(مقاله پژوهشی)

بهینه‌سازی فرمولاسیون سس مایونز با استفاده از شیر کنجاله پسته به عنوان جایگزین زرده تخم‌مرغ در سطوح مختلف صمغ‌های زانتان و گوار به روش سطح پاسخ

هاجر محبوبی بروجنی[۱] ، محمد گلی[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحداصفهان(خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۲- دانشیار،گروه علوم و صنایع غذایی، مرکز تحقیقات لیزر و بیوفوتونیک در فناوریهای زیستی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۲۰

چکیده

مایونز امولسیون روغن در آب می باشد که توسط عمل امولسیفایری تخم‌مرغ پایدار می‌شود. اما سطوح بالای کلسترول موجود در زرده تخم‌مرغ سبب تلاش برای یافتن ماده‌ای مناسب به عنوان جایگزین تخم‌مرغ شده است. هدف از این پژوهش کاربرد شیر کنجاله پسته به عنوان جایگزین تخم‌مرغ و یافتن فرمول بهینه برای تولید مایونز می‌باشد. بدین منظور نمونه‌های مایونز با تخم‌مرغ کاهش یافتهبا استفاده از شیر کنجاله پسته در ۵سطح جایگزینی با زرده تخم‌مرغ (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) و صمغ‌های زانتان و گوار در ۵ سطح وزن کل فرمول (۰، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد) با استفاده از روش سطح پاسخ طرح مرکب مرکزی تولید و سپس سفتی، نیروی چسبندگی، چسبندگی، پایداری حرارتی، پایداری فیزیکی نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند و در نهایت مدل‌سازی انجام گرفت. ضریب تبیین مدل‌های بدست آمده حاکی از توانایی مناسب اکثر مدل‌ها در تخمین داده‌ها و تطابق مناسب داده‌های حاصل از اندازه‌گیری با اعداد تخمین زده شده توسط مدل‌ها بود.نمونه‌های حاوی ۲۵درصد شیر کنجاله پسته با ۰/۰۹ درصد صمغ و ۶۴ درصد شیر کنجاله با ۰/۱۵ درصد صمغ به عنوان نمونه‌های بهینه معرفی شدند. به منظور صحت از این پیشگویی، آزمون اعتبار سنجی انجام گرفت و مشخص شد که نمونه‌ها از لحاظ سفتی، نیروی چسبندگی، چسبندگی، پایداری فیزیکی و پایداری حرارتی با اعداد پیش‌بینی شده مطابقت داشته و تنها اختلاف ناچیزی باهم داشتند. می‌توان نتیجه گرفت با استفاده از این دوفرمول بهینه، سس مایونز با میزان کلسترول کم و ویژگی‌های مشابه با شاهد(حاوی ۱۳ درصد زرده تخم‌مرغ)تولید کرد.

واژه های کلیدی:سس مایونز کم کلسترول، شیر کنجاله پسته، صمغ زانتان، صمغ گوار، روش سطح پاسخ.

*مسئول مکاتبات: mgolifood@yahoo.com

۱-مقدمه

سس مایونز یکی از قدیمی‌ترین و پرمصرف‌ترین سس‌های مورد استفاده در دنیا می‌باشد که با پراکنده شدن ذرات فاز پراکنده درون فاز پیوسته به وجود می‌آید(۱).امولسیون روغن در آب سس مایونز توسط زرده تخم‌مرغ ایجاد می‌شود. با توجه به فعالیت امولسیفایری قابل توجه ترکیبات تخم‌مرغ تحقیقات زیادی به منظور بررسی ویژگی امولسیفایری این ترکیبات صورت گرفته است(۱۸). مولکول‌های پروتئینی و لیپوپروتئینی موجود در تخم‌مرغ لایه‌ای با ضخامت ۱۴۰ آنگستروم را به دور قطرات روغن تشکیل داده و به این ترتیب از بهم پیوستن آنها و ایجاد ناپایداری جلوگیری می‌کنند(۱۲). با وجود این که تخم‌مرغ نقش امولسیون کنندگی و پایدارکنندگی را در سس مایونز دارد، اما به دلیل میزان بالایی از کلسترول می‌تواند منجر به ایجاد مشکل شود. افزایش کلسترول باعث ایجاد آترواسکلروز که نوعی سخت شدن شریان‌هاست می‌شود،بنابراین تحقیقاتی در مورد امکان جایگزینی و حذف تخم‌مرغ در سس مایونز انجام گرفته است(۲). ساتیول و همکاران(۲۰۰۵)، ویژگی‌های عملکردی پروتئین‌های محلول و نامحلول نوعی ماهی صدف را به همراه صمغ زانتان در فرمولاسیون مایونز به عنوان جایگزینی تخم‌مرغ به کار بردند و به این نتیجه دست یافتند که پروتئین‌های محلول ویژگی‌های عملکردی بهتری را نسبت به نامحلول دارند(۲۵). همچنین آبوقوش و همکاران(۲۰۰۸)، از آیوتاکاراگینان و پروتئین گندم به عنوان جایگزین زرده تخم‌مرغ در مایونز استفاده کردند(۸). هرالدو همکاران(۲۰۰۹)، ویژگی‌های فیزیکی و حسی چند نوع سس مایونز حاوی چندین جایگزین تخم‌مرغ را بررسی کردند. این جایگزین‌ها شامل: نشاسته ذرت اصلاح شده، پروتئین گندم، کنسانتره پروتئین آب پنیر، ایزوله پروتئین آب پنیر، مخلوط ایزوله آب پنیر و صمغ کنسانتره پروتئین آب پنیر و صمغ فنوگریک بودند. نتایج این محققین بیانگر توانایی بالای پروتئین آب پنیر به عنوان جایگزین تخم‌مرغ بود(۱۳). همچنین نیک‌زاده و همکاران(۲۰۱۲)، با استفاده از شیر سویا و برخی پایدارکننده‌ها سعی در تولید مایونز کم‌چرب کم‌کلسترول نمودند(۲۰).گوآنکار و همکاران (۲۰۱۰)، لاکا و همکاران(۲۰۱۰)، به ترتیب امکان استفاده از پروتئین های شیر وگرانول‌های تخم‌مرغ را درسس مایونز مورد بررسی قراردادند(۱۲، ۱۵).کنجاله‌ها از دسته ضایعات کارخانه‌جات روغن‌کشی هستند و استفاده از آن ها در صنعت دارای صرفه اقتصادی بالایی می‌باشد.پسته با نام علمی *پیستاکیا ورا* درختی دو پایه است. مهمترین ارقام ایرانی شامل کله قوچی، اکبری، اوحدی، بادامی، فندقی، امیری، رفسنجانی، دشتی و حسنی می‌باشد.پسته با ۴۵۰ هزار هکتار پوشش، وسیع‌ترین مساحت باغی کشور است که تولید سالیانه‌ای به ارزش ۱۲ تا ۱۶ هزار میلیارد ریال را به خود اختصاص داده و ارزشمندترین تولید باغی کشور محسوب می‌شود. تولید پسته در ایران چهار تا پنج درصد کل ارزش تولید کشاورزی کشور را تامین می‌کند. مغز پسته دارای مقدار زیادی چربی، پروتئین، کربوهیدرات، مواد معدنی، و سایر ترکیبات می باشد. مقدار پروتئین و روغن رقم اوحدی به ترتیب در محدوده ۲۰/۸- ۱۹/۴۱ درصد و ۵۸/۳- ۵۶/۵ درصد قرار دارد. پسته معمولا به عنوان آجیل مصرف و مقدار کمی نیز روغن‌کشی می‌شود، بعد از روغن کشی حدود ۴۰درصد وزن کنجاله را پروتئین تشکیل می‌دهد. بنابراین می توان کنجاله پسته را به عنوان یک منبع غنی از پروتئین تلقی نمود (۲۶).در همین راستا از شیرکنجاله پسته به عنوان جایگزین تخم‌مرغ استفاده شد. همچنین به علت افزایش قوام و پایداری بیشتر از قوام‌دهنده‌هایی مانند صمغ‌های زانتان و گوار استفاده شد. صمغ ها یا هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون مایونز برای پایدارسازی امولسیون به دلیل کنترل قابلیت جریان، بهبود چسبندگی و پراکنده‌سازی مواد جامد یا ذرات ادویه در محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند. پژوهش‌های زیادی برای بررسی نقش پایدارکنندگی صمغ‌ها در امولسیون‌ها، مایونز و سایر سس‌ها صورت گرفته است. برای مثال هنوک و همکاران(۱۹۸۵) بیان کردند که در امولسیون‌هایی با بیش از ۶۰٪ روغن وجود زانتان برای جلوگیری از خامه‌ای شدن ضروری است(۱۴). پاپالامپر و همکاران(۲۰۰۵)، نشان دادند که افزودن صمغ زانتان در فرمولاسیون سس مایونز پایداری آن را از طریق افزایش جذب پروتئین در سطح مشترک افزایش می‌دهد(۱۹). هدف از انجام این تحقیق استفاده از

