪)، نمک (۱/۲٪)، پودر خردل (۰/۳٪)، صمغ زانتان (۰/۱۵٪) و آب (۱۲/۳۵) بود.

به‌منظور تهیه نمونه‌های سس مایونز کم تخم مرغ ابتدا مقداری آب، تخم مرغ، ایزوله پروتئین سویا، کتیرا، یک سوم سرکه و مواد پودری شامل نمک، شکر، پودر خردل و صمغ زانتان به وسیله همزن مکانیکی با همدیگر مخلوط شدند و پس از اختلاط کامل (به‌مدت ۲ دقیقه) به تدریج ابتدا

روغن به صورت قطره قطره و پس از آن به صورت لایه‌ای باریک طی مدت ۷ دقیقه اضافه گردید. پس از تشکیل امولسیون و ایجاد بافت مناسب، باقی‌مانده سرکه و آب به مخلوط افزوده شد و به‌طور کامل مخلوط همگن گردید (وراسینچای و همکاران، ۲۰۰۶). پس از کامل شدن مراحل تولید و پرکردن در ظروف شیشه‌ای، نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش‌ها در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. با توجه به این‌که تخم مرغ تازه حدود ۷۵ درصد رطوبت دارد و ۲۵ درصد آن را ماده خشک تشکیل می‌دهد، ایزوله پروتئین سویا و کتیرا جایگزین ماده خشک تخم مرغ شده و به‌صورت سوسپانسیون محلول در آب در هر تیمار استفاده شدند، به‌طوری‌که رطوبت نمونه‌ها تقریباً ثابت بود.

آزمون‌های شیمیایی

ترکیب شیمیایی نمونه‌ها: به منظور اندازه‌گیری رطوبت و خاکستر نمونه‌های مایونز از روش استاندارد AOAC (۲۰۰۵) استفاده شد. پروتئین و چربی نمونه‌ها به ترتیب با استفاده از روش کلدال و روش بلای و دایر (۱۹۵۹) اندازه‌گیری شد. میزان کربوهیدرات نیز از تفریق درصد تمامی ترکیبات (خاکستر، رطوبت، پروتئین و چربی) از ۱۰۰ حاصل شد.

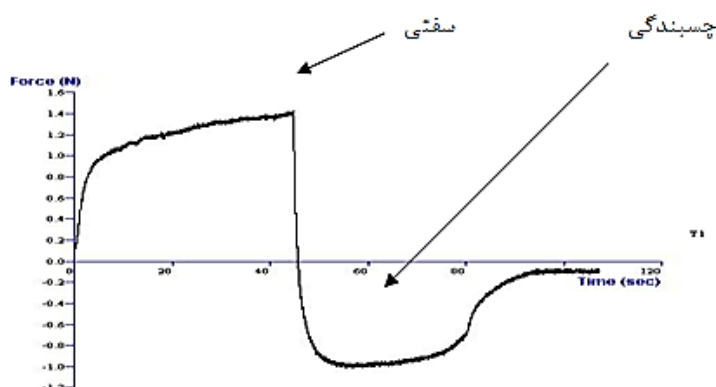
آزمون‌های فیزیکی

پایداری فیزیکی و حرارتی: جهت اندازه‌گیری پایداری فیزیکی، ۱۵ گرم نمونه درون لوله‌های سانتریفوژ توزین شد و لوله‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردیدند. پس از این مرحله لایه روغن دور ریخته شد. پایداری امولسیون بر حسب درصد با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (مون و همکاران، ۲۰۰۹).

$$100 \times \frac{\text{وزن رسوب سانتریفوژ شده}}{\text{وزن نمونه}} = \text{پایداری امولسیون (\%)}$$

جهت تعیین پایداری مایونز در برابر حرارت، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و سپس با دور ۳۰۰۰ بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد. ثبات مایونز در برابر حرارت نیز با استفاده از رابطه بالا تعیین شد (مون و همکاران، ۲۰۰۹).

ویژگی های بافتی: ویژگی های بافتی نمونه های مایونز پس از گذشت یک شبانه روز انجام شد. اندازه گیری ویژگی های بافتی نمونه های مایونز با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (شرکت استیبل میکرو سیستم، مدل TA.XT plus، ساخت انگلیس)، با سلول بارگذاری ۵ کیلوگرم انجام شد. سلول بک اکستروژن با دیسک فشرده سازی به قطر ۳۵ میلی متر مورد استفاده قرار گرفت. نمونه ها با دقت در ظروف استوانه ای آکرلیک (قطر داخلی ۵۰ میلی متر و ارتفاع ۷۵ میلی متر) تا ۵۵ میلی متر عمق ظرف پر شدند. یک چرخه با سرعت ثابت یک میلی متر در ثانیه تا عمق ۴۰ میلی متر نمونه اعمال شد و به حالت اولیه برگشت (وراسینچای و همکاران، ۲۰۰۶). لازم به ذکر است که جهت انتخاب نوع پروب و سایر پارامترهای مورد استفاده، از دستور العمل شرکت سازنده استفاده شد. ویژگی های بافتی نظیر سفتی و چسبندگی در قالب منحنی نیرو- زمان توسط دستگاه رسم شد. شکل ۱ نمونه ای از منحنی آزمون بک اکستروژن را نشان می دهد.



شکل ۱- نمونه ای از منحنی حاصل از دستگاه آنالیز بافت.

ویسکوزیته: ویسکوزیته نمونه های مایونز تولیدی در این پژوهش توسط ویسکومتر مکانیکی بروکفیلد پس از گذشت یک شبانه روز اندازه گیری شد. برای این منظور، اندازه گیری ویسکوزیته نمونه ها با استفاده از اسپیندل T-C از مجموعه Helipath Spindle با سرعت ۱۰ دور در دقیقه انجام گرفت (گارسپا، ۲۰۰۶).

