نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۲، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۳۹۵ ص.۶۰-۴۹

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 12, No. 1, Apr. May. 2016, p. 49- 60

امکان استفاده از صمغ‌کتیرا و پودرآب‌پنیر به عنوان جایگزین تخم‌مرغ در فرمولاسیون سس مایونز

سید سهیل امیری عقدایی*[۱]، مرتضی خمیری[۲]، مهران اعلمی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۱۳

چکیده

در این پژوهش امکان استفاده از پودر آب پنیر و صمغ کتیرا بعنوان جایگزین تخم‌مرغ در سس مایونز مورد مطالعه قرار گرفت. بمنظور بهینه‌یابی فرمولاسیون سس مایونز کم کلسترول، از طرح آماری مخلوط استفاده شد. تیمارها با ترکیب تخم‌مرغ (۰-۱۰ گرم)، پودر آب پنیر (۰-۱۰ گرم) و ژل صمغ کتیرا (۰-۱۰ گرم) با استفاده از نرم افزار مینی‌تب تعیین شد و پایداری، ویسکوزیته، ویژگی‌های حسی و بافتی سس مایونز کم کلسترول مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون پایداری نشان داد که به استثنای نمونه‌های M5 (تخم مرغ صفر، صمغ کتیرا صفر و ۱۰ گرم پودر آب پنیر)، M8 (تخم مرغ صفر، ۱۰ گرم صمغ کتیرا و پودر آب پنیر صفر) و M10 (تخم مرغ صفر، ۵ گرم صمغ کتیرا و ۵ گرم پودر آب پنیر) سایر نمونه‌ها صد در صد پایدار بودند. به لحاظ ویسکوزیته بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در نمونه‌های M6 (۳/۳۳ گرم تخم مرغ ، ۳/۳۳ گرم صمغ کتیرا و ۳/۳۳ گرم پودر آب پنیر) و M5 (تخم مرغ صفر، صمغ کتیرا صفر و ۱۰ گرم پودر آب پنیر) مشاهده شد. از نظر سفتی و چسبندگی بیشترین مقدار متعلق به نمونه M6 (۳/۳۳ گرم تخم مرغ ، ۳/۳۳ گرم صمغ کتیرا و ۳/۳۳ گرم پودر آب پنیر) و کمترین مقدار در نمونه M5 (تخم مرغ صفر ، صمغ کتیرا صفر و ۱۰ گرم پودر آب پنیر) بود. بیشترین میزان روشنی نیز در نمونه M1 (۵ گرم تخم مرغ ، ۵ گرم صمغ کتیرا و پودر آب پنیر صفر) مشاهده شد. در نهایت نتایج حاصل از بهینه‌یابی فرمولاسیون نشان داد که مقادیر ۲/۱۷ گرم تخم مرغ، ۵/۲۸ گرم صمغ کتیرا و ۲/۷۴ گرم پودر آب پنیر ، ترکیب مناسبی جهت جایگزینی تخم مرغ در سس مایونز و تولید فرآورده کم کلسترول می‌باشد.

واژه‌های کلیدی : سس مایونز، صمغ کتیرا، بهینه یابی، پودرآب پنیر.

مقدمه

سس مایونز نوعی امولسیون روغن در آب است که از امولسیون-شدن روغن‌های گیاهی خوراکی در یک فاز مایع حاوی سرکه به وجود می‌آید. این فرآورده به طریقه سنتی از اختلاط زرده تخم‌مرغ، سرکه، ادویه‌جات به‌ویژه خردل و سایر افزودنی‌های غذایی نظیر نمک و شکر و نگهدارنده‌ها حاصل می‌شود (مقصودی، ۱۳۸۴). ویژگی‌های بافتی، پایداری امولسیون و همچنین طعم و رنگ سس مایونز بستگی به تخم‌مرغ مورد استفاده در آن دارد. زرده تخم‌مرغ نوعی امولسیون-کننده طبیعی است که به علت دارا بودن پروتئین‌های فعال سطحی نظیر لیویتن و فسویتین و لیپوپروتئین‌هایی مانند لیپوویتلین و لیپوویتلنین اطراف ذرات روغن لایه‌ای ایجاد کرده و از به هم پیوستن و تجمع ذرات روغن جلوگیری می‌کند. در نتیجه زرده تخم‌مرغ شبکه-ای ژل مانند در سس مایونز تشکیل داده، که همین امر ویژگی‌های رئولوژیکی ویژه امولسیون سس مایونز را موجب می‌شود (Breeding and Beyer., 2000). تخم مرغ علاوه بر ویژگی امولسیون‌کنندگی، منبعی غنی از پروتئین، فسفولیپیدها، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی است. اما امروزه با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته اثبات شده است که مصرف مداوم تخم مرغ به علت بالا بودن کلسترول موجود در زرده آن موجب شیوع بیماری‌های قلبی- عروقی در افراد می‌شود (Paraskevopoulou *et al*., 1999). از این رو بالا بودن میزان کلسترول در سس مایونز به علت استفاده از تخم‌مرغ در فرمولاسیون این فرآورده، موجب شده است تا برخی از مصرف‌کنندگان آن را بعنوان ماده غذایی زیان بخش برای سلامتی تلقی کنند. بنابراین می‌بایست به نوعی از امولسیون کننده‌های مختلف جهت کاستن میزان زرده تخم‌مرغ، با هدف کاهش میزان کلسترول و افزایش ارزش تغذیه‌ای سس مایونز استفاده کرد. اما با

۱- مربی گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی بهاران گرگان.
۲و ۳- دانشیار و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم و کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
(*- نویسنده مسئول: (Email: amiri516@yahoo.com

توجه به این‌که زرده تخم‌مرغ علاوه بر ارزش تغذیه‌ای، امولسیون‌کننده نیز بوده و بر ویژگی‌های حسی، طعم و بافت نیز موثر است، در صورت کاهش آن، کیفیت اولیه ماده غذایی از دست می‌رود. ولی می‌توان با انتخاب جایگزین‌های مناسب برای زرده تخم مرغ در مقادیر معین، مایونزی با بافت مطلوب همانند مایونز اولیه تولید نمود.

صمغ کتیرا، ماده مترشحه خشک شده طبیعی حاصل از ساقه نوعی گون از جنس آستراگالوس (*Astragalus*) است. این صمغ از نظر شیمیایی از دو بخش محلول و نامحلول تشکیل شده است که به ترتیب تراگاکانتین و باسورین نامیده می‌شود. صمغ کتیرا توسط سازمان غذا و داروی آمریکا در ردیف مواد غذایی سالم اعلام شده است. این صمغ در صنایع غذایی بعنوان پایدار کننده، امولسیون‌کننده، قوام‌دهنده، جایگزین چربی و غیره استفاده می‌شود (فرحناکی و همکاران، ۱۳۸۸). آب پنیر فاز محلول شیر است که بعد از انعقاد کازئین در اثر عمل مایه پنیر یا باکتری‌های لاکتیکی از لخته جدا می‌شود. آب پنیر حاوی لاکتوز، پروتئین‌های محلول یا پروتئین‌های آب پنیر، مواد معدنی محلول، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها و آنزیم‌ها است. پروتئین‌های آب پنیر، به طور عمده شامل بتا لاکتوگلوبولین، آلفالاکتالبومین، ایمونوگلوبولین و لاکتوفرین می‌باشد، که رفتار بتالاکتوگلوبولین در پروتئین‌های آب پنیر غالب است. پروتئین‌های آب پنیر از نظر ارزش تغذیه‌ای بهترین و کامل‌ترین پروتئین‌های طبیعت محسوب شده و دارای ویژگی‌های عملکردی بسیار مناسبی از جمله ژلاتینه‌شدن، پایداری حرارتی، تشکیل کف و امولسیون‌کنندگی می‌باشند.