ضایعات کارخانجات روغن‌کشی به عنوان جایگزین تخم‌مرغ و همچنین بهینه‌سازی فرمولاسیون سس مایونز به کمک شیر کنجاله پسته، صمغ‌های زانتان و گوار به عنوان جایگزین تخم مرغ و تولید سس کم کلسترول می باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

مواد اولیه شامل روغن، شکر، نمک، تخم‌مرغ، اسید سیتریک، سرکه، پودر خردل، بنزوات سدیم، صمغ گوار و صمغ زانتان بود. اسید سیتریک، بنزواتسدیم، صمغ‌های گوار و زانتان از شرکت سیگما آلدریچ(آمریکا)، روغن مایع از شرکت تولیدی نسترن، خریداری شدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه شیر کنجاله پسته

کنجاله پسته به صورت پودرشده در بسته نایلونی درزگیری شده از شرکت کیمیاگران کرمان خریداری شد. شیر کنجاله پسته با استفاده از روش عبدالله و همکاران (۱۹۹۳) با کمی تغییرات تهیه شد. طی این روش ابتدا به میزان مورد نیاز پودر کنجاله پسته با نسبت ۱ به ۳ با آب مقطر حاوی ۱درصد بی‌کربنات سدیم مخلوط گردید و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و همگن‌سازی با استفاده از مخلوط‌کن(مدلBerjaya I/BSP-BM10، مالزی) به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد(۵). نسبت کنجاله به آب مجددا روی ۱ به ۳ تنظیم شد. با استفاده از پارچه صافی مخلوط آب و کنجاله صاف گردید. سپس محلول زیر صافی به منظور برابر سازی ماده خشک شیر کنجاله پسته با تخم‌مرغ در دستگاه وکیوم روتاری(مدل R-200، سویس) قرار داده شد. pH شیرابه با استفاده از اسید سیتریک ۰/۵ نرمال به ۶/۳ رسانده شد و هموژنیزاسیون با دور ۴ مخلوط‌کن (مدل Berjaya I/BSP-BM10، مالزی) صورت گرفت. سپس پاستوریزاسیون شیر کنجاله در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه درون اتوکلاو(مدل Robustex، اروپا)صورت پذیرفت و تا انجام مراحل بعدی در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد(۷).

۲-۲-۲- تهیه سس مایونز

ابتدا تخم‌مرغ، یک چهارم سرکه، مواد پودری شامل شکر، نمک، خردل، اسید سیتریک، بنزوات سدیم، صمغ‌ها و شیر کنجاله پسته، مطابق جدول ۱ توسط همزن (مدل Berjaya I/BSP-BM10، مالزی) روی دور یک به مدت چهار دقیقه مخلوط شدند. سپس در سرعت ۲ همزن، روغن به آرامی و به صورت قطره قطره به فاز آبی افزوده شدند. پس از افزودن تمامی روغن، بقیه سرکه به مدت ۱ دقیقه به مخلوط اضافه شد. سپس امولسیون بدست آمده به مدت ۷ دقیقه با دور ۴ همزن هموژن شد و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایشات نگهداری شد(۲). جهت تولید سس مایونز از فرمولاسیون جدول ۱ استفاده گردید.

جدول ۱- فرمولاسیون شاهد و نمونه سس مایونز با زرده تخم‌مرغ کاهش یافته(درصد جایگزینی با شیر کنجاله پسته)

ترکیبات(٪) / درصد جایگزینی	روغن آفتابگردان	زرده تخم‌مرغ (شیر کنجاله پسته)	سرکه	شکر*	نمک	خردل	اسید سیتریک	بنزوات سدیم	صمغ‌های زانتان و گوار*
۰ درصد (شاهد)	۷۳	۱۳(۰)	۸	۵-۴/۸	۰/۴	۰/۴	۰/۱	۰/۰۷۵	۰/۲-۰
۲۵ درصد	۷۳	۹/۷۵(۳/۲۵)	۸	۵-۴/۸	۰/۴	۰/۴	۰/۱	۰/۰۷۵	۰/۲-۰
۵۰ درصد	۷۳	۶/۵(۶/۵)	۸	۵-۴/۸	۰/۴	۰/۴	۰/۱	۰/۰۷۵	۰/۲-۰
۷۵ درصد	۷۳	۳/۲۵(۹/۷۵)	۸	۵-۴/۸	۰/۴	۰/۴	۰/۱	۰/۰۷۵	۰/۲-۰
۱۰۰ درصد	۷۳	۰(۱۳)	۸	۵-۴/۸	۰/۴	۰/۴	۰/۱	۰/۰۷۵	۰/۲-۰