ارزیابی حسی: به منظور ارزیابی حسی نمونه‌های مایونز تولیدی، پس از انجام آزمون‌های اولیه، ۱۲ داور به‌عنوان ارزیاب انتخاب شدند. جهت انتخاب داوران از روش سه وجهی استفاده شد، به این صورت که سه نمونه به ارزیاب‌ها داده شد که دو نمونه آن مشابه بودند. در نهایت ارزیاب‌هایی که نزدیک‌ترین امتیاز را به نمونه‌های مشابه داده بودند، جهت انجام آزمون ارزیابی حسی انتخاب شدند. به منظور ارزیابی حسی نمونه‌ها از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده شد. مطابق با این روش به هر ارزیاب یک ظرف حاوی نمونه که با کدهای سه رقمی شماره‌گذاری شده بودند، یک لیوان آب، یک قاشق و یک قطعه نان به همراه فرم امتیازدهی داده شد. هر ارزیاب تمام نمونه‌ها را به صورت تصادفی ارزیابی کرده و بین هر نمونه مقداری آب نوشیده شد و ۵ فاکتور مؤثر سس مایونز شامل ظاهر، رنگ (مطلوبیت رنگ معمول مایونز و کرمی بودن)، طعم، بافت (یکنواختی و سفتی) و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

الف) طرح آماری: در این پژوهش به منظور تعیین تیمارهای مایونز، از طرح مخلوط اپتیمال^۱ برای سه ترکیب ایزوله پروتئین سویا، کتیرا و تخم مرغ استفاده شد، به طوری که برای ایزوله پروتئین سویا (X_2) یا B) ۰-۴، کتیرا (X_3 یا C) ۰-۱ و تخم مرغ (X_1 یا A) ۹-۴ گرم در ۱۰۰ گرم مایونز در نظر گرفته شد. این مقادیر بر اساس درصد تخم مرغ در مایونز معمولی (۹ درصد) بوده و مجموع سه ترکیب برابر ۹ گرم در هر ۱۰۰ گرم مایونز، مشخص گردید. ترکیب چندگانه از این متغیرها منجر به یک طرح آزمایشی با ۱۰ تیمار گردید (جدول ۱). برای طراحی آزمایش و تجزیه و تحلیل نتایج، از نرم‌افزار Design Expert (نسخه ۸-۰-۷-۱) استفاده شد. به این منظور از معادلات مناسب برای نشان دادن رابطه هر یک از متغیرهای وابسته در مدل رگرسیون با متغیرهای مستقل، استفاده و نمودارهای کانتور^۲ مخلوط آن‌ها به وسیله این نرم افزار ترسیم شدند. در این نمودارها سه متغیر فرمولاسیون (A، B، C) در سه ضلع مثلث مشخص شده و مقادیر به دست آمده برای هر پاسخ روی اضلاع مثلث نشان داده می‌شوند، به این ترتیب که رنگ قرمز بیشترین مقادیر و رنگ آبی کمترین مقادیر را نشان می‌دهد. برای ارزیابی صحت مدل‌های برازش شده، مقادیر R^2 ، R^2 تصحیح شده و ضرایب P تعیین شدند.

1- Optimal Mixture Design

2- Contour plot

جدول ۱- تیمارهای آزمایش بر اساس متغیرهای فرمول در طرح مخلوط ایتیمال (متغیرها بر حسب گرم)*

تیمار	A	B	C
۱	۴	۴	۱
۲	۷	۲	۰
۳ (شاهد)	۹	۰	۰
۴	۶	۲	۱
۵	۵/۲۵	۳	۰/۷۵
۶	۵	۴	۰
۷	۷/۷۵	۱	۰/۲۵
۸	۸	۰	۱
۹	۶/۵	۲	۰/۵
۱۰	۷/۲۵	۱	۰/۷۵

* A: تخم مرغ، B: ایزوله پروتئین سویا، C: کتیرا (A+B+C=۹ گرم)

ب) تجزیه و تحلیل آماری

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ و به کمک نرم‌افزار SAS انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

در طرح آماری استفاده شده، مدل‌های خطی، درجه دو و درجه سه (به ترتیب معادلات ۱، ۲ و ۳) برای برازش پاسخ‌های حاصل، استفاده شدند. در این معادلات، تخم مرغ (X_1)، ایزوله پروتئین سویا (X_2) و کتیرا (X_3) می‌باشد و همچنین $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ بیان‌کننده ضرایب مدل‌ها خواهند بود که این ضرایب در جدول ۴ مشخص شده‌اند. معنی‌داری هر مدل با آنالیز واریانس در سطح اطمینان ۹۵٪ تعیین شد.

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \quad \text{معادله (۱)}$$

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 \quad \text{معادله (۲)}$$

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{123} X_1 X_2 X_3 \quad \text{معادله (۳)}$$

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی: ترکیب شیمیایی نمونه‌های مایونز در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش درصد جایگزینی ایزوله پروتئین سویا در نمونه‌های مایونز، محتوای پروتئین آن‌ها

افزایش یافته و همان‌گونه که انتظار می‌رفت، اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های مختلف وجود دارد. همچنین، بین میزان خاکستر نمونه‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود دارد، به طوری که با افزایش جایگزینی تخم مرغ با ایزوله پروتئین سویا، به دلیل تأثیر محتوای خاکستر ایزوله پروتئین سویا بر روی خاکستر محصول نهایی، میزان خاکستر نمونه‌ها، افزایش یافت ($P < 0/05$). به دلیل اختلاف ناچیز بین مقدار کتیرای استفاده شده در فرمولاسیون نمونه‌های مایونز، اختلاف معنی‌دار زیادی بین نمونه‌ها از لحاظ میزان کربوهیدرات وجود ندارد. به هر حال به لحاظ رطوبت و چربی بین نمونه‌های مایونز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی نمونه‌های مایونز*