در سالیان اخیر پژوهش‌هایی به منظور کاستن میزان تخم‌مرغ و کلسترول در سس مایونز و همچنین جایگزینی آن با سایر ترکیبات صورت گرفته است. در این زمینه Herald و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر استفاده از نشاسته اصلاح شده، پروتئین گندم، کنسانتره و ایزوله آب پنیر و مخلوط برخی از صمغ‌ها را به عنوان جایگزین تخم مرغ در سس مایونز بررسی کرده و گزارش کردند، در مقادیر ۱۰۰ درصد جایگزینی، همه ترکیبات به استثنای ایزوله پروتئین آب پنیر پایداری خوبی نشان دادند. Abu Ghoush و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که می‌توان از یوتا کاراگینان و پروتئین گندم به عنوان عامل امولسیون‌کننده و جایگزین تخم‌مرغ در سیستم امولسیونی سس مایونز استفاده کرد. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد، در صورت استفاده از مقدار ۰/۱ درصد یوتاکاراگینان و ۴ درصد پروتئین گندم بهترین نتیجه به لحاظ ویژگی‌های حسی و پایداری مایونز حاصل می‌شود. در پژوهشی دیگر از سطوح مختلف کنسانتره آب پنیر به عنوان جایگزین تخم مرغ در بستنی استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش میزان کنسانتره آب پنیر موجب افزایش میزان هوادهی، ویسکوزیته و بهتر شدن بافت بستنی می‌شود (Alfaifi and Stathopoulos., 2010). در راستای استفاده از صمغ کتیرا در فرمولاسیون مواد غذایی تحقیقات متعددی صورت گرفته است. از آن جمله عالم زاده و همکاران (۱۳۸۹) ضمن مقایسه تأثیر دوگونه صمغ کتیرا بر ویژگی‌های رئولوژیکی سس مایونز، تأثیر معنی‌دار این صمغ‌ها را بر رفتار ویسکوالاستیک نشان دادند و بیان کردند که مدل هرشل بالکی مدل مناسب جهت پیشگویی رفتار جریان نمونه‌های مایونز بود. از طرفی منصوری‌پور و همکاران (۱۳۹۰) نیز با افزودن صمغ کتیرا به سس مایونز و بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی و پایداری آن گزارش کردند که تمامی نمونه‌ها رفتار غیرنیوتنی، رقیق‌شونده با برش و تیکسوتروپیک داشتند. در پژوهشی دیگر از صمغ کتیرا به عنوان پایدار کننده در فرمولاسیون سس مایونز استفاده شد. این پژوهش‌گران گزارش کردند از کتیرا می‌توان بعنوان پایدارکننده و جایگزینی مناسب به جای قوام دهنده‌های وارداتی در فرمولاسیون سس مایونز بهره برد. از سوی دیگر امیری و همکاران (۱۳۸۹) ضمن استفاده از مالتودکسترین و صمغ کتیرا به عنوان مقلد چربی در فرمولاسیون سس مایونز گزارش کردند که به لحاظ رفتار رئولوژیکی تمامی نمونه‌ها رفتار رقیق‌شونده با برش داشته و مدل قانون توان به خوبی قادر به پیشگویی رفتار نمونه‌های مایونز بود. از نظر ویژگی های حسی نیز استفاده از کتیرا و مالتودکسترین موجب بهبود ویژگی‌های حسی سس مایونز کم چرب شد.

با توجه به بررسی منابع صورت گرفته مشخص شده است، تاکنون پژوهشی در زمینه استفاده از صمغ کتیرا و پودر آب پنیر به عنوان جایگزین تخم مرغ در فرمولاسیون سس مایونز صورت نگرفته است. بنابراین در پژوهش حاضر قصد بر این است که از صمغ کتیرا و پودر آب پنیر به عنوان جایگزین تخم‌مرغ در فرمولاسیون سس مایونز استفاده شود.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

مواد اولیه مورد استفاده در این پژوهش جهت تولید سس مایونز شامل روغن (روغن سویا شرکت عالیا گلستان)، آب، تخم‌مرغ، سرکه سفید (شرکت وردا)، ادویه‌جات و کتیرای نواری (فروشگاه گیاهان دارویی شهر گرگان)، پودر آب پنیر (شرکت پگاه گلستان) بود.

روش‌ها

آماده‌سازی کتیرا

بمنظور آماده‌سازی کتیرا جهت استفاده در فرمولاسیون، کتیرای نواری به وسیله آسیاب آزمایشگاهی (آیکا، مدل A-10 ، آلمان) پودر شده و سپس از الک با قطر منافذ ۵۰۰ میکرون عبور داده شد. جهت نگهداری پودر کتیرا از بسته‌بندی‌های پلاستیکی غیر قابل نفوذ به رطوبت استفاده شد.

تولید سس مایونز

بمنظور تهیه سس مایونز کم کلسترول ابتدا آب، مواد پودری (شامل نمک، شکر، ادویه‌جات و صمغ کتیرا و پودر آب پنیر) و تخم-مرغ با نسبت‌های ارائه شده در جدول ۱ درون همزن ریخته شد و پس از اختلاط کامل (به مدت ۲ دقیقه) ابتدا روغن به تدریج و به صورت قطره قطره و پس ازآن به صورت لایه‌ای باریک طی مدت زمان حدود ۹ دقیقه اضافه شد. در انتها پس از تشکیل امولسیون با بافت مناسب به تدریج سرکه به مخلوط اضافه گردید. مخلوط نهایی با استفاده از همگن ساز (اولتراتاراکس مدل تی ۸۱۰، آلمان) با دور بالا (۱۰۰۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۵ دقیقه همگن شد. لازم به ذکر است که برای هر تیمار مقدار یک کیلوگرم نمونه تهیه شد (Worrasinchai *et al*., 2006).

پایداری نمونه‌ها

برای اندازه‌گیری پایداری نمونه‌های مایونز، ۲۵ گرم نمونه در لوله سانتریفوژ توزین و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ (سانتریفوژ سنتوریون مدل کا ۲۰۴۲) (۳۰۰۰ دور در دقیقه) شد. سپس نمونه‌های سانتریفوژ شده به مدت ۴۸ ساعت در آون (۵۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد و پس از این مرحله لایه روغن جدا شده از مایونز دور ریخته شد (Mun *et al*.,2009). در نهایت پایداری امولسیون برحسب درصد و با استفاده از معادله زیر تعیین شد:

(۲) ۱۰۰× (وزن اولیه /وزن رسوب سانتریفوژ)= پایداری امولسیون(٪)

اندازه‌گیری ویسکوزیته

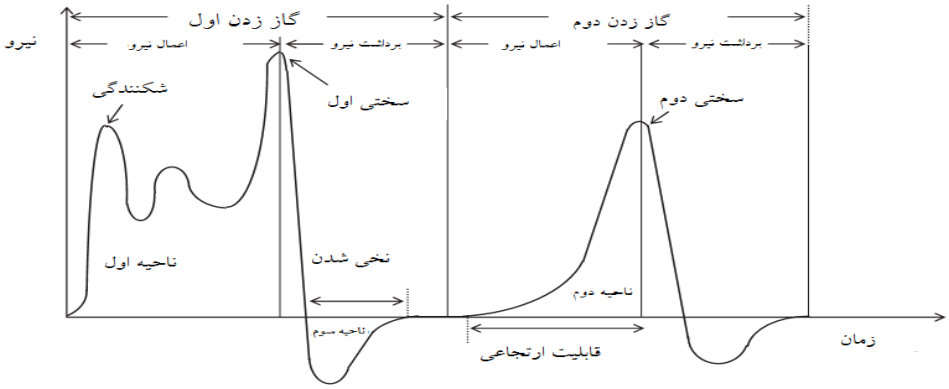
به منظور اندازه‌گیری ویسکوزیته نمونه‌ها از ویسکومتر برنامه پذیر بروکفیلد مدل DV-II استفاده شد. به‌طوری که مقدار ۵۰۰ گرم نمونه درون بشر۶۰۰ میلی‌لیتر ریخته شد و با استفاده از اسپیندل شماره ۷ و درسرعت ۱۰۰ دور در دقیقه میزان ویسکوزیته نمونه‌ها بر حسب سانتی‌پوآز گزارش شد.