*مجموع درصد شکر و صمغ‌های زانتان و گوار در تمامی بیست نمونه مورد آزمون سطح پاسخ(اشاره شده در جدول ۳)، ۵ درصد است

۲-۲-۳- اندازه‌گیری پایداری فیزیکی امولسیون

جهت اندازه‌گیری پایداری فیزیکی، ۱۵ گرم نمونه درون لوله های سانتریفوژ با وزن مشخص ریخته شد و لوله ها به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ(۳۰۰۰g،سیگما آلمان)گردیدند. پس از این مرحله، لایه روغن دور ریخته شد و وزن رسوب باقیمانده اندازه‌گیری شد. این آزمون در سه تکرار انجام گرفت و پایداری امولسیون بر حسب درصد با استفاده از فرمول شماره ۱ محاسبه گردید(۱۹).

$$\text{پایداری فیزیکی امولسیون (درصد)} = \frac{\text{وزن رسوب سانتریفیوژ}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \times 100$$

۲-۲-٤- اندازه گیری پایداری حرارتی امولسیون

جهت اندازه‌گیری پایداری حرارتی، ۱۵ گرم نمونه درون لوله‌های سانتریفیوژ با وزن مشخص ریخته شد و نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در حمام آب‌گرم(ساخت ایران) با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ(۳۰۰۰ g، سیگما آلمان) گردیدند. پس از این مرحله، لایه روغن دور ریخته شد و وزن رسوب باقیمانده اندازه‌گیری گردید. این آزمون در سه تکرار انجام گرفت و پایداری امولسیون بر حسب درصد با استفاده از فرمول شماره دو محاسبه گردید(۱۹).

$$\text{پایداری حرارتی امولسیون(درصد)} = \frac{\text{وزن رسوب سانتریفیوژ}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \times 100$$

۲-۲-۵- بررسی خصوصیات بافتی

ویژگی‌های بافتی نمونه‌های مایونز با انجام تست بک اکستروژن با دستگاه بافت‌سنج(اینسترون،مدل۵۵۶۶، آمریکا) در روزهای۱و۶۰ نگهداری انجام شد. این آزمون شامل حرکت یک پروپ استوانه‌ای با ژئومتری مشخص در داخل ظرف استاندارد می‌باشد. در این آزمون، به ماده غذایی نیرو وارد می‌شود. در اثرنیروی وارد شده، نمونه داخل یک مسیر جریان پیدا کرده و از سوراخ یا درز خارج می‌شود. ابتدا ساختار ماده غذایی تخریب می‌شود، سپس سیالیت پیدا کرده و در نهایت از دستگاه خارج می‌شود(۳).با استفاده از این تست پارامترهایی همچون سفتی، چسبندگی، و نیروی چسبندگی محاسبه گردید.سفتی بالاترین نقطه نمودار نیرو- زمان بوده که می‌تواند بر حسب نیوتن یا گرم بیان شود. نیروی چسبندگی، نیروی لازم برای جدا شدن پروپ از نمونه و یا بیشترین نیروی منفی تولید شده در طول برگشت و خارج شدن پروپ از ظرف اندازه‌گیری بر حسب گرم یا نیوتن(نقطه مینیمم نمودار)می‌باشد. چسبندگی بر حسب نیوتن ثانیه یا گرم ثانیه، مساحت ناحیه منفی نمودار و نمادی از چسبندگی بافت محصول است. برای انجام این تست پروپ با قطر ۳۸ میلی‌متر، میزان نفوذ ۲۰ میلی‌متر و سرعت

نفوذ۱میلی‌متر بر ثانیه به کار گرفته شد. استوانه فلزی با قطر۴۵ میلی‌متر و ارتفاع ۹۵ میلی‌متر برای این تست انتخاب شد که حدود ۷۵ گرم نمونه جهت انجام تست توزین و در استوانه ریخته شد. به منظور یکسان سازی شرایط دمایی، تمامی نمونه‌ها قبل از انجام آزمون در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (دمای یخچال) قرار داده شدند. اندازه گیری‌ها در سه تکرار و ۲۴ ساعت بعد از تولید نمونه‌ها صورت گرفت(۳، ۷، ۱۱ و ۲۷).

۲-۲-٦- آنالیز آماری

روش سطح پاسخ یکی از انواع طرح‌های آماری مورد استفاده برای بهینه سازی فرمولاسیون می‌باشد.استفاده از روش بهینه سازی در تولید منجر به صرفه‌جویی در زمان، هزینه، استفاده از مواد اولیه کمتر، دریافت نتیجه ی مطلوب تر و بدست آوردن مدل پیشگوی داده می‌شود. در این تحقیق طرح مرکب مرکزی که یکی از انواع طرح های سطح پاسخ است با دو فاکتور شیر کنجاله پسته در ۵ سطح جایگزینی با زرده تخم‌مرغ (در سطوح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) و صمغ‌های زانتان و گوار در ۵ سطح وزن کل فرمول (۰، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد) جهت تولید نمونه سس مایونز با تخم‌مرغ کاهش یافته مورد استفاده قرار گرفت. نمونه شاهد با ۰/۲ درصد صمغ‌های زانتان و گوار مطابق جدول۱ تولید شد و بهینه سازی بر اساس مشابهت با آن صورت گرفت. تاثیر شیر کنجاله پسته و درصدهای صمغ زانتان و گوار بر متغیر پاسخ مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن در جدول۳آورده شده است. در نهایت فرمول مدل برای سفتی، نیروی چسبندگی، چسبندگی، پایداری فیزیکی و پایداری حرارتی نمونه‌های سس مایونز به دست آمده و فرمول بهینه تعیین شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار دیزاین اکسپرت نسخه ۹ در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ صورت پذیرفت.