نمونه	کربوهیدرات	چربی	پروتئین	خاکستر	رطوبت
۱	۵/۷۴±۰/۰۲, ab	۶۷/۶۳±۰/۱۲, a	۲/۰۴±۰/۰۴, abc	۰/۹۹۰±۰/۰۰۰, ab	۲۳/۶۰±۰/۰۰۰, a
۲	۵/۳۴±۰/۱۳, b	۶۷/۷۳±۰/۰۳, a	۲/۰۹±۰/۰۸, ab	۰/۹۸۹±۰/۰۰۱, abc	۲۳/۸۵±۰/۱۵, a
۳ (شاهد)	۵/۸۸±۰/۰۲, a	۶۷/۷۷±۰/۲۵, a	۱/۹۲±۰/۰۲, dc	۰/۹۷۵±۰/۰۰۵, d	۲۳/۴۵±۰/۰۰۵, a
۴	۵/۷۳±۰/۰۸, ab	۶۷/۶۹±۰/۰۳, a	۱/۸۹±۰/۰۰۵, dc	۰/۹۸۴±۰/۰۰۰, bc	۲۳/۷۰±۰/۱۰, a
۵	۵/۸۵±۰/۰۰۵, a	۶۷/۶۷±۰/۰۹, a	۲/۰۶±۰/۰۰۵, ab	۰/۹۸۹±۰/۰۰۰, abc	۲۳/۷۷±۰/۳۲, a
۶	۵/۷۸±۰/۰۹, ab	۶۷/۵۹±۰/۰۷, a	۲/۱۵±۰/۰۳, a	۰/۹۸۴±۰/۰۰۱, c	۲۳/۳۶±۰/۰۰۵, a
۷	۵/۵۸±۰/۰۷, ab	۶۷/۸۶±۰/۱۶, a	۱/۸۶±۰/۰۲, dc	۰/۹۹۰±۰/۰۰۰, a	۲۳/۷۰±۰/۱۰, a
۸	۵/۷۶±۰/۲۲, ab	۶۷/۷۹±۰/۰۳, a	۱/۷۶±۰/۰۳, e	۰/۹۸۴±۰/۰۰۰, bc	۲۳/۷۰±۰/۲۰, a
۹	۵/۷۳±۰/۳۲, ab	۶۷/۶۲±۰/۱۱, a	۱/۹۶±۰/۰۱, bdc	۰/۹۸۵±۰/۰۰۰, abc	۲۳/۷۰±۰/۳۰, a
۱۰	۵/۷۹±۰/۰۴, ab	۶۷/۷۰±۰/۱۲, a	۱/۸۵±۰/۰۲, dc	۰/۹۹۰±۰/۰۰۰, a	۲۳/۶۶±۰/۱۵, a

*حروف یکسان در هر ستون، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است ($P > 0/05$).

تعیین مدل‌های مناسب: جدول ۳ نتایج حاصل از آزمون‌های انجام شده در قالب طرح مخلوط اپتیمال را نشان می‌دهد. متغیرهای وابسته و مستقل با مدل‌های خطی، درجه دو و درجه سه برازش شدند. برای تعیین بهترین مدل، ضرایب تبیین بالا (R^2 و R^2 تصحیح شده مدل) و انحراف استاندارد و مجموع مربعات پیش‌بینی شده (PRESS) پایین در نظر گرفته شدند (کرنل، ۲۰۰۲). با توجه به موارد ذکر شده و مدل‌های پیش‌بینی شده توسط نرم افزار، مدل خطی برای برازش ویسکوزیته نمونه‌های مایونز تعیین شد. همچنین پایداری حرارتی و چسبندگی بافت با مدل درجه دو به خوبی برازش شدند و مدل درجه

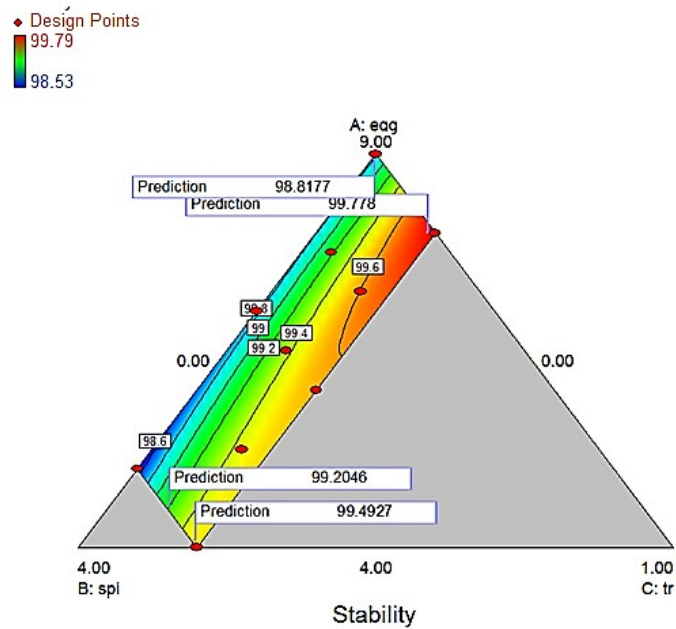
سه بهترین مدل پیش‌گو برای برآزش پایداری فیزیکی، سفتی بافت و پذیرش کلی نمونه‌های مایونز تعیین شد.

جدول ۳. نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی نمونه‌های مایونز برای متغیرهای مورد بررسی

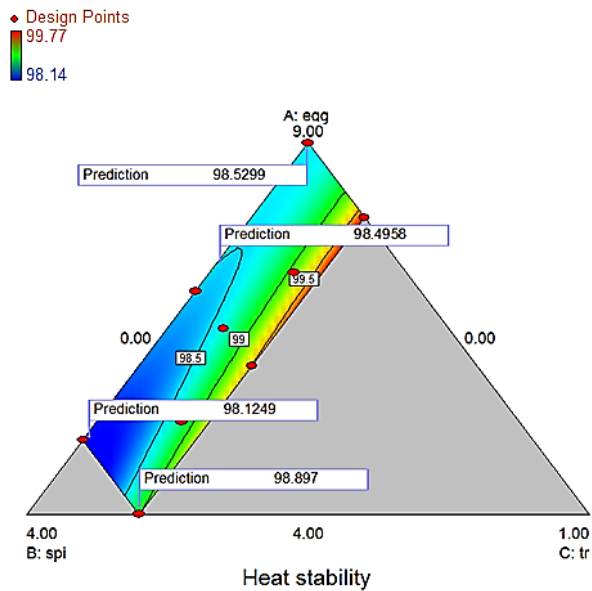
نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۷
پایداری فیزیکی (%)	پایداری حرارتی (%)	پایداری ویسکوزیته (Pa.s)	سفتی (gr)	چسبندگی (gr.s)	پذیرش کلی	
۱	۹۸/۵۲	۹۸/۹۵	۴۵/۲۰	۲۰۰/۵۷۲	۵۱۶۰/۷	۳/۹۲
۲	۹۸/۷۰	۹۸/۴۰	۳۱/۱۰	۱۲۴/۸۳۹	۳۲۲۴/۰	۳/۳۳
۳ (شاهد)	۹۸/۷۳	۹۸/۵۵	۳۲/۳۵	۱۴۶/۶۶۴	۳۶۱۹/۲	۳/۹۲
۴	۹۹/۶۲	۹۹/۵۷	۴۹/۸۴	۲۰۹/۵۲۰	۵۱۲۸/۹	۳/۷۵
۵	۹۹/۴۰	۹۸/۸۰	۴۱/۵۷	۱۸۸/۴۵۹	۴۶۶۰/۶	۳/۵۸
۶	۹۸/۵۳	۹۸/۱۴	۲۳/۷۰	۱۰۶/۲۸۸	۲۷۴۱/۱	۳/۰۸
۷	۹۹/۳۲	۹۸/۶۰	۳۵/۰۳	۱۴۶/۰۰۹	۳۶۳۸/۳	۳/۸۳
۸	۹۹/۷۹	۹۹/۷۷	۵۰/۲۸	۱۳۵/۳۱۵	۵۰۲۷/۵	۳/۳۳
۹	۹۹/۳۳	۹۸/۶۶	۴۱/۰۴	۱۶۶/۳۰۷	۴۱۹۹/۸	۳/۲۵
۱۰	۹۹/۵۵	۹۸/۹۷	۴۸/۴۵	۲۰۰/۲۴۴	۴۹۳۹/۵	۳/۴۲