ویژگی‌های بافتی

جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی نمونه‌های مایونز، از دستگاه آنالیز بافت (شرکت بروکفیلد مدل LFRA، آمریکا) با سلول بارگذاری ۴۵۰۰ گرم استفاده شد. پروب مورد استفاده در این آزمون از نوع استوانه‌های با قطر ۳۵ میلی‌متر، سرعت نفوذ پروب به داخل نمونه یک میلی‌متر در ثانیه و عمق نفوذ آن ۳۰ میلی‌متر انتخاب شد. لازم به ذکر است که جهت انتخاب نوع پروب مناسب و سایر پارامترهای مورد استفاده از دستورالعمل شرکت سازنده استفاده شد.

جدول ۱- مقدار ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون نمونه های مختلف مایونز کم کلسترول (درصد وزنی)

ترکیبات	روغن	تخم مرغ	ژل کتیرا ۲ درصد	پودر آب پنیر	سرکه	خردل	نمک	زانتان	بنزوات سدیم	شکر	آب
مقادیر	۶۶	۱۰-۰	۱۰-۰	۱۰-۰	۱۳	۰/۳	۰/۵	۰/۲	۰/۰۷	۴	۶



شکل۱- نمونه‌ای از منحنی TPA حاصل از دستگاه آنالیز بافت

(سفتی): حداکثر نیرو طی اولین چرخه فشرده شدن. (انسجام): نسبت مساحت ناحیه ۲ به ناحیه ۱. (چسبندگی): عبارت است از ناحیه نیروی منفی حاصل از گاز زدن اول که بیانگر کار لازم جهت بیرون کشیدن پروب دستگاه از داخل نمونه می‌باشد (قنبرزاده،۱۳۸۸).

رنگ سنجی

بمنظور اندازه‌گیری ویژگی‌های رنگی نمونه‌های مایونز از دستگاه رنگ‌سنج (مدل لاویباند سیستم – ۵۰۰، کشور انگلستان) استفاده شد. به‌طوری که اندیس*L بیانگر روشنی نمونه، اندیس *b+ گرایش به زردی و*b- گرایش به آبی و اندیس*a+ گرایش به قرمزی و *a-

گرایش به سبزی نمونه‌ها می‌باشد.

ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی نمونه‌های مایونز، پس از انجام آزمون‌های اولیه ۱۰ نفر به عنوان ارزیاب انتخاب شدند. جهت انتخاب داوران از آزمون مثلثی[1] 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. جهت ارزیابی نمونه‌های اصلی از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده شد. در این روش به هر داور یک ظرف حاوی نمونه که با کدهای سه رقمی شماره‌گذاری شده بودند، یک قاشق، یک لیوان آب، یک قطعه نان به همراه یک فرم امتیاز-دهی داده شد. هر داور تمام نمونه‌ها را به صورت تصادفی ارزیابی کرده و بین هر نمونه آب نوشیده شد. به این ترتیب ۷ فاکتور تأثیرگذار سس مایونز شامل ظاهر (درخشندگی، شفافیت)، رنگ (مطلوبیت رنگ معمول مایونز و کرمی بودن)، طعم (شدت طعم)، قوام، بافت (یکنواختی و سفتی)، مالش پذیری و در نهایت پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش به منظور بهینه‌یابی مقادیر مناسب ژل کتیرا و پروتئین آب پنیر بعنوان جایگزین تخم مرغ در فرمولاسیون سس مایونز از طرح آماری مخلوط استفاده شد که در نهایت ترکیب چندگانه از ۱۰ مخلوط حاصل شد (جدول ۲). به منظور طراحی آزمایش‌ها، آنالیز نتایج و رسم نمودارها از نرم افزار مینی تب (نسخه ۱۶) استفاده شد. بدین منظور از معادلات مناسب برای نشان دادن رابطه هریک از متغیرهای وابسته در مدل رگرسیونی با متغیرهای مستقل، نمودار کانتور مخلوط[2] آن به وسیله نرم افزار مذکور ترسیم شد. برای ارزیابی صحت مدل‌های برازش داده شده، مقادیر R^2 و R^2 تصحیح شده مدل تعیین شدند.

نتایج و بحث

پایداری نمونه‌های مایونز

پایداری سس‌های امولسیونی نظیر سس مایونز یکی از عوامل بسیار مهم در تهیه آن‌ها و رضایت‌مندی مصرف‌کنندگان می‌باشد. بطور کلی امولسیون پایدار به امولسیونی اطلاق می‌شود که ادغام و تجمع ذرات روغن و خامه‌ای شدن در آن رخ ندهد. نتایج پایداری نمونه‌های تهیه شده در این پژوهش در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود کمترین میزان پایداری در نمونه-های M5 (تخم مرغ صفر، صمغ کتیرا صفر،۱۰ گرم پودر آب پنیر) ، M8 (تخم مرغ صفر، ۱۰گرم صمغ کتیرا، پودر آب پنیر صفر) و M10 (۵گرم صمغ کتیرا و ۵ گرم پودر آب پنیر) مشاهده شد، در صورتی که سایر نمونه‌ها دارای پایداری کامل (صد در صد) بودند. در همین راستا Abu Ghoush و همکاران (۲۰۰۸) ضمن استفاده از کاراگینان و پروتئین گندم بعنوان جایگزین تخم‌مرغ در سس مایونز گزارش کردند، کاراگینان و پروتئین گندم به خوبی قادر به تولید امولسیون پایدار سس مایونز می‌باشند، همچنین Herald و همکاران (۲۰۰۹) نیز با استفاده از کنسانتره آب پنیر و صمغ شنبلیله نشان دادند قادر به حذف تخم مرغ از فرمولاسیون سس مایونز می‌باشند. بطور کلی به استثنای نمونه‌های M5 (تخم مرغ صفر، صمغ کتیرا صفر،۱۰ گرم پودر آب پنیر) ، M8 (تخم مرغ صفر،۱۰گرم صمغ کتیرا، پودر آب پنیر صفر) و M10 (۵گرم صمغ کتیرا و ۵ گرم پودر آب پنیر) سایر نمونه‌های تهیه شده در این پژوهش از پایداری خوبی برخوردار بودند. ممکن است دلیل پایداری کامل برخی از نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌های ناپایدار بدون تخم‌مرغ، واکنش پروتئین‌های تخم‌مرغ با پروتئین‌های آب پنیر و صمغ کتیرا باشد که باعث کاهش کشش سطحی قطرات روغن شده و با ایجاد یک لایه سطحی بر روی ذرات روغن مانع از ناپایداری امولسیون می‌گردد.

همان‌طورکه در جدول ۴ نشان داده شده است، پاسخ‌های آزمون پایداری، با مدل درجه سه به خوبی برازش شد و ضریب تبیین آن ۹۴/۶۸ بود. مطابق این جدول ترکیب تخم‌مرغ و صمغ کتیرا، تخم مرغ و پودر آب پنیر و همچنین صمغ کتیرا و پودر آب پنیر اثر قابل ملاحظه‌ای روی میزان پایداری نمونه‌های مایونز داشتند. شکل۲ نمودار کانتور مخلوط میزان پایداری نمونه‌های مایونز کم کلسترول را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل نمونه‌هایی که فاقد تخم‌مرغ در فرمولاسیون خود بودند و در ترکیب آنها فقط از پودر آب پنیر و صمغ کتیرا استفاده شده بود، دارای کمترین میزان پایداری بودند.