جدول ۲- متغیرهای مستقل فرایند و مقادیر آنها

متغیر مستقل	سطوح متغیر				
	$-\alpha$	-۱	۰	+۱	$+\alpha$
درصد شیرکنجاله پسته	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
درصد صمغ‌های زانتان و گوار	۰	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲

جدول ۳- تاثیر جایگزینی شیر کنجاله پسته و درصد صمغ‌های زانتان و گوار بر متغیرهای پاسخ

تیمار	شیر کنجاله پسته (درصد)	صمغ‌های زانتان و گوار (درصد)	سفتی (گرم)	نیروی چسبندگی (گرم)	چسبندگی (گرم.ثانیه)	پایداری فیزیکی (درصد)	پایداری حرارتی (درصد)
شاهد ۱	۰	۰/۱	۱۱۸۲/۸۷۱	۹۷۶/۰۷۲	٤٧٥٤/٦١	۱۰۰	۱۰۰
شاهد ۲	۰	۰/۱	۹۳۸/۱۳۹	۸۲۹/۷٥٤	٦٢٦٠	۱۰۰	۱۰۰
۳	۲٥	۰/۰٥	۹۳۸/۱۳۹	۸۲۸/۷۲۳	٦٢٨٩/٦٢	۹۹	۱۰۰
٤	۲٥	۰/۰٥	۹۹۹/۳۲۲	۸۹۰/٤١٦	٥٢٩٦	۹۹	۱۰۰
٥	۲٥	۰/۱٥	۱۸۱٥/۰۹٤	۱۳۹۰/۰۷۷	۸۲٦۹/٥	۱۰۰	۱۰۰
٦	۲٥	۰/۱٥	۱٦۹۲/۷۲۹	۱۱۳۱/۰٦۹	۸۸۲۳/۱۲	۱۰۰	۱۰۰
۷	٥۰	۰	٤۳۸/٤۷۸	۳٤٥/۸۸۸	۲۳٦۸/۷۸	۹۲/۱	۹٥
۸	٥۰	۰	٤۷۹/۲٦۷	۳۷٦/۳۷۷	۲٥٦۲/۱۸	۹۳/٤	۹۸/۲
۹	٥۰	۰/۱	۱۲۱۳/٤٦۲	۱۰۳۷/۷٦٥	٤۷٦٤/۳٥	۹۹/٤	۱۰۰
۱۰	٥۰	۰/۱	۱۱۲۱/٦۸۸	۱۰۰۲/۳۸۱	٥٦٤٥	۱۰۰	۱۰۰
۱۱	٥۰	۰/۱	۱٤۲۷/٦۰۲	۱۱۱۱/٥۹۲	٦۸۹۷/۸٤	۱۰۰	۱۰۰
۱۲	٥۰	۰/۱	۱۱۷۲/٦۳۷	۹٤۷/۳۱٦	٦٦۳۸/۱٥	۹۸/۹	۱۰۰
۱۳	٥۰	۰/۲	۱٦٥۱/۹٤	۱۳٤٥/۲۰۹	٦٦٥٦	۱۰۰	۱۰۰
۱٤	٥۰	۰/۲	۱٦۰۸/۰۹۲	۱۲٥۰/۷۸٤	٥٦٤٥	۱۰۰	۱۰۰
۱٥	۷٥	۰/۰٥	٦۰۱/٦۳۲	٤۹۹/۸٦٥	۳۱۲۲/۷	۷۹	۸٦/۸
۱٦	۷٥	۰/۰٥	٤۸۹/٤٦٤	۳۹۷/۳۸۳	۲۸۳٤/٤۷	۷۸/٤	۸٦/۲
۱۷	۷٥	۰/۱٥	۹۳۸/۱۳۹	٦۷۲/۲۹۹	٤٥٥۰	۱۰۰	۹۸/۱
۱۸	۷٥	۰/۱٥	۹۸۹/۱۲٥	۸۲٦/٤۸	٦٦۱٥	۹۹/۸	۹۹/۹
۱۹	۱۰۰	۰/۱	٤۳۸/٤۷۸	۳۲۱/٤۱٤	۲۰۲۰	۹٤	۹۹
۲۰	۱۰۰	۰/۱	٥۰۹/۸٥۸	٤۰۹/۸۲٤	۲٥۸۸	۸۷	۹۹/۲

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی های بافتی

داده‌های مربوط به ویژگی‌های بافتی و پایداری نمونه‌ها در جدول۳ آورده شده است. نتایج آنالیز واریانس داده‌ها در جدول۴و ۵ آورده شده است، نتایج جدول۳ نشان می‌دهد بیشترین مقدار سفتی نمونه‌های مایونز مربوط به نمونه ۲۵ درصد شیرکنجاله پسته و ۰/۱۵ درصد صمغ می‌باشد و بیشترین مقدار نیروی چسبندگی مربوط به نمونه ۲۵ درصد جایگزینی شیر کنجاله با ۰/۱۵ درصد صمغ‌های گوار و زانتان می‌باشد.با توجه به نتایج جدول۴ هر دو متغیر شیرکنجاله پسته و درصد صمغ به صورت خطی بر روی سفتی نمونه‌های مایونز موثر بوده است($p<$ ۰/۰۵)، عدم برازش معنی‌دار نمی باشد، ارزش pآن برابر ۰/۴۱۲۵ می‌باشد و ضریب تبیین مقدار عددی ۰/۹۶ را نشان می‌دهد.ضریب تبیین نشان‌دهنده میزان انحراف از مدل رگرسیون است و هرچه مقدار عددی آن به ۱ نزدیک‌تر باشد تطابق نتایج حاصل از آزمون و نتایج پیش‌بینی شده توسط فرمول ارائه شده بیشتر می‌باشد(۷). همچنین نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد هر ۲ متغیر شیر کنجاله و درصد صمغ به صورت خطی بر میزان نیروی چسبندگی موثر بوده است($p<$ ۰/۰۵).عدم برازش معنی‌دار نمی‌باشد، ارزشpآن برابر ۰/۱۸۱۵بوده وضریب تبیین مقدار عددی ۰/۹۴ رانشان می‌دهد.

جدول ٤-نتایج آنالیز واریانس داده‌های مربوط به ویژگی‌های بافتی

	چسبندگی		نیروی چسبندگی		سفتی			
فاکتور	مجموع مربعات	ارزش F	ارزش P	مجموع مربعات	ارزش F	ارزش P	مجموع مربعات	ارزش F	ارزش P
مدل	۱/٦۳۳E-۰۰۳	۳۵/۰٦	<۰/۰۰۰۱	۰/۲۸	٦۹/۰۸	<۰/۰۰۰۱	۲/۸٦۲E-۰۰۳	۱۱۱/۰۱	<۰/۰۰۰۱
A	۲/۵۸۹E-۰۰۳	۵۵/۵۸	<۰/۰۰۰۱	۰/۳۹	۹۷/۰۵	<۰/۰۰۰۱	۳/۵۵۱E-۰۰۳	۱۳۷/۷۵	<۰/۰۰۰۱
B	۲/۵۱٦E-۰۰۳	۵٤/۰۲	<۰/۰۰۰۱	۰/۵۳	۱۳۳/۵۷	<۰/۰۰۰۱	٦/۰٦۳E-۰۰۳	۲۳۵/۱٦	<۰/۰۰۰۱
A^2	۱/۲۳٦E-۰۰۳	۲٦/۵٤	۰/۰۰۰۱	۰/۱۸	٤۳/۹٦	<۰/۰۰۰۱	۱/۷۵۱E-۰۰۳	٦۷/۹۱	<۰/۰۰۰۱
B^2	۸/٤۵۲E-۰۰٤	۱۸/۱۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۷٦	۱۸/۹۱	۰/۰۰۰٦	۷/۹۰۸E-۰۰٤	۳۰/٦۷	<۰/۰۰۰۱
AB	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A^2B	—	—	—	—	—	—	—	—	—
AB^2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
عدم برازش	۵/۵۵E-۰۰۵	۱/۲۸	۰/۳۳۵۵	٦/۱۱٦E-۰۰۳	۱/۹	۰/۱۸۱۵	۲/۷٦۲E-۰۰۵	۱/۰۸	۰/٤۱۲۵