پایداری مایونز: به‌طورکلی نمونه‌های مایونز تهیه شده، پایداری بالایی نشان دادند و به‌دنبال افزودن صمغ کتیرا و ایزوله پروتئین سویا به‌عنوان جایگزین تخم مرغ در فرمولاسیون، به‌دلیل افزایش ویسکوزیته فاز آبی و کاهش حرکت قطرات روغن، پایداری امولسیون‌ها افزایش یافت. پایداری امولسیون‌های محتوی مقدار چربی زیاد به‌دلیل اینکه ذرات به‌طورکامل به همدیگر پیوسته می‌باشند و توانایی حرکت از خود ندارند مناسب می‌باشد (مون و همکاران، ۲۰۰۹). بیش‌ترین پایداری فیزیکی و حرارتی مربوط به تیمارهای حاوی ایزوله پروتئین سویا و کتیرا (۵، ۹، ۱۰) و تیمارهای حاوی کتیرا و تخم‌مرغ (۴ و ۸) می‌باشد. همچنین کمترین میزان پایداری فیزیکی (۹۸/۵۳٪) در تیمار ۶ مشاهده گردید که این ممکن است به دلیل عدم استفاده از صمغ کتیرا و کاهش مقدار تخم مرغ در فرمولاسیون باشد. در کل همه تیمارهای مایونز تولیدی پایداری فیزیکی بالایی (بالاتر از ۹۸ درصد) نشان دادند. ابوقوش و همکاران (۲۰۰۸) با به‌کار بردن آیوتا کاراگینان و پروتئین گندم به‌عنوان جایگزین تخم مرغ

در فرمولاسیون مایونز به نتایج مشابهی دست یافتند. از نظر پایداری حرارتی، تیمار ۲ و ۶ کمترین میزان پایداری حرارتی را نشان دادند که این امر به دلیل ویسکوزیته پایین فاز پیوسته به دلیل عدم استفاده از صمغ کتیرا و کاهش میزان تخم مرغ می‌باشد. پایداری حرارتی نمونه‌های حاوی ایزوله پروتئین سویا به همراه کتیرا به طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر بود (به ترتیب تیمارهای ۱، ۵، ۸، ۱۰). پاسخ‌های فیزیکی و حرارتی با مدل‌های درجه ۳ و درجه ۲ به خوبی برازش شدند. معادلات پیش‌گوی حاصل برای پایداری فیزیکی و پایداری حرارتی از ضریب تبیین بالایی (به ترتیب ۹۷/۸ و ۹۸/۴ درصد) برخوردار هستند، بنابراین به خوبی برای پیش‌بینی تغییرات این شاخص‌ها قابل استفاده خواهند بود. ترکیب تخم مرغ با صمغ کتیرا (AC) و ترکیب ایزوله پروتئین سویا با صمغ کتیرا (BC) اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی پایداری حرارتی نشان دادند. شکل ۲ نمودار کانتور مخلوط پایداری فیزیکی نمونه‌های مایونز را نشان می‌دهد. مطابق شکل ۲، بیشترین پایداری فیزیکی به ترتیب در ضلع AC (تیمارهای تخم مرغ و کتیرا) و سپس ضلع BC (تیمارهای حاوی ایزوله پروتئین سویا و کتیرا) مشاهده شد. همان‌طور که در شکل ۳ نمودار کانتور مخلوط پایداری حرارتی نمونه‌های مایونز مشخص است، بیشترین پایداری حرارتی مربوط به ضلع AC (تیمارهای حاوی تخم مرغ و کتیرا) بود. یکی از عوامل مؤثر در پایداری نمونه‌های مایونز بر طبق قانون استوک، ویسکوزیته نمونه‌ها می‌باشد. با توجه به این که ویسکوزیته نمونه‌های ۸، ۴ و ۱۰ در مقایسه با سایر نمونه‌ها بالاتر بود، علت پایداری بیش‌تر این نمونه‌ها را می‌توان بالاتر بودن ویسکوزیته آن‌ها عنوان کرد. مون و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی تأثیر صمغ زانتان بر ویژگی‌های سس مایونز کم‌چرب، افزایش میزان پایداری نمونه‌های سس مایونز کم‌چرب حاصل را به دلیل افزایش ویسکوزیته نمونه‌ها گزارش کردند. کمترین ویسکوزیته و پایداری (فیزیکی و حرارتی) در تیمار ۶ (۴/۴۴٪ جایگزینی تخم مرغ با ایزوله پروتئین سویا و فاقد کتیرا) مشاهده شد. دلیل این امر ممکن است مربوط به کاهش ویسکوزیته به دلیل کاهش میزان تخم مرغ و فقدان صمغ کتیرا باشد که کاهش پایداری نمونه را به دنبال خواهد داشت.