ویسکوزیته

نتایج آزمون ویسکوزیته در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس این جدول بیشترین میزان ویسکوزیته مربوط به نمونه M6 (۳/۳۳ گرم تخم‌مرغ، ۳/۳۳ گرم صمغ کتیرا و ۳/۳۳ گرم پودر آب پنیر) بود. کمترین میزان ویسکوزیته نیز در نمونه M5 (۱۰ گرم پودر آب پنیر) مشاهده شد. مطابق جدول ۴ مقادیر پاسخ ویسکوزیته با مدل درجه ۳ برازش شد و ضریب تبیین آن ۹۸/۲۹ گزارش شد. بر همین اساس ترکیب تخم‌مرغ و صمغ کتیرا، تخم‌مرغ و پودر آب پنیر و همچنین ترکیب تخم‌مرغ، صمغ کتیرا و پودر آب پنیر اثر قابل ملاحظه‌ای بر ویسکوزیته نمونه‌های مایونز کم‌چرب داشتند.

1Tree angle test
2Mixture Contour plot

جدول ۲- تیمارهای آزمایش بر اساس متغیرهای فرمول در طرح مخلوط (متغیرها بر حسب گرم)

تیمار	تخم مرغ	صمغ کتیرا	پودر آب پنیر
M1	۵	۵	۰
M2	۱۰	۰	۰
M3	۵	۰	۵
M4	۱/۶۶	۶/۶۶	۱/۶۶
M5	۰	۰	۱۰
M6	۳/۳۳	۳/۳۳	۳/۳۳
M7	۶/۶۶	۱/۶۶	۱/۶۶
M8	۰	۱۰	۰
M9	۱/۶۶	۱/۶۶	۶/۶۶
M10	۰	۵	۵

جدول ۳- نتایج آزمون های سس مایونز کم کلسترول

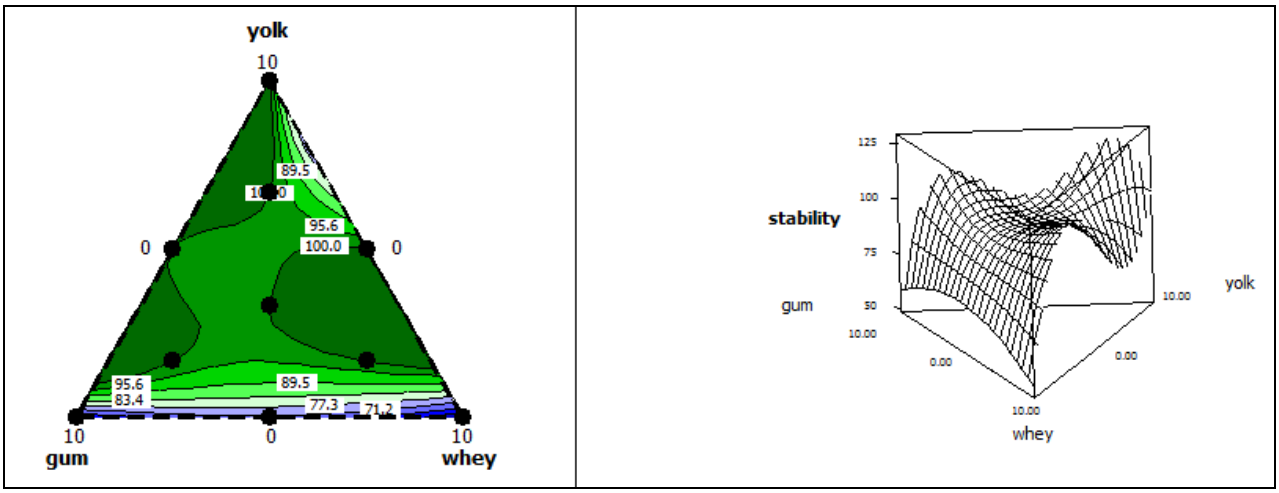
نمونه	ویسکوزیته (سانتی پوآز)	سفتی(گرم)	چسبندگی(میلی ژول)	انسجام	پایداری(درصد)	روشنی(L*)	پذیرش کلی
M1	۸۴۶۰	۲۱۳	۶/۶	۰/۶۶	۱۰۰	۸۱/۲	۴/۲۸
M2	۸۶۱۵	۲۱۵/۵	۶/۷	۰/۶۵	۱۰۰	۷۷/۶	۴
M3	۹۳۹۰	۲۲۳/۲	۷/۴	۰/۶۳	۱۰۰	۷۷/۳	۴/۱۴
M4	۱۰۹۱۰	۲۶۸/۵	۹	۰/۶۳	۱۰۰	۷۷/۶	۳/۷۱
M5	۴۳۱۵	۱۰۰/۶	۴/۹	۰/۷۶	۵۴/۳	۷۰/۲	۴/۱۴
M6	۱۳۹۹۸	۳۰۱/۵	۱۸/۲	۰/۶۳	۱۰۰	۷۸/۴	۴/۲۸
M7	۹۹۲۵	۲۴۰	۷/۷	۰/۶۵	۱۰۰	۷۷/۳	۴/۲۸
M8	۵۵۸۰	۱۲۵	۵/۳	۰/۶۹	۵۸/۶	۷۴/۱	۴/۲۸
M9	۹۷۰۰	۲۲۶/۵	۷/۶	۰/۶۶	۱۰۰	۷۰/۲	۴/۵۷
M10	۵۵۰۵	۱۱۱	۵/۲	۰/۷۱	۷۸/۷	۶۵/۱	۴/۲۸

اعداد میانگین سه تکرار می باشند

جدول٤- مدل‌های پیش‌گو برای ویژگی‌های مایونز کم کلسترول بر اساس متغیرهای ترکیب

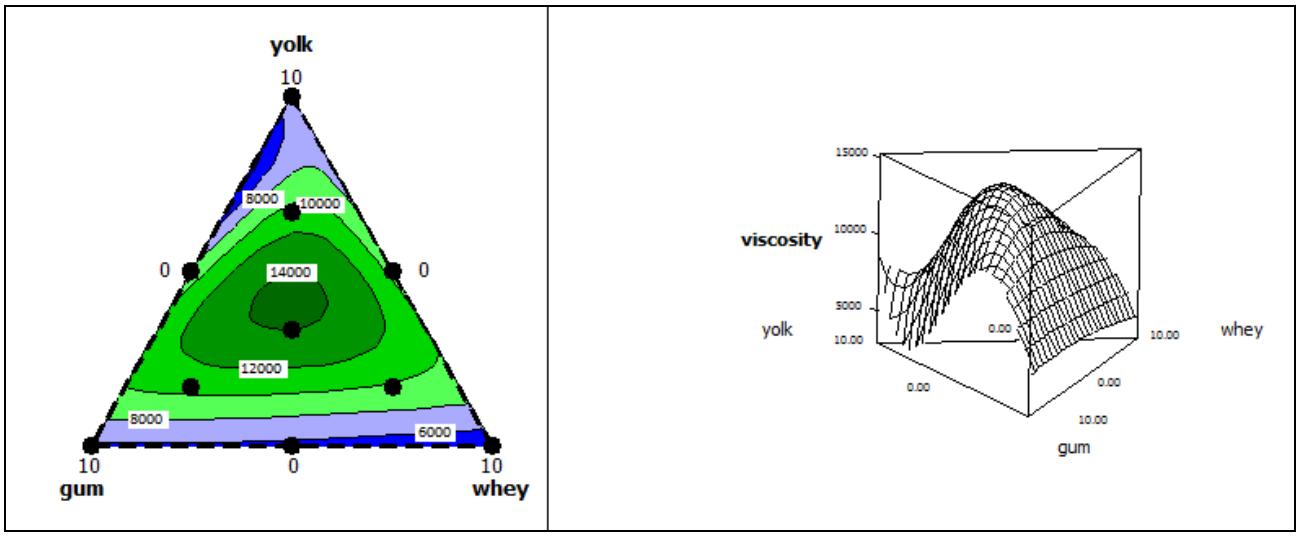
ویژگی	ضرایب مدل								
	β_1	β_2	β_3	β_{12}	β_{13}	β_{23}	β_{123}	R^2	R^2 (adj)
ویسکوزیته(سانتی پوآز)	۸۵۸۶	۵۵۵۱	۴۲۸۶	۵۳۳۲*	۱۱۵۸۲*	۲۱۳۲	۱۴۷۸۶۵*	۹۸/۲۹	۹۷/۰۴
سفتی(گرم)	۱۸۹/۴	۱۱۰/۹	۱۲۳/۴	۲۹۰/۷*	۲۳۳/۷*	-۶۷/۳*	۲۹۳۷/۷*	۹۹/۸۵	۹۹/۷۴
چسبندگی(میلی ژول)	۴/۶۰	۵/۸۰	۶/۵۰	۴/۸۱*	۳/۴۱	-۰/۵۸	۱۴/۷۱	۹۱/۵۸	۸۶/۰۹
انسجام	۰/۶۶	۰/۶۳	۰/۷۲	-۰/۰۹	-۰/۳۰*	۰/۰۲	-۰/۹۷*	۸۶/۹۵	۷۷/۴۵
پایداری(درصد)	۱۰۰/۷	۵۸/۸	۵۴	۵۶/۷*	۹۶/۴*	۶۱/۸*	۲۱۹/۷	۹۴/۶۸	۹۰/۸۱
روشنی(L*)	۷۶/۷۵	۷۴/۷۶	۶۹/۵۵	۲۶/۴۸*	۱۶/۰۷*	-۲۲/۷۲*	-	۸۹/۲۴	۸۵/۴۰
پذیرش کلی	۰/۳۹۷	۰/۴۱۸	۰/۴	-۰/۰۰۸	-۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹*	۶۸/۶۶	۴۵/۳۲