مدل مناسب برای هر یک از پاسخ ها به صورت زیر است:(A : شیر کنجاله پسته، B: صمغ)

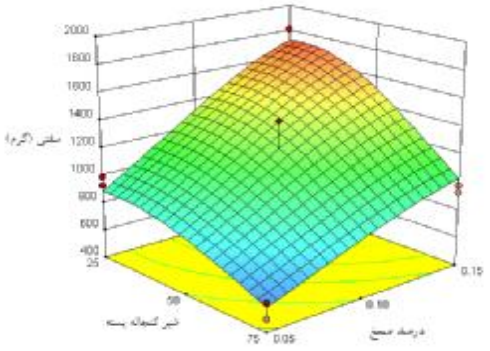
$$(Hardness)^{-0.2} = +0.24 + 0.012A - 0.016B + 7.264E - 003A^2 + 4.882E - 003B^2$$

$$(AdhesiveForce)^{0.17} = 3.24 - 0.13A + 0.15B - 0.073A^2 - 0.048B^2$$

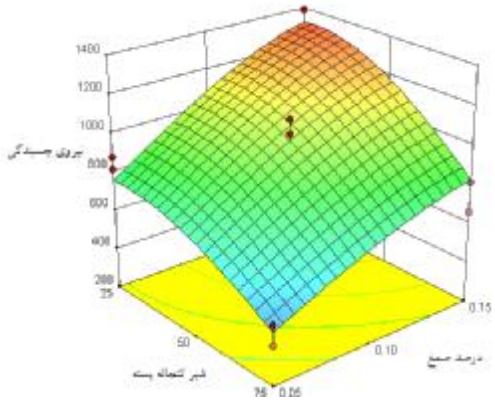
$$(Adhesivness)^{-0.14} = 0.29 + 0.01A - 0.01B + 6.103E - 003A^2 + 5.047E - 003B^2$$

با توجه به جدول ۳ بیشترین مقدار چسبندگی مربوط به نمونه ۲۵ درصد جایگزینی شیر کنجاله پسته با ۰/۱۵ درصد صمغ زانتان و گوار بوده است. با توجه به جدول ۴ نتایج آنالیز واریانس نشان داده است که هر دو فاکتور بر متغیر پاسخ موثر بوده است (p<۰/۰۵)، ضریب تبیین مقدار عددی ۰/۹ را نشان می‌دهد. شکل۱و ۲ به ترتیب تاثیر سطوح مختلف شیرکنجاله پسته و صمغ زانتان و گوار را بر روی سفتی و نیروی چسبندگی نشان می‌دهد. در هر سطح صمغ با افزایش شیر کنجاله پسته، سفتی و نیروی چسبندگی نمونه‌های سس مایونز کاهش یافته است و همچنین در هر سطح شیرکنجاله پسته با افزایش صمغ سفتی نمونه‌های مایونز افزایش یافته است. مطابق شکل با افزایش میزان صمغ سفتی و نیروی چسبندگی نمونه‌های مایونز افزایش یافته است پژوهش‌های پیشین نشان دادند که افزودن صمغ به نمونه‌های مایونز سبب تشکیل ساختار ژل مانند قوی در فاز پیوسته، القای ساختار سخت‌تر و پیچیده‌تر و همچنین تاثیر در تشکیل قطرات روغن با قطر کوچک‌تر در امولسیون نسبت به نمونه‌هایی با صمغ کمتر یا فاقد صمغ می‌شود (۲۴). مون و همکاران(۲۰۰۹) نشان دادند که افزودن صمغ زانتان به مایونز موجب افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته شده و ویژگی‌های بافتی آن را بهبود می‌بخشد(۱۹). با کاهش درصد شیر کنجاله پسته، میزان سفتی و نیروی چسبندگی نمونه های مایونز افزایش یافته است. با توجه به فرضیه لیو و همکاران در سال(۲۰۰۷) مبنی بر وجود رابطه میان ویسکوزیته و ویژگی‌های بافتی، می‌توان کاهش ویسکوزیته نمونه ها با افزایش درصد شیر کنجاله پسته را عامل این امر دانست، زیرا میزان رطوبت شیر کنجاله پسته (۷۰-۷۲ درصد) بیشتر از زرده تخم‌مرغ (۴۸-۵۰ درصد) می‌باشد در نتیجه افزایش درصد شیر کنجاله پسته باعث نرم شدن محصول نسبت به نمونه شاهد گردید. این نتایج با نتایج رحمتی و همکاران (۱۳۹۲) مبنی بر استفاده شیرکنجاله سویا مطابقت داشت.همچنین شکل ۳ نشان می‌دهد با افزایش درصد صمغ، میزان چسبندگی نمونه‌ها افزایش یافته است و با

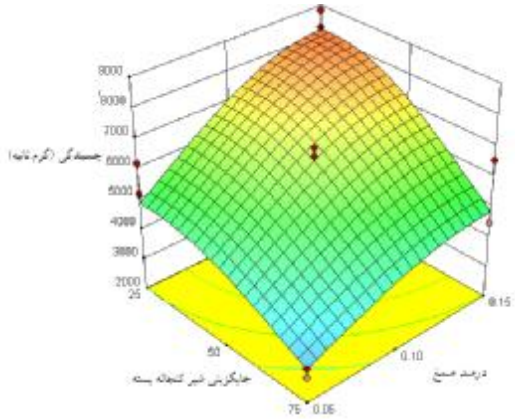
افزایش جایگزینی شیرکنجاله پسته چسبندگی نمونه ها کاهش یافته است. این نتایج با نتایج برزگری و همکاران (۱۳۹۲) مبنی بر جایگزینی کربوکسی‌متیل‌سلولز با صمغ فارسی در سس مایونز مطابقت داشت.افزودن صمغ به مایونز موجب افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته می‌شود و ویژگی‌های بافتی آن را بهبود می‌بخشد(۲۵،۱۹). همچنین معینی و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که افزودن صمغ دانه شاهی باعث افزایش میزان چسبندگی نمونه های مایونزشد(۵).