شکل ۲- نمودار کانتور مخلوط پایداری فیزیکی نمونه‌های مایونز



شکل ۳- نمودار کانتور مخلوط پایداری حرارتی نمونه‌های مایونز

جدول ۴-مدل‌های پیشگو برای ویژگی‌های مایونز بر اساس متغیرهای ترکیب*

ضرایب مدل**									ویژگی
R ^۲ (adj)	R ^۲	$\beta_{۱۳}$	$\beta_{۲۳}$	$\beta_{۱۲}$	$\beta_{۱۲}$	$\beta_{۲}$	$\beta_{۲}$	$\beta_{۱}$	
۰/۹۳	۰/۹۷	-۶/۳۷	۲۳/۶۴	۲۳/۱۰	۰/۷۳	۸۵/۴۴	۹۸/۳۰	۹۸/۷۷	پایداری فیزیکی
۰/۹۶	۰/۹۸	-	-۳۷/۶۷*	-۳۶/۳۱*	۰/۸۵	۱۳۳/۶۶	۹۷/۸۵	۹۸/۵۳	پایداری حرارتی
۰/۹۵	۰/۹۶	-	-	-	-	۱۳۲/۲۱	۲۳/۷۰	۳۲/۹۵	ویسکوزیته
۰/۸۰	۰/۹۳	۱۴۲۰/۷۶	۶۹۹/۸۴	۱۱۶/۳۵	-۲۱/۲۹	۳۱/۷۷	۹۸/۲۱	۱۴۷/۱۹	سفتی
۰/۹۶	۰/۹۸	-	۹۳۶۰/۴۷	۳۴۴۷/۹۵	۲۳۹/۹۸	۸۴۴۶/۴۹	۲۴۷۹/۳۱	۳۵۵۹/۴۹	چسبندگی
۰/۹۹	۰/۹۹	-	۲/۵۳	۱/۱۸	-۲/۳۱	۸۱/۶۶	۸۴/۴۴	۸۷/۵۸	رنگ
۰/۵۰	۰/۸۳	۴/۸۸	-۴/۲۷	-۱۳/۰۱	-۰/۷۲	۱۱/۱۹	۲/۹۶	۳/۹۹	پذیرش کلی

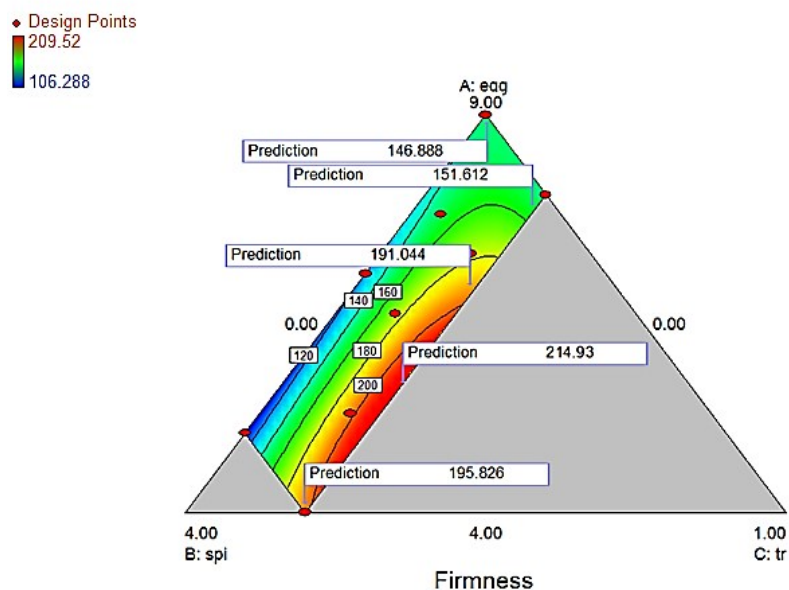
* β_1 = تخم مرغ، β_2 = ایزوله پروتئین سویا، β_3 = کتیرا

** علامت یک ستاره ($P < 0/05$)

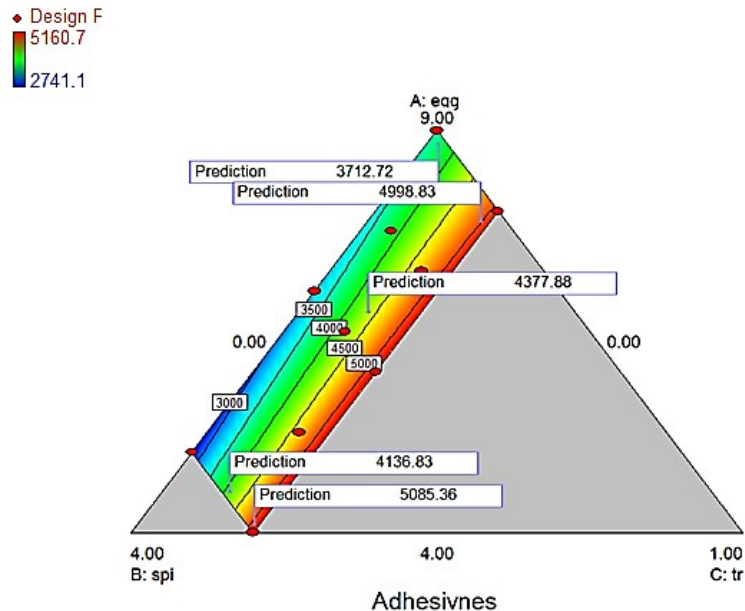
ویژگی‌های بافتی: نتایج آنالیز بافت (شکل‌های ۴ و ۵)، نشان داد که نمونه مایونز با ۵۵/۵٪ جایگزینی تخم مرغ با ایزوله پروتئین سویا و کتیرا، نسبت به سایر نمونه‌ها ساختار سفت تر و چسبندگی بیشتری داشت (تیمار ۱)، همچنین تیمار ۸ با ۴۱/۶٪ جایگزینی تخم مرغ با ایزوله پروتئین سویا و کتیرا ویژگی‌های بافتی مناسبی را از خود نشان داد در حالی که کمترین میزان سفتی در تیمار ۶ (۴۴/۴٪ جایگزینی تخم مرغ با ایزوله پروتئین سویا و بدون کتیرا) مشاهده شد. مقادیر پاسخ سفتی با مدل درجه ۳ به خوبی برازش شدند. شکل ۴ نمودار کانتور مخلوط مربوط به سفتی بافت را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، بیش‌ترین سفتی بافت مربوط به تیمارهای حاوی ایزوله پروتئین سویا و صمغ کتیرا (ضلع BC) می‌باشد که هر چه این ترکیب به سمت رأس B نزدیک می‌شود میزان سفتی افزایش می‌یابد اگرچه در ضلع AB با دور شدن از ضلع A و نزدیک شدن به ضلع B میزان سفتی کمتری در نمونه‌ها مشاهده می‌گردد که این نمونه‌ها حاوی تخم مرغ کمتر و ایزوله پروتئین سویا و فاقد صمغ کتیرا یا مقدار کتیرای اندک می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که افزودن ترکیبی از پروتئین- پلی ساکارید به عنوان جایگزین تخم مرغ، امولسیون پایدار روغن در آب تشکیل داده و موجب افزایش ویسکوزیته می‌گردد (ابوقوش و همکاران، ۲۰۰۸) و طبق نتایج بدست آمده مشاهده می‌شود که با افزایش جایگزینی تخم مرغ با ایزوله پروتئین سویا به همراه کتیرا میزان

سفتی نمونه‌ها افزایش خواهد یافت. این نتایج احتمالا به دلیل افزایش ویسکوزیته نمونه‌های حاوی سطوح بالای کتیرا و ایزوله پروتئین سویا می‌باشد. ویسکوزیته نمونه‌ها به طور جزئی و نه به طور کامل می‌تواند بازتابی از پارامترهای آنالیز بافت باشد (لیو و همکاران، ۲۰۰۷). نیکزاده و همکاران (۲۰۱۲) و لاکا و همکاران (۲۰۱۰) در تولید مایونز کم کلسترول پایدار شده توسط مخلوطی از پروتئین‌ها و صمغ‌ها به عنوان جایگزین تخم مرغ به نتایج مشابهی دست یافتند.