β_1: تخم مرغ، β_2: صمغ کتیرا، β_3: پودر آب پنیر (یک ستاره ($p< ۰/۰۵$))



شکل۲- نمودار سطح مخلوط وکانتور مخلوط پایداری نمونه‌های مایونز کم کلسترول

شکل ۳ نمودار کانتور مخلوط ویسکوزیته نمونه‌های مایونز کم کلسترول را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیشترین میزان ویسکوزیته به نمونه‌ای اختصاص یافت که در فرمولاسیون خود دارای مقادیر مساوی تخم مرغ، صمغ کتیرا و پودر آب پنیر بود. همچنین این شکل نشان داد، نمونه‌هایی که در فرمولاسیون خود فقط دارای پودر آب پنیر یا صمغ کتیرا بودند، ویسکوزیته پایینی داشتند. در همین راستا برخی پژوهشگران با بررسی تأثیر ایزوله و کنسانتره پروتئین آب پنیر در ترکیب با برخی صمغها گزارش کردند، هنگام استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر بدون ترکیب با سایر صمغها، ویسکوزیته کاهش می‌یابد (Herald *et al.*, 2009).

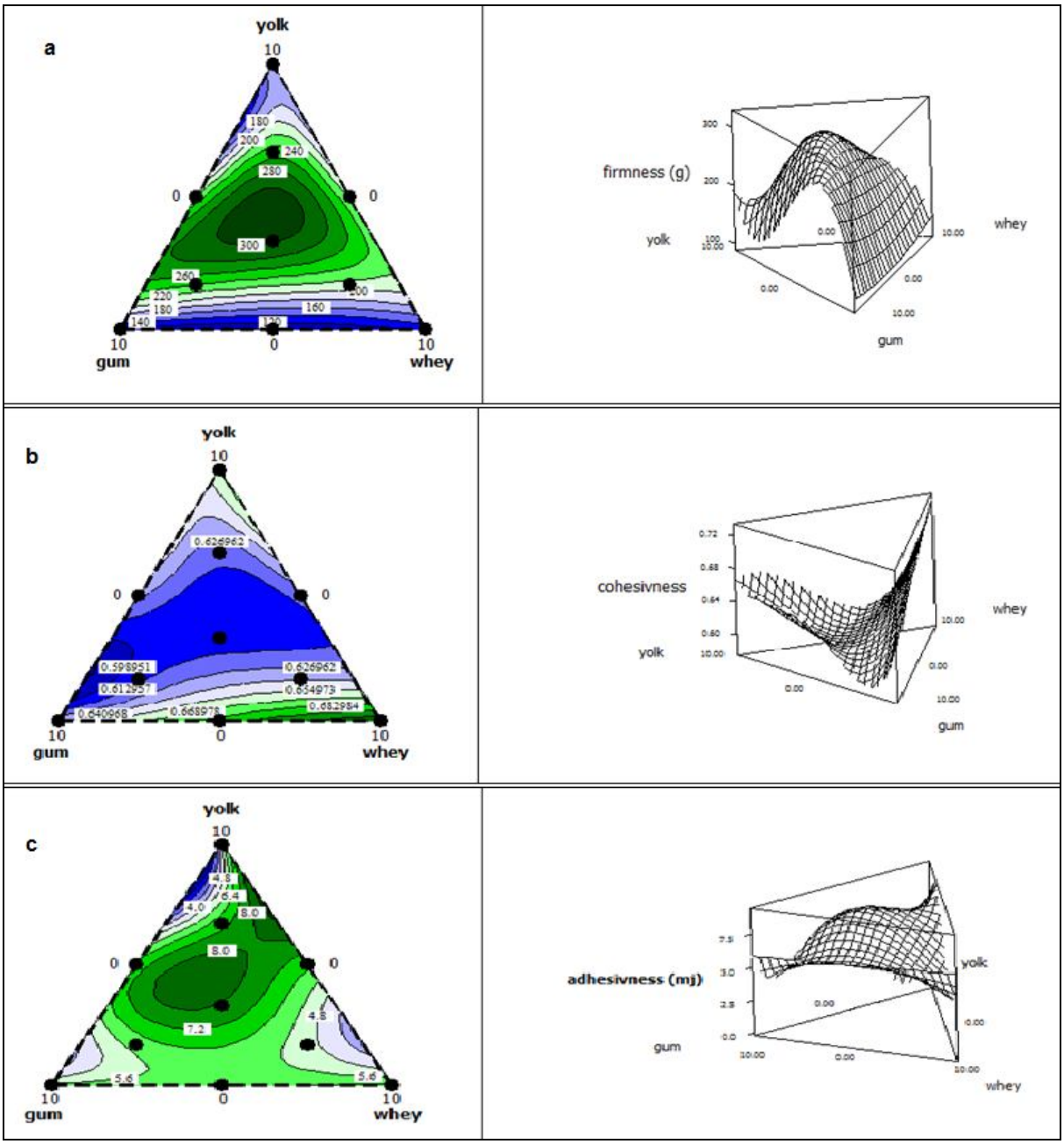


شکل۳- نمودار سطح مخلوط وکانتور مخلوط ویسکوزیته نمونه‌های مایونز کم کلسترول

تجزیه و تحلیل بافت

بر اساس جدول ۳، نتایج آنالیز بافت نشان داد نمونه M6 (۳/۳۳ گرم تخم‌مرغ، ۳/۳۳ گرم صمغ کتیرا و ۳/۳۳ گرم پودر آب پنیر) بیشترین میزان سفتی و چسبندگی را در بین نمونه‌ها داشت. درحالی‌که کمترین میزان سفتی و چسبندگی در نمونه M5 (۱۰ گرم پودر آب پنیر) مشاهده شد. به لحاظ انسجام نیز بیشترین و کمترین میزان انسجام به ترتیب در نمونه‌های M5 (۱۰ گرم پودر آب پنیر) و M6 (۳/۳۳ گرم تخم‌مرغ، ۳/۳۳ گرم صمغ کتیرا و ۳/۳۳ گرم پودر آب پنیر) مشاهده شد. ضرایب رگرسیون برای پاسخ سفتی، چسبندگی و انسجام بافت، نشان داد که نمونه‌ها به خوبی با مدل درجه ۳ برازش شده و ضریب تبیین آن‌ها به ترتیب ۹۹/۸۵، ۹۱/۵۸ و ۸۶/۹۵ بود. جدول ۴ نشان می‌دهد، ترکیب تخم‌مرغ با صمغ کتیرا، تخم‌مرغ با پودر آب پنیر، صمغ کتیرا با پودر آب پنیر و همچنین ترکیب تخم‌مرغ با صمغ کتیرا و پودر آب پنیر اثر قابل ملاحظه ای بر سفتی و