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف شیرکنجاله پسته و صمغ بر میزان سفتی



شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف شیرکنجاله پسته و صمغ بر میزان نیروی چسبندگی



شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف شیرکنجاله پسته و صمغ بر میزان چسبندگی

۳-۲- پایداری حرارتی و فیزیکی

امولسیون پایدار به امولسیونی اطلاق می‌شود که در آن پدیده رونشینی و هم‌آمیختگی و خامه‌ای شدن رخ ندهد. پدید خامه‌ای شدن در نمونه‌های سس مایونز که دارای مقادیر بالایی روغن هستند(۸۰ درصد) کمتر اتفاق می‌افتد. به این دلیل که قطرات روغن به شدت با یکدیگر تماس داشته و اصطکاک حاصل بین آن‌ها مانع از خامه‌ای شدن و رونشینی می‌گردد، در حالی‌که در نمونه‌هایی با میزان چربی پایین‌تر این پدیده معمول‌تر است. در این محصولات افزودن یک عامل غلیظ‌کننده مانند یک نوع صمغ و یا پروتئین به فاز آبی باعث کاهش حرکت قطرات امولسیون می‌شود و از پدیده رونشینی و خامه‌ای شدن جلوگیری می‌کند(۴).

جدول ۵-نتایج آنالیز واریانس داده‌های مربوط به پایداری فیزیکی و حرارتی

	پایداری حرارتی			پایداری فیزیکی		
فاکتور	مجموع مربعات	ارزش F	ارزش P	مجموع مربعات	ارزش F	ارزش P
مدل	٤/٢٣٩E+٠١٠	٧/١١	٠/٠٠٣	١/٤٣E+٠١١	١٩/٧٦	<٠/٠٠٠١
A	٣/١٦٤E+٠١٠	٥/٢٤	٠/٠٣٥٩	١/٦٥٦E+٠١١	٢٢/٨٨	٠/٠٠٠٢
B	٤/٤٨٩E+٠١٠	٧/٤٤	٠/٠١٤٩	١/٤٨٣E+٠١١	٢٠/٤٩	٠/٠٠٠٣
A^2	—	—	—	—	—	—
B^2	—	—	—	—	—	—
AB	٥/٢٢٦E+٠١٠	٨/٦٦	<٠/٠٠٩٦	١/١٥١E+٠١١	١٥/٩١	٠/٠٠١١
A^2B	—	—	—	—	—	—
AB^2	—	—	—	—	—	—
عدم برازش	١/٨٢١E+٠١٠	٣٦/٢٧	<٠/٠٠٠١	١/٩٩٢E+٠١١	١٣/٥٣	٠/٠٠٠٢

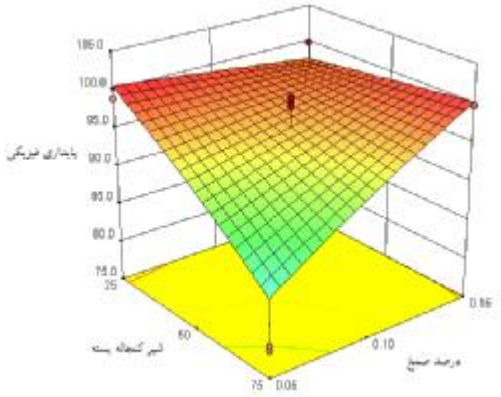
مدل مناسب برای هر یک از پاسخ‌ها به صورت زیر است (A: شیر کنجاله پسته ، B: صمغ)

$$(phisicalStability)^3 = 8.972E + 0.05 - 83061.78A + 78602.66B + 1.2E + 0.005AB$$

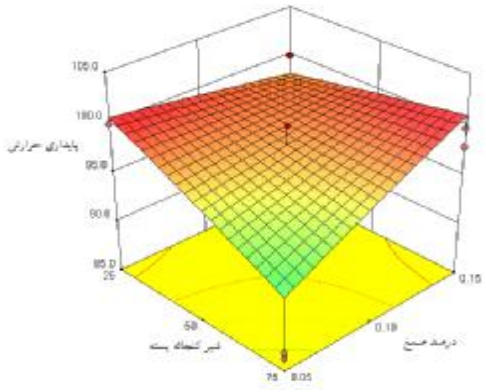
$$(HeatStability)^3 = 9.493E + 005 - 36311A + 43246.7B + 80825.4AB$$

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نمونه‌های مایونز با توجه به جدول ۵حاکی از آن بود که هر دو متغیر جایگزینی شیر کنجاله و درصد صمغ بر پایداری فیزیکی نمونه‌ها تاثیر معنی‌دار داشته است($p<٠/٠٥$)، ضریب تبیین عدد ٠/٧٨بوده که این مقدار نسبتا کم می‌باشد.ضریب تبیین بالا نشان‌دهنده کارایی بالای آن مدل در تخمین و پیشگویی داده و مقادیر کم آن مبین ضعف مدل و عدم کارایی آن می‌باشد(٧). عدم برازش معنی‌دار و ارزش p آن برابر ٠/٠٠٠٢ می‌باشد که نشان دهنده تاثیرگذاری فاکتورهای غیروابسته مانند خطای شخص یا روش اندازه‌گیری این صفت می‌باشد که به صورت یک یا چند اندازه‌گیری غیرمتعارف در پایداری فیزیکی بوده است. شکل۴ نشان می‌دهد که افزایش صمغ در سطوح بالاتر جایگزینی شیرکنجاله پسته سبب افزایش پایداری فیزیکی شده است و افزایش شیر کنجاله پسته در سطوح پایین تر صمغ سبب کاهش پایداری فیزیکی نمونه‌ها شده است. مطابق قانون استوک هرچه ویسکوزیته فاز پیوسته بیشتر باشد سرعت جداسازی فازها کمتر و امولسیون پایدارتر است. پایدارکننده‌ها، پایداری امولسیون را با کند کردن و به تعویق انداختن حرکت قطرات افزایش می‌دهند(٢٩) و همچنین نتایج بدست آمده با نتایج ون و همکاران(٢٠٠٧) و پرسینی و همکاران(١٩٩٨) مبنی بر افزایش پایداری با افزایش میزان صمغ (زانتان و آلژینات) همسو بود(٢٣ و ٢٨). همچنین برزگری و همکاران(١٣٩٢) با اضافه کردن کربوکسی‌متیل‌سلولز و صمغ فارسی به سس مایونز به نتایج