مطابق شکل ۵ بیشترین میزان چسبندگی در نمونه‌های حاوی ایزوله پروتئین سویا و کتیرا (تیمارهای ۱ و ۴) مشاهده شد و تیمار ۲ کمترین میزان چسبندگی را نشان داد. ضرایب رگرسیون برای پاسخ چسبندگی نشان داد که مدل درجه ۲ با ضریب تبیین ۹۸ درصد، برای پیش بینی تغییرات این پاسخ مناسب است. مطابق شکل ۵، بیشترین میزان چسبندگی در ضلع BC و کمترین میزان آن در ضلع AB و نزدیک به رأس B مشاهده شد.



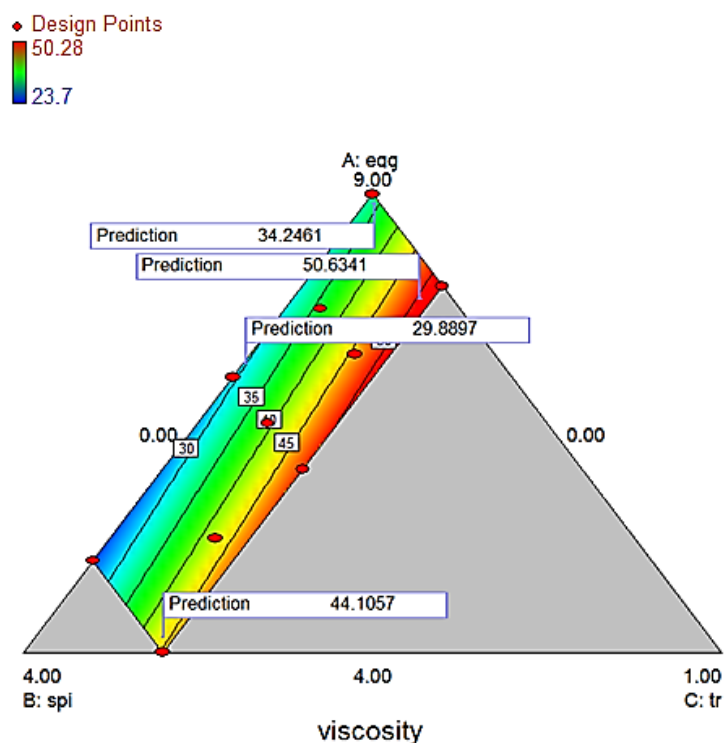
شکل ۴- نمودار کانتور مخلوط سفتی نمونه‌های مایونز



شکل ۵- نمودار کانتور مخلوط چسبندگی نمونه‌های مایونز

ویسکوزیته ظاهری: امولسیون‌ها با قرارگیری پروتئین در اطراف قطرات روغن که موجب جلوگیری از کوالسنس ذرات می‌شود، پایدار می‌شوند. در واقع پروتئین نقش امولسیون کننده و پایدارکننده دارد. همان طور که در شکل ۶ مشاهده می‌گردد، تیمارهای حاوی ترکیبی از ایزوله پروتئین سویا و کتیرا، ویسکوزیته ظاهری بالایی را نشان دادند (ضلع‌های BC و AC) که با حرکت به سمت رأس C این میزان بیشتر شد. تیمارهای ۶ و ۲ کمترین میزان ویسکوزیته ظاهری را نشان دادند. این امر می‌تواند به این دلیل باشد که پلی ساکاریدها مانند صمغ، نقش پایدار کننده داشته و عمل خود را از طریق افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته و کاهش حرکت قطرات روغن ایفا می‌کنند (لیو و همکاران، ۲۰۰۷) که عدم استفاده از صمغ در این دو فرمولاسیون موجب کاهش ویسکوزیته گردید. رهبری و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که ایزوله پروتئین جوانه گندم و صمغ زانتان با عمل امولسیون کنندگی و پایدار کنندگی خود، موجب کاهش حرکت قطرات روغن شده، فیلم ویسکوالاستیک در اطراف روغن تشکیل داده و به این ترتیب، امولسیون روغن در آب را پایدار می‌کند. سایر پژوهشگران با کاربرد

پروتئین آب پنیر به عنوان جایگزین تخم مرغ در مایونز (هرالد و همکاران، ۲۰۰۹) و یا با افزودن زانتان به سس سفید (ماندالا و همکاران، ۲۰۰۴)، به نتایج مشابهی دست یافتند. ویژگی ویسکوزیته به خوبی با مدل خطی برازش شد (ضریب تبیین ۰/۹۶).



شکل ۶- نمودار کانتور مخلوط ویسکوزیته نمونه‌های مایونز.

ارزیابی حسی: نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های مایونز تهیه شده در این پژوهش در جدول ۵ نشان داده شده است. از لحاظ آماری بین نمونه‌ها از نظر ظاهر تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. از لحاظ رنگ تیمار ۷ بیش‌ترین و تیمار ۶ کم‌ترین امتیاز مشاهده شد. در میان نمونه‌های تولید شده به لحاظ طعم، بالاترین امتیازها به تیمارهای ۱، ۳ و ۷ تعلق گرفت و کم‌ترین امتیاز به تیمارهای ۲ و ۶ (فاقد کنیرا) تعلق گرفت. به نظر می‌رسد ترکیب تخم‌مرغ با ایزوله پروتئین سویا و کنیرا، موجب پوشاندن بوی تند سرکه مایونز که از نظر برخی مصرف‌کنندگان مطلوب نیست، می‌گردد. همچنین ایزوله