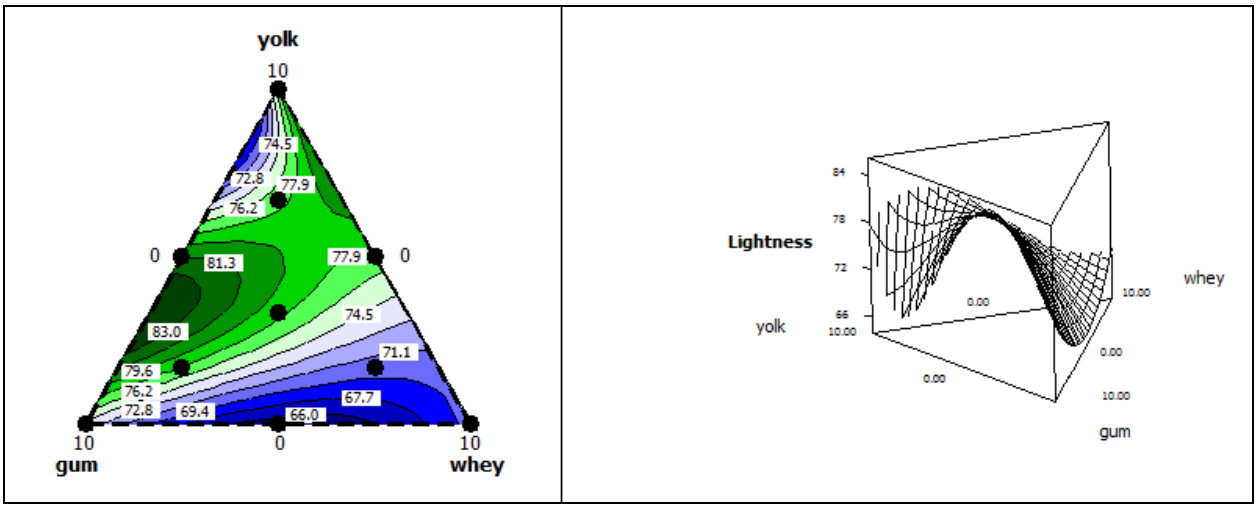
چسبندگی بافت داشتند ($p<۰/۰۵$). نتایج پژوهش حاضر با نتایج Herald و همکاران (۲۰۰۹) مطابق نداشت بطوری که این پژوهشگران با بررسی تأثیر استفاده از ایزوله پروتئین آب پنیر و برخی صمغ‌ها بعنوان جایگزین تخم‌مرغ در سس مایونز بیشترین میزان سفتی را در نمونه‌ای گزارش کردند که از ایزوله پروتئین آب پنیر به تنهایی در تولید سس مایونز استفاده شده بود. همانطور که در شکل ۴-a مشاهده می‌شود، زمانی که از مخلوط تخم مرغ، صمغ کتیرا و پودر آب پنیر به اندازه یکسان استفاده شود، بیشترین میزان سفتی حاصل خواهد شد. در شکل ۴-b انسجام بافت نشان‌دهنده این امر است که بیشترین میزان انسجام زمانی است که از پودر آب پنیر به همراه صمغ کتیرا استفاده شده است. شکل ۴- c نیز نشان می‌دهد که در قسمت‌های مرکزی که تخم مرغ ، صمغ کتیرا و پودر آب پنیر بصورت ترکیبی مورد استفاده قرار گرفته است، بیشترین چسبندگی در نمونه‌های مایونز مشاهده شد.



شکل٤- نمودار سطح مخلوط و کانتور مخلوط سفتی(a)، انسجام (b) و چسبندگی (c) نمونه‌های مایونز کم کلسترول

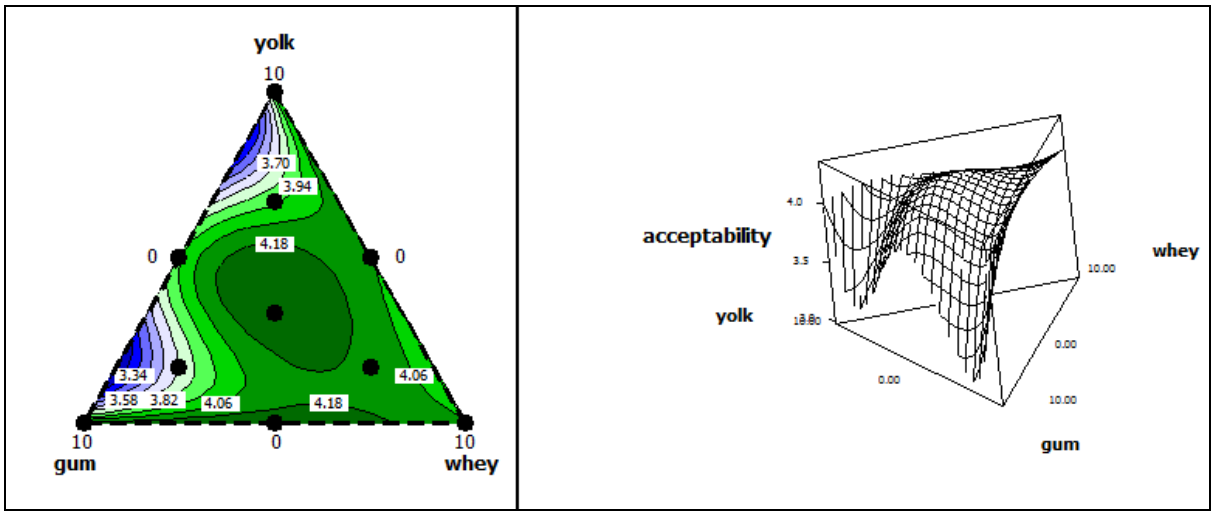
روشنی (L*)

یکی از مهمترین فاکتورهای رنگی در مایونز روشنی است. زیرا این فاکتور تأثیر بسزایی در میزان پذیرش مصرف‌کننده دارد. از لحاظ میزان روشنی، بالاترین مقدار در نمونه M1 (تخم مرغ ۵ گرم، صمغ کتیرا ۵ گرم، پودر آب پنیر صفر) و پایین‌ترین مقدار در نمونه M10 (صفر گرم تخم مرغ، صمغ کتیرا ۵ گرم، پودر آب پنیر ۵ گرم) مشاهده شد (جدول ۳). همان‌گونه که در جدول ۴ نشان داده شده است، نتایج میزان روشنی نمونه ها با مدل درجه دوم به خوبی برازش شدند و معادلات پیشگوی حاصل از ضریب تبیین بالایی (۸۹/۲۴) برخوردار بودند. بنابراین به خوبی برای پیش‌بینی تغییرات این شاخص‌ها قابل استفاده است.