مشابه دست یافتند(۱). کاهش پایداری فیزیکی نمونه های مایونز با افزایش جایگزینی شیرکنجاله را می توان به دلیل افزایش فاز آبی و کاهش غلظت و در نتیجه کاهش ویسکوزیته نمونه‌های مایونز دانست(۶) که با نتایج نور حیاتی و همکاران(۲۰۰۹) مبنی بر کاهش پایداری نمونه‌های مایونز با افزایش جایگزینی شیر کنجاله سویا، مطابقت داردو علت این امر کاهش ویسکوزیته مایونز با افزایش شیرکنجاله و در نتیجه افزایش سرعت حرکت ذرات و افزایش سینرزیس دانسته بودند(۲۱). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نمونه‌های مایونز با توجه به جدول ۵ حاکی از آن بود که هر دو متغیر بر پایداری حرارتی نمونه‌ها تاثیر معنی‌دار داشته است($p<۰/۰۵$) و ضریب تبیین عدد ۰/۵۷را نشان می‌دهد که این مقدار نسبتا کم می‌باشد. ضریب تبیین بالا نشان‌دهنده کارایی بالای آن مدل در تخمین و پیشگویی داده و مقادیر کم آن مبین ضعف مدل و عدم کارایی آن می‌باشد(۷). عدم برازش معنی‌دار می‌باشد و p آن برابر ۰/۰۰۰۱ می باشد که نشان دهنده تاثیرگذاری فاکتورهای غیروابسته مانند خطای شخص یا روش اندازه‌گیری این صفت می‌باشد که به صورت یک یا چند اندازه‌گیری غیرمتعارف در پایداری حرارتی بوده است.با توجه به شکل۵ نتایج مربوط به پایداری حرارتی نمونه‌های مایونز نشان داد که با کاهش جایگزینی شیرکنجاله و افزایش صمغ، کاهش در میانگین قطر قطرات امولسیون و رفتار رقیق شونده با نیروی برش در مایونز دیده می‌شود که این موضوع مانع از بهم پیوستگی قطرات امولسیون در طی نگهداری در دمای بالا(پایداری حرارتی) و حمل و نقل(پایداری فیزیکی)می‌شود(۲۱).



شکل ٤- تأثیر سطوح مختلف شیرکنجاله پسته با صمغ بر میزان پایداری فیزیکی



شکل ٥- تأثیر سطوح مختلف شیرکنجاله پسته با صمغ بر میزان پایداری حرارتی

۳-۳- انتخاب نمونه بهینه سس مایونز

جدول۶ نشان دهنده شاخص‌های به کار رفته برای بهینه سازی است و جدول ۷ بیان کننده میزان لازم از شیر کنجاله و صمغ زانتان وگوار برای تولید نمونه بهینه و مقادیر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی که با به کار بردن این میزان شیر کنجاله و صمغ حاصل خواهد شد، می باشد. بر این اساس می‌توان با به کار بردن این مقادیر با اطمینان ۱۰۰ درصد به فرمولاسیون مورد نظر رسید.

جدول ٦- شاخص‌های در نظر گرفته شده برای بهینه سازی

	شاخص	حد پایین	حد بالا
جایگزینی شیر کنجاله	در محدوده	۰	۱۰۰
صمغ	در محدوده	۰	۰/۲
سفتی	در محدوده	۹۰۰	۱۲۰۰
نیروی چسبندگی	در محدوده	۸۰۰	۱۰۰۰
چسبندگی	در محدوده	٤٥۰۰	٦٥۰۰
پایداری فیزیکی	بیشینه	۹۹	۱۰۰
پایداری حرارتی	بیشینه	۹۹	۱۰۰

جدول ۷- اعتبار سنجی ویژگی‌های بافتی و پایداری در فرمولاسیون بهینه

	بهینه ۱		بهینه ۲	
	شیر کنجاله پسته ۲۵ درصد ۰/۰۹ درصد صمغ زانتان و گوار		شیر کنجاله پسته ٦٤ درصد ۰/۱۵ درصد صمغ زانتان و گوار	
ویژگیها	واقعی	پیش‌بینی شده	واقعی	پیش‌بینی شده
سفتی(گرم)	۱۱۱۱/٥	۱۱٦۱	۹۹۹/۳	۱۲۰۰
نیروی چسبندگی(گرم)	۹۹٦/۲۳	۱۰۰۷/۸	۸۱۲/۰٦	۱۰۳۳/۹
چسبندگی(گرم . ثانیه)	٥۳۳٦/۳۲	٦٥۰۰	٥۱٤۸/٤۳	٦۱٦۱/٤٤
پایداری حرارتی(درصد)	۱۰۰	۹۹/۳۸	۹۸/۸۸	۹۹/٤۸
پایداری فیزیکی(درصد)	۱۰۰	۹۸/٤٤	۹۹/٥۸	۹۹/۱۱

٤- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که شیرکنجاله پسته به همراه صمغ زانتان و گوار قابلیت استفاده به عنوان جایگزین تخم‌مرغ در سس مایونز را دارند، نمونه‌های تولید شده با ۲۵درصد شیر کنجاله پسته با ۰/۰۹ درصد صمغ و۶۴ درصد شیرکنجاله پسته با ۰/۱۵ درصد صمغ بهترین شرایط برای تولید سس مایونز با ویژگی‌های مشابه با شاهد را دارا بودند، با این جایگزینی می‌توان تخم‌مرغ مایونز را تا حد زیادی کاهش داد که این امر سبب کاهش هزینه‌های تمام شده تولید و همچنین تولید محصول با کلسترول کمتر می‌شود.

٥- منابع

۱. برزگری، م.، امیری، ز.، محمدزاده میلانی، ج. و معتمد زادگان، ع. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر جایگزینی کربوکسی‌متیل‌سلولز با صمغ فارسی بر خواص کیفی سس مایونز. *نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، شماره ٤، ۳۹۲-۳۸۱.

۲. رحمتی، ن.ف.، مظاهری تهرانی، م. و دانشور، ک. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر جایگزینی تخم مرغ با شیر سویا بر خصوصیات رئولوژیکی و بافتی سس مایونز. *نشریه پژوهش های صنایع غذایی*، جلد ۲۳، شماره ۲۵۹، ۲.

۳. قنبرزاده، ب. ۱۳۸۸. *مبانی رئولوژی مواد و بیوپلیمرهای غذایی*، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

٤. فرحناکی، ع.، مجذوبی، م. و مصباحی، غ. ۱۳۸۸. خصوصیات و کاربرد هیدروکلوئیدها در مواد غذایی و دارویی. نشر علم کشاورزی ایران، تهران. ۱۸۸-۱۵۷.