محبوبه حیدری وینیچه و همکاران

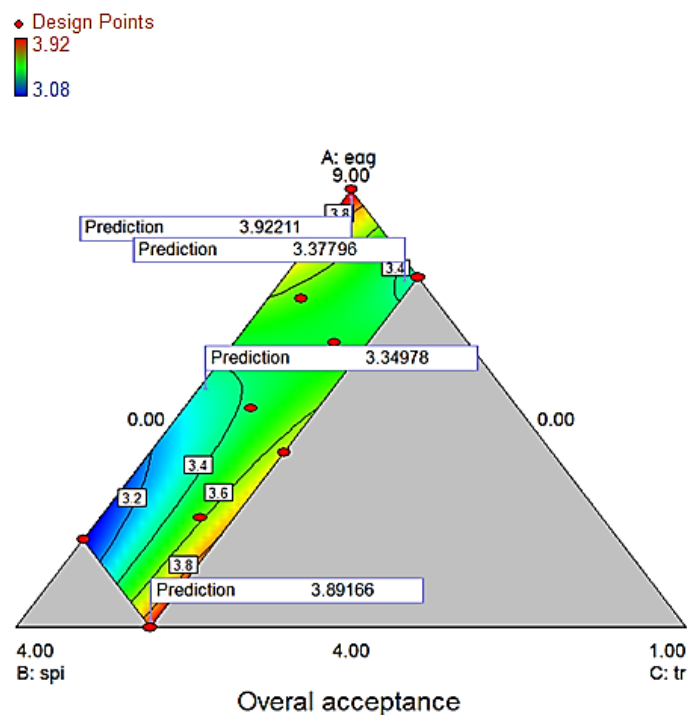
پروتئین سویا به همراه کتیرا طعم خاصی در نمونه‌های مایونز ایجاد می‌کند که از نظر برخی مصرف‌کنندگان، خوشایند می‌باشد. به همین سبب نمونه‌های دارای ترکیبی از تخم مرغ، ایزوله پروتئین سویا و کتیرا امتیازهای بالاتری کسب کردند. بر طبق نظر ارزیابان، بالاترین و پایین‌ترین امتیاز بافت به ترتیب به تیمارهای ۴ و ۶ تعلق گرفت که این دو تیمار از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. به نظر می‌رسد تیمار ۶ به دلیل فقدان کتیرا و مقدار تخم مرغ کم در فرمولاسیون دارای بافت شل‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها بود که از لحاظ مصرف‌کنندگان مورد پذیرش کم‌تری قرار گرفت. در نهایت از نظر پذیرش کلی، بین تیمار ۳ و ۴ با تیمار ۶، تفاوت معنی‌دار مشاهده شد و در بقیه نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۵- ارزیابی حسی نمونه‌های مایونز*

نمونه	ظاهر	رنگ	طعم	بافت	پذیرش کلی
تیمار ۱	۴/۲۵±۰/۲۷۹ ^a	۴/۲۵±۰/۱۷۹ ^a	۳/۹۲±۰/۱۹۳ ^a	۳/۷۵±۰/۲۷۹ ^{ab}	۳/۹۲±۰/۲۱۸ ^{ab}
تیمار ۲	۳/۷۵±۰/۳۲۹ ^a	۴/۰۰±۰/۲۴۶ ^{ab}	۳/۰۰±۰/۱۲۳ ^b	۳/۷۵±۰/۲۱۸ ^{ab}	۳/۳۳±۰/۱۸۸ ^{ab}
تیمار ۳	۴/۰۰±۰/۲۴۶ ^a	۳/۷۵±۰/۲۷۹ ^{ab}	۴/۰۸±۰/۲۸۸ ^a	۳/۹۲±۰/۲۸۸ ^{ab}	۳/۹۲±۰/۲۸۸ ^a
تیمار ۴	۴/۱۷±۰/۲۰۷ ^a	۳/۸۳±۰/۲۰۷ ^{ab}	۳/۵۰±۰/۳۳۷ ^{ab}	۴/۱۷±۰/۲۷۱ ^b	۳/۷۵±۰/۲۲۹ ^a
تیمار ۵	۴/۱۷±۰/۲۴۱ ^a	۳/۶۷±۰/۲۲۵ ^{ab}	۳/۵۰±۰/۳۷۹ ^{ab}	۳/۹۲±۰/۲۸۸ ^{ab}	۳/۵۸±۰/۲۸۸ ^{ab}
تیمار ۶	۳/۷۵±۰/۳۲۹ ^a	۳/۲۵±۰/۳۰۵ ^b	۲/۹۲±۰/۳۷۹ ^b	۳/۱۷±۰/۳۲۲ ^a	۳/۰۸±۰/۳۳۶ ^b
تیمار ۷	۳/۹۲±۰/۳۳۶ ^a	۴/۴۲±۰/۲۸۸ ^a	۴/۰۰±۰/۲۱۳ ^a	۴/۰۰±۰/۲۴۶ ^{ab}	۳/۸۳±۰/۲۰۷ ^{ab}
تیمار ۸	۴/۰۸±۰/۲۶۰ ^a	۴/۱۷±۰/۲۹۷ ^a	۳/۴۲±۰/۲۸۸ ^{ab}	۳/۷۵±۰/۳۲۹ ^{ab}	۳/۳۳±۰/۲۲۵ ^{ab}
تیمار ۹	۳/۶۷±۰/۳۱۰ ^a	۳/۸۳±۰/۲۴۱ ^{ab}	۳/۶۷±۰/۲۵۶ ^{ab}	۴/۰۰±۰/۲۱۳ ^{ab}	۳/۲۵±۰/۲۵۰ ^{ab}
تیمار ۱۰	۳/۵۸±۰/۲۸۸ ^a	۳/۸۳±۰/۲۹۷ ^{ab}	۳/۶۷±۰/۲۵۶ ^{ab}	۳/۵۸±۰/۳۹۸ ^{ab}	۳/۴۲±۰/۲۲۹ ^{ab}

*حروف مشابه در ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) می‌باشد.

مطابق جدول ۵، پذیرش کلی به خوبی با مدل درجه سه برازش شد و ۰ نمودار کانتور مخلوط پذیرش کلی نمونه‌های مایونز در شکل ۷ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود پذیرش در نزدیک به رأس A (تیمارهای حاوی تخم مرغ بیشتر) و همچنین در ضلع BC و نزدیک به رأس B (تیمارهای حاوی مقدار بالای SPI به همراه کتیرا) حداکثر بود. کمترین پذیرش کلی در ضلع AB و نزدیک به رأس B (تیمارهای حاوی ایزوله پروتئین سویا و بدون کتیرا) مشاهده شد.