پذیرش کلی به لحاظ حسی

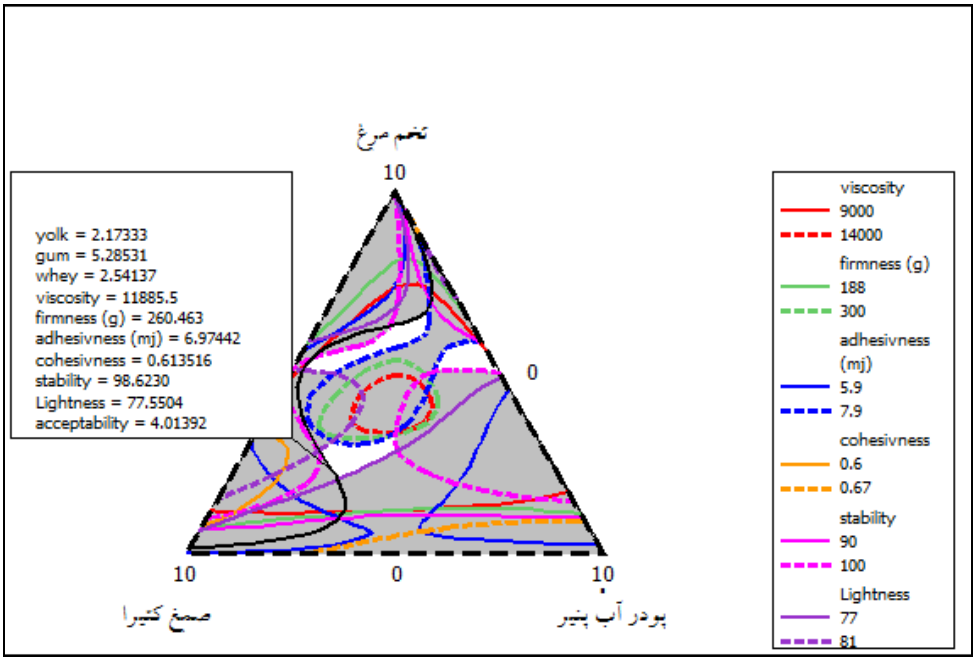
در پذیرش کلی فرآورده‌های غذایی عوامل مختلفی از جمله رنگ، بافت، بو و مزه تأثیرگذار هستند. نتایج پذیرش کلی آزمون ارزیابی حسی در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیشترین و کمترین امتیاز به ترتیب متعلق M9 (۱/۶۶ گرم تخم مرغ،۱/۶۶ گرم صمغ کتیرا، ۶/۶۶ پودر آب پنیر) و M4 (۱/۶۶ گرم تخم مرغ،۶/۶۶ گرم صمغ کتیرا، ۱/۶۶ پودر آب پنیر) می‌باشد. با ملاحظه جدول شماره ۴ می‌توان دریافت که بهترین مدل پیشگو برای پذیرش کلی مدل درجه ۳ می‌باشد. در شکل ۵ نمودار کانتور مخلوط پذیرش کلی نشان داده شده است. پذیرش کلی در قسمت مرکزی و لبه داخلی ضلع پایینی در حداکثر مقدار قرار دارد. در واقع این مطلب نشان می‌دهد که زمانی که ترکیب مساوی تخم‌مرغ، پودر آب پنیر و صمغ کتیرا و همچنین ترکیب پودر آب پنیر و صمغ کتیرا به مقدار بیشتر استفاده شود، موجب بهبود ویژگی‌های حسی فرآورده می‌شود.



شکل ۵- نمودار سطح مخلوط و کانتور مخلوط پذیرش کلی نمونه های مایونز کم کلسترول

جدول ۵- مقایسه مقادیر پیشگویی شده و آزمایشی در نقطه بهینه

فاکتورهای آزمایش	مقادیر پیشگویی شده توسط مدل بهینه	مقادیر بدست آمده از آزمایش واقعی
ویسکوزیته	۱۱۸۸۵	۱۲۰۳۵
سفتی	۲۶۰/۴۶	۲۵۹/۵
چسبندگی	۶/۹۷	۷/۲
انسجام	۰/۶۱۳	۰/۶۱
پایداری	۹۸/۶۲	۱۰۰
روشنی	۷۷/۵۵	۷۷/۱
پذیرش کلی	۴/۰۱	۴/۲۸



شکل ٦- نمودار کانتور انطباق نمونه های مایونز کم کلسترول

بهینه‌یابی فرمولاسیون

هریک از مدل‌های رگرسیونی بـه‌دسـت آمـده در روش مخلـوط، دارای نقاط بهینه می‌باشند. به منظور تعیین نقطه بهینه فرمولاسـیون، در نرم افزار مینی‌تب از بخش بهینه‌سازی استفاده شد. نتایج نشان داد که بهترین شرایط برای فرمولاسیون مایونز زمانی است کـه از تخـم-مرغ، صمغ کتیرا و پودر آب پنیر بـه ترتیـب در مقـادیر ۲/۱۷، ۵/۲۸ و ۲/۷۴ گرم استفاده شود. آزمایش‌هـا در مقـادیر فرمولاسـیون مـذکور انجام شد و نتایج آن با نتایج مربوط به مقادیر بهینه مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۵). مشاهده شد که مدل به‌دست آمده از روش مخلـوط بخوبی قادر به پیشگویی و بهینه‌یابی فرمولاسیون مورد نظر می‌باشـد. از طرفی می‌توان با استفاده از نمودار کانتور انطبـاق[1] محـدوده بهینـه فرمولاسیون را نشـان داد. منطقـه سـفید رنـگ در شـکل ۶ نشـانگر محدوده بهینه به لحاظ ترکیب تخم مرغ، صمغ کتیرا و پودر آب پنیـر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد کـه مـی‌تـوان از پـودر آب پنیـر و صمغ کتیرا به عنوان جایگزین بخش اعظم تخم‌مرغ در فرمولاسـیون سس مایونز استفاده کرد و در نهایت فرآورده‌ای همانـنـد مـایونز اولیـه تولید نمود. نتایج نشان داد، پایداری، ویسکوزیته و ویژگی های بـافتی مایونز حاوی پودر آب پنیر و صمغ کتیرا به عنوان جایگزین تخم مـرغ مناسب بوده است. به‌طوری که به استثنای نمونه‌های M5 (تخم مرغ صفر، صمغ کتیرا صفر، ۱۰ گرم پودر آب پنیر) ، M8 (تخم مرغ صـفر ۱۰، گرم صمغ کتیرا، پودر آب پنیر صفر) و M10 (تخم مرغ صـفر ۵،

1Overlaid contour plot

گرم صمغ کتیرا، ۵ گرم پودر آب پنیر) سایر نمونه‌ها کاملاً پایدار بودند. از سوی دیگر نیز بیشترین ویسکوزیته در نمونه M6 (۳/۳۳ گرم تخم مرغ ، ۳/۳۳ گرم صمغ کتیرا ، ۳/۳۳ گرم پودر آب پنیر) و کمترین ویسکوزیته در نمونه M5 (تخم مرغ صفر، صمغ کتیرا صفر، ۱۰ گرم پودر آب پنیر) مشاهده شد. به لحاظ ویژگی‌های حسی نیز بیشترین مقبولیت در نمونه M9 (۱/۶۶ گرم تخم مرغ ، ۱/۶۶ گرم صمغ کتیرا ، ۶/۶۶گرم پودر آب پنیر) مشاهده شد. در نهایت با توجه به بهینه‌یابی فرمولاسیون سس مایونز کم کلسترول و بررسی ویژگی‌های مذکور مشخص شد، مقادیر ۲/۱۷ گرم تخم‌مرغ، ۵/۲۸ گرم پودر آب پنیر و ۲/۷۴ گرم صمغ کتیرا، ترکیب مناسبی جهت جایگزینی تخم‌مرغ در سس مایونز و تولید فرآورده کم کلسترول می‌باشد.

منابع

امیری، س.س.، اعلمی، م. و رضایی، ر. ۱۳۸۹. امکان سنجی قابلیت استفاده از صمغ کتیرا و مالتودکسترین به عنوان جایگزین- چربی در سس مایونز، مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی، جلد ۲(۳) : ۱-۱۶.