۵. معینی فیض آبادی، ا.، کارزنیان، ح. و مهدیان، ا. ۱۳۹۱. ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی سس مایونز حافی صمغ دانه شاهی. *مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی*، سال پنجم، شماره ۳.

٦. میرغفوری، س. و رحیمی، س. ۱۳۹۵. ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی، امولسیونی و رئولوژیکی سس مایونز حاوی شیر سویا و ژل آلوئه ورا. *فصلنامه فناوری های نوین غذایی*، شماره ۱۱، ۸۳-۷۳.

7. Abdullah, A., Resurreccion, A.V.A. and Beuchat, L.R.1993. Formulation and evaluation of a peanut milk based whipped topping using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology*, 26:162-166.
8. Abughoush, M., Samhouri, 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.
9. Bourne, M. 1978. Texture Profile Analysis. *Food Technology*, 32: 62-66.
10. Dadali, G., Demirhan, E., andÖzbek, B. 2007. Color change kinetics of spinach undergoing microwave drying .*Drying Technology*, 25: 1713-1723
11. Fiszman, S. and Damasio, M. 2000. Suitability of single-compression and TPA tests to determine adhesivness in solid and semi-solid foods. *Journal of Texture Studies*, 31: 55-68.
12. Goankar, G., Rathna, K., Chen, k. and Campbell, B. 2010. Emulsifying functionality of enzyme–modified milk proteins in o/w and mayonnaise-like emulsions. *African Journal of Food Science*, 4: 16-25.
13. 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.
14. Hennock, M., Rahalkar, R. and Richmonel, P.1985. Effect of xanthan gum upon the rheology and srability of o/w emulation. *Journal of Food Science*, 49: 1271-1274.
15. Laca, A., Saenz, MC., Paredes, B. and Diaz, M. 2010. Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent. *Journal of Food Engineering*, 97: 243-252.
16. Liu, H., Xu, X. M. and Guo, SH.D. 2007. Rheological, texture and sensory properties of low fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT-Food Science and Technology*, 40: 946-954.
17. Ma, L. and Barbosa-Ca´ novas, G. V. 1995. Rheological characterization of mayonnaise. Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations. *Journal of Food Engineering*, 25: 409-425.
18. Mine, Y. 1999. Emulsifying characterization of egg yolk proteins in oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids*, 12: 409-415.
19. Mun, S., Kim, Y. L., 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.
20. Nikzade, V., Mazaheri-tehrani, M. andSaadatmand-tarzjan, M.2012. Optimization of low-cholesterol low-fat mayonniase formulation: Effect of using soy milk and some stabilizer by a

mixture design approach. *Food Hydrochloids,*28: 344-352.
21. Norhayati, I., Cheman, Y. B., Tan, C.P. and Noraini, I. 2009. Droplet characterization and stability of soybean oil/palm kernel olein O/W emulsions with the presence of selected polysaccharides. *Food Hydrocolloid,* 23: 233-243.
22. Papalamprou, E.M., Maki, E. A., Kiosseoglu, V.D. and Doxastar-is, G.I. 2005. Effect of medium molecular weight xanthan gum in rheology and stability of o/w emulsion stabilized with legume protein. *Journal of the Science of Food and Agriculcute,* 85(12): 1967-1973.
23. Pressini, D., Sensidoni, A. and Cindio, B. 1998. Rheological Characterization of Traditional and Light mayonnaises. *Journal of Food Engineering*, 35: 409-417.
24. Raymundoa, A., Francob, J. M., Empisc, J. and Sousad, I. 2002. Optimization of the composition of cow-fat oil-in-water emulsions stabilized by white lupin protein. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 79(8): 283-290.
25. Sathivel, S., Bechtel, P. J., Babbitt, J. K., Prinyawiwatkul, W. and Patterson, M. 2005. Functional nutritional and rheological properties of protein powders from arrowtooth flounder and their application in mayonnaise. *Food Engineering and Physical Properties,* 70(20): 57-63.
26. Shokraii, E.H. and Esen, A. 1988. Composition, solubility.and electrophoretic patterns of proteins isolated from Kerman pistachio nuts (Pistachio Vera L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry,* 36: 425-429.
27. Szczesniak, A., Brandt, M. and Freidman, H. 1963. Development of standard rating scales for mechanical parameters and correlation between the objective and sensory methods of texture evaluation. *Journal of Food Science,* 28: 397-403.
28. Ven, C.V. and Courvoisier, C. 2007. High pressure versus heat treatments for pasteurization and sterilization of model emulsions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies,* 8: 232-236.
29. Wendin, K. and Hall, G. 2001. Thickener and emulsifier contents on salad dressing: static and dynamic sensory and rheological analyses. *Academic Press,* 222-231.

(Original Research Paper)

Optimization of Mayonnaise Formula by Using Pistachio Meal Milk as an Egg Substitute in Different Levels of Xanthan and Guar Gum by Response Surface Methodology

Hajar Mahboubi Borujeni[1], Mohammad Goli[2]*

1-MSc Student of Food Science and Technology, Isfahan(Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Laser and Biophotonics in Biotechnologies Research Center, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Received:28/01/2018 Accepted:11/09/2019

Abstract

Mayonnaise is an oil-in-water emulsion that is sustained by emulsifying property of egg yolk. But high levels of cholesterol in egg yolk have made scientists try to find an appropriate substitute for it. The purpose of this study was to use pistachio meal milk as an egg substitute and to find the optimal formula for producing mayonnaise. For this purpose, mayonnaise with reduced egg yolk were produced using substitution of pistachio meal milk with egg yolk in 5 levels (0, 25, 50, 75and 100%) and xanthan and Guar gum at 5 levels (0, 0.05, 0.1, 0.15 and0.2%, based on total weight of product) by central composite design response surface methodology. Then, the hardness, adhesive force, adhesiveness, heat stability and physical stability of the samples were evaluated and finally, modeling was conducted. The Coefficientof determination of the obtained models indicated the ability of most models to predict and adapt to the predicted numbers. The sample with 25% meal milk (0.09% gum) and the sample with meal milk 64% (0.15% gum) were introduced as optimal samples. For verifying this prediction, the validation test was carried out and it was found that the samples conformed to the predicted ones in terms of hardness, adhesive force, adhesiveness, physical stability and heat stability and only slight differences were seen. So, it can be concluded that with the help of these two optimal formulas, a mayonnaise with low cholesterol levels and similar properties to the control(including 13% egg yolk) can be produced.

Keywords: Low-cholesterol Mayonnaise, Pistachio Meal Milk, Xanthan Gum, Guar Gum, Response Surface Methodology.

*Corresponding Author: mgolifood@yahoo.com