شکل ۷- نمودار کانتور مخلوط پذیرش کلی نمونه‌های مایونز

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، ایزوله پروتئین سویا و صمغ کتیرا قابلیت استفاده به عنوان جایگزین تخم مرغ در مایونز را دارند و استفاده از ترکیب آن‌ها در فرمولاسیون سس مایونز باعث بهبود ویژگی‌های بافتی، پایداری و ویسکوزیته فرآورده می‌گردد. بنابراین می‌توان نتیجه گیری کرد که با استفاده از ترکیب مناسبی از ایزوله پروتئین سویا و کتیرا، می‌توان مقدار تخم مرغ مایونز را تا حد قابل توجهی کاهش داده و سس مایونز کم کلسترول با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی مطلوب تولید نمود.

منابع

Abu ghoush, M., samhour, M., Al-holy, M., and herald, T. 2008. Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gum-protein emulsifier in a model mayonnaise system. Journal of food engineering, 84: 348-357.

- Anton, M., Martinet, V., Dalgarrondo, M., Beaumal, V., David-briand, E., and Rabesona, H. 2003. Chemical and structural characterization of low-density lipoproteins purified from hen egg yolk. *Food chemistry*, 83:175-183.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, vol. Ii. Arlington, va: association of official analytical chemists.
- Bligh, E.G., and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 37:911-917.
- Depree, J.A., and Savage, G.P. 2001. Physical and flavor stability of mayonnaise. *Journal of food science and technology*, 12: 157-163.
- Farahnaki, A., Majzoubi, M., and Mesbahi, G.H. 2009. Properties and applications of hydrocolloids in food and pharmaceutical. Publication of Agricultural Science.
- Garcia, K.M. 2006. Quality characterization of cholesterol- free mayonnaise- type spreads containing rice bran oil. A thesis: Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Department of Food Science.
- Herald, T.J., Abugoush, M., and Aramoun, F. 2009. Physical and sensory properties of egg yolk and egg yolk substitutes in a model mayonnaise system. *Journal of texture studies*, 40: 692-709.
- Heravi, M. 1992. Isolation and identification of tragacanth. Gum mono-saccharides. *Journal of chemistry and Chemical Engineering of Iran, Ferdowsi University of Mashhad Institute of Standards and Industrial Research of Iran*, chemical tests of mayonnaise, Standard No. 2454.
- Laca, A., Saenz, M.C., Paredes, B., and Diaz, M. 2010. Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaise prepared using egg yolk granules as emulsifying agent. *Journal of Food Engineering*, 97:243-252.
- Liu, H., Xu, X.M., and Guo, Sh.D. 2007. Rheological, texture and sensory properties of low fat mayonnaise with different fat mimetics. *Journal of Food Science and Technology*, 40:946-954.
- Mandala, I.G., Savvas, T.P., and Kostaropoulos, A.E. 2004. Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white model-sauce. *Journal of Food Engineering*, 64(3): 335-342.
- Mun, S., Kim, Y.L., Kang, C., Kang, C., Shim, J., and Kim, Y. 2009. Development of reduced-fat mayonnaise using 4[alpha] gtase-modified rice starch and xanthan gum. *International journal of biological macromolecules*, 44(5):400-407.
- Nasari, A., taslimi, A., seyedin, S. M., haratian, P., abadi, A. 2009. Effect of soy protein isolate on macaroni properties. *Journal of Food Science and Technology*. 6:2

- Nikzade, V., M.M. Tehrani, et al. 2012. Optimization of low cholesterol-low fat mayonnaise formulation: Effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach. *Food Hydrocolloids*. 28(2):344-352.
- Rahbari, M. 2012. Use of wheat germ protein in the formulation of mayonnaise. M.Sc Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
- Ravaghi, M., Mazaheri tehrani, M., and Asoudeh, A. 2013. Effect of soy flour fat on the chemical and functional properties of it's protein isolates. *Journal of Food Research*. 23(1):60-67.
- Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., and Jamnong, P. 2006. B-glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food hydrocolloids*, 20: 68-78.
- Zaric, D.B., Pajin, B.S., Rakin, M.B., Seres, Z.I., Dokic, L.P., and tomic, J.M. 2011. Effect of soya milk on nutritive, antioxidative, reological and textural properties of chocolate produced in a ball mill. *Hemijaska industrija*, 65(5):563-573.

Application of soy protein isolate and tragacanth gum as egg substitutes in mayonnaise

M. Heidari vinicheh¹, M. Aalami^{*2}, M. Kashaninejad² and S. Amiri aghdai³

¹M.Sc. Student, Dept. of Food Science and Technology, University of Agriculture Science and Natural Resources, Gorgan, ²Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, University of Agriculture Science and Natural Resources, Gorgan, ³Instructor, Department of Food Science and Technology, Baharan Institute of High Education, Gorgan

Abstract

The aim of this research work was to study the effect of soy protein isolate and tragacanth gum, as egg substitutes, on mayonnaise properties using “optimal mixture design method”. For this purpose, emulsions were prepared with different levels of egg (4-9%), tragacanth (0-1%) and soy protein isolate (0-4%) and effects of egg substitution on stability, heat stability, viscosity, texture, physicochemical and sensory characteristics of mayonnaise samples were evaluated. Selecting an appropriate model, mixed contour graph was drawn for each of the responses. The linear model was found the best fitted for viscosity. In addition, the quadratic model was adequately fitted to the response of heat stability and adhesiveness while the special cubic model was found the best fitted for stability, firmness and overall acceptance responses. According to the results, with increasing levels of egg replacement by tragacanth and soy protein isolate, stability in all samples except 2 and 6 (replacement with soy protein isolates, no tragacanth) compared to the control sample increased. Generally, all treatments showed a stability of higher than 98%. Viscosity of all samples except for samples 2 and 6 (replacement with soy protein isolate, no tragacanth) increased compared to the control sample. The highest rating for hardness was recorded for samples 4 and 1 (33% and 55% replacement with SPI and tragacanth gum, respectively). Generally, samples containing soy protein isolate and tragacanth had acceptable quality in terms of investigated properties. So, by using the right concentrations of tragacanth and soy protein isolate, it is possible to greatly reduce the amount of egg in mayonnaise.

Keywords: Egg substitute, Mayonnaise, Soy protein isolate, Tragacanth

*Corresponding author; mehranalami@gau.ac.ir