عالم زاده، ط.، محمدی فر، م.ا.، عزیزی، م.ح. و قناتی، ک.(۱۳۸۸). تأثیر دوگونه صمغ کتیرای ایرانی (اصفهان و اسفراین) بر ویژگی های رئولوژیک سس مایونز، فصلنامه علوم و غذایی ایران، دوره ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹.

فرحناکی، ع.، مجذوبی، م.، مصباحی، غ.(۱۳۸۸). خصوصیات و کاربردهای هیدروکلوئیدها در مواد غذایی و دارویی، نشر علوم کشاورزی.

قنبر زاده، ب. ۱۳۸۸. مبانی رئولوژی مواد و بیوپلیمرهای غذایی، انتشارات دانشگاه تهران.

مصباحی، غ.، جمالیان، ج. و گلکاری، ح. ۱۳۸۳. استفاده ازکتیرا در سس مایونز به جای مواد پایدار کننده و قوام دهنده صادراتی، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۸ (۲) : ۱۹۰-۲۱۵.

مقصودی، ش. ۱۳۸۴. تکنولوژی نوین انواع سس، تهران انتشارات مرز دانش.

منصوری پور، ث.، میزانی، م. مرادی، ص. و علیمی، م. (۱۳۸۸). تأثیر کاربرد توأم صمغ کتیرای پولکی و کیتوزان بر ویژگی های رئولوژیکی سس مایونز. علوم غذایی و تغذیه، سال ۸، شماره ۲، بهار ۱۳۹۰.

Abu Ghoush, M., Samhouri, M., Al–Holy, M., & 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.

Alfaifi, M.S., Stathopoulos, C.E. 2010. Effect of egg yolk substitution by sweet whey protein concentrate (WPC), on physical properties of Gelato ice cream. International Food Research Journal, 17; 787-793.

Breeding, C.J. and Beyer, R.S. 2000. Eggs: Principles and Applications. Food Chemistry. (G.L. Christen and J.S. Smith, eds.) Science Technology Systems, West Sacramento CA.

Paraskevopoulou, A., Kiosseoglou, V., Alevisopoulos, S., Kasapis, S. 1999. Influence of reduced-cholesterol yolk on the viscoelastic behaviour of concentrated O/W emulsions. Journal of Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 12; 107-111.

Herald, T.J., Abugoush, M., & 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.

Mun, S., Kim, Y. L., Kang, C., Kang, C., Shim, J., 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.

Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., Jamnong, P. 2006. B-Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. Food Hydrocolloids 20: 68–78.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 12, No. 1, Apr. May. 2016, p. 49- 60

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۲، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۳۹۵ ص.۶۰-۴۹

Possibility of using Tragacanth gum and whey powder as an egg substitute in mayonnaise

S.S. Amiri Aghdaei[1*], M. Khomeiri[2], M. Aalami[3]
Received: 2013.11.16
Accepted: 2014.05.03

Introduction: Mayonnaise is typical oil in water emulsion prepared from vegetable oil, egg yolk, vinegar, sugar, salt, mustard and a variety of food additives. Among its ingredients, egg yolk is most critical in term of stability of the mayonnaise. Nevertheless, one main problem with egg yolk is its high cholesterol content; therefore different attempts have been carried out to develop low cholesterol sauces with similar characteristics to the real mayonnaise. Employing another emulsifier in addition to egg yolk, or completely replace this important ingredient, provides several advantages, including a decrease in cholesterol content. Therefore, several protein products such as whey and soy protein have been evaluated as emulsifying agents in oil / water emulsions. On the other hand, to achieve mayonnaise with appropriate emulsion properties and high stability, several investigations have been conducted mostly using proteins with various emulsifiers and gums such as xanthan and guar gums. According to the studies identified, whey powder and Tragacanth gum have considerable emulsification and consistency properties. Therefore, the goal of this research was to investigate of the effect of gum tragacanth and whey powder as an emulsifying agent in mayonnaise.

Material and methods:

Raw materials characterization

Raw materials wereused in this research in order to production of mayonnaise included vegetable oil (alia GolestanCompany), water, egg, vinegar (varda company), spices, gum tragacanth (herbal local market in gorgan city) and whey powder (Pegah dairy company).

pH measurement and stability test

pH was determined using AOAC standard method (AOAC 2005) at 25 °C. The samples were assessed for the stability test after 24 h storage at 35 °C. Mayonnaise stability was determined after centrifugation (10 min, 2,500 rpm), and was expressed as the volume of separated phase to the total emulsion volume.

Color measurement

Mayonnaise samples were measured for color in the L*, a*, b* system using a Lovibond Colorimeter (Lovibond CAMSystem500).

Sensory analysis

After 1 day storage Sensory characteristics including appearance, color, odor, texture, taste, and overall acceptability were evaluated by 14 semi-trained panel on 5-point hedonic scale (1 0 the least or the lowest; 5 0 the most or the highest).

Viscosity measurement

Viscosity measurements were performed after 24 h storage using a Brookfield viscometer Model RVDV-II(Engineering Lab Inc., Stoughton, Mass., U.S.A) with a spindle no.7 at 25°C.

Texture analysis

Mayonnaise samples were stored in refrigerator for 24 h until texture analysis. The measurements were carried out using a Brookfield texture analyzer (Brookfield LFRA texture analyzer model number 4500 texture prolite) equipped with a 38 mm diameter cylindrical probe at 25 °C.

1-Lecturer, Department of Food Science and Technology, Baharan Institute of High Education.
2 and 3-Associate Professor and Associate Professor, Department of Food Science and Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
(*- Corresponding Author amiri516@yahoo.com)

Statistical analysis

In this study, to evaluate the effect of gum Tragacanth and whey powder on physicochemical and sensory characteristics of low cholesterol mayonnaise, statistical design was used by statistical software minitab (16) which eventually combining multiple of 10 mixed were obtained and also to draw the charts and calculation software Excel 2010 and minitab (16) were used. For this purpose, to show the relationship of each of the dependent variables in the regression model with independent variables, their mixed contour diagram was drawn by the mentioned software from the appropriate equations and also to model data, the coefficient of determination of R^2 model was determined.

Results and Discussions: The results of physicochemical, rheological and sensory tests of low cholesterol mayonnaise have been illustrated in table 1. In terms of stability, viscosity and textural properties, samples containing whey powder and gum tragacantwere appropriate as an egg substitute. Except M5, M8 and M10 samples, other samples were stable, completely. On the other hand, the maximum and minimum viscosity was observed in M6 and M5, respectively. The highest preference belonged to M9.

Table 1 – Experimental results for viscosity, hardness, adhesiveness, cohesiveness, stability and total acceptability for each sample.

sample	Viscosity(cp)	Hardness(g)	Adhessivness(mj)	Cohesiveness	Stability (%)	L*	acceptability
M1	8460	213	6.6	0.66	100	81.2	4.28
M2	8615	215.6	6.7	0.65	100	77.6	4
M3	9390	223.2	7.4	0.63	100	77.3	4.14
M4	10910	268.5	9	0.63	100	77.6	3.71
M5	4315	100.6	4.9	0.76	54.3	70.2	4.14
M6	13998	301.5	18.2	0.63	100	78.4	4.28
M7	9925	240	7.7	0.65	100	77.3	4.28
M8	5580	125	5.3	0.69	58.5	74.1	4.28
M9	9700	226.5	7.6	0.66	100	70.2	4.57
M10	5505	111	5.2	0.71	78.7	65.1	4.28

The numbers were obtained from 3 replications.

Considering optimization of low cholesterol mayonnaise formulation and study of its properties, it was revealed that 2.17 g egg, 5.28 g whey powder and 2.74 g tragacanth was an appropriate mixture in order to substitute egg in mayonnaise and making of low cholesterol product.

Keywords: Mayonnaise; Tragacanth gum; Optimization; Whey powder.