(مقاله پژوهشی)

بررسی تاثیر افزودن موسیلاژ دانه به، بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی خامه صبحانه

محمدرضا درخشانفر[۱]، محسن قدس روحانی[۲*]، مسعود نجف نجفی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، تولید فرآورده های نوین لبنی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۴

چکیده

در این تحقیق اثر مقادیرموسیلاژ دانه به (۰/۷۵ تا ۱/۷۵ درصد) و چربی (۱۵ تا ۲۵ درصد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته و مولفه‌های رنگ سنجی)، رئولوژیکی (آب‌اندازی و ویسکوزیته) و نیز خصوصیات حسی (طعم، بافت و پذیرش کلی) خامه صبحانه بررسی شد. نتایج در قالب طرح مرکب مرکزی (CCD) بررسی و به روش سطح پاسخ (RSM) مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل شد. فاکتور عدم برازش برای تمام صفات در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نبود؛ بنابراین صحت مدل برازش اطلاعات تایید گردید. با توجه به نتایج به دست آمده، نقطه بهینه‌ی متغیرهای تولید برای دست یافتن به خامه صبحانه ای که حتی الامکان کمترین میزان آب‌اندازی و اسیدیته و بیشترین میزان ویسکوزیته و همچنین بیشترین مجموع امتیاز طعم، بافت و پذیرش کلی را دارا باشد، موسیلاژ دانه به ۱/۷۵ درصد و چربی ۲۱/۱۲ درصد می‌باشد. چنین محصولی دارای ویسکوزیته ۱۳۵۵/۰۴ پاسکال ثانیه، آب‌اندازی ۱۴/۱۴ درصد، اسیدیته ۰/۱۵۸، امتیاز طعم ۴/۸۶، امتیاز بافت ۴/۸۳، امتیاز پذیرش کلی ۴/۸۱ و عدد مطلوبیت ۹۱/۳ درصد می باشد. بنابراین بر مبنای نتایج این پژوهش می‌توان گفت که با استفاده از موسیلاژ دانه به در تولید خامه صبحانه می‌توان همزمان با حفظ ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و حسی محصول، میزان چربی را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد.

واژه های کلیدی: خامه صبحانه، جایگزین چربی، هیدروکلوئید،موسیلاژ دانه به، ویژگی‌های حسی

*مسؤول مکاتبات: Qhods@yahoo.com

۱- مقدمه

خامه عبارت است از چربی تغلیظ شده شیر که در آن چربی به صورت گلبول‌هایی که توسط یک غشا محافظت می‌شوند، وجود دارد(۸). خامه یک امولسیون روغن در آب است. در این محصول نیز مانند شیر، آب فاز پیوسته و چربی فاز منتشر یا پراکنده است. مقداری از پروتئین‌های شیر، املاح و ویتامین‌ها همراه چربی در فاز آبی قرار می‌گیرند. برای تقسیم‌بندی انواع خامه، از فاکتورهای مختلفی استفاده می‌شود که متداول‌ترین آن تقسیم‌بندی بر مبنای درصد چربی خامه است(۱۰) . بر مبنای استاندارد ملی ایران ، خامه صبحانه نوعی از خامه است که درصد چربی آن ۱۸ تا ۳۵ درصد می باشد. به این نوع خامه، خامه سبک یا نیم چرب[1] نیز گفته می شود(۱۲). در سال‌های اخیر در نتیجه‌ی افزایش آگاهی در مورد مضرات چربی اضافی بر سلامت انسان، تقاضا برای محصولات لبنی کم چرب و فاقد چربی، افزایش یافته است.در این میان تقاضای مصرف کنندگان برای مصرف خامه کم‌چرب برای افرادی که به دنبال محصولات سالم می‌باشند به شدت گسترش یافته است از طرفی کاهش چربی موجب ایجاد ساختار ضعیف در خامه می‌شود. تولید خامه با چربی کاهش یافته از طریق جایگزینی بخشی از چربی شیر با مواد با کالری کمتر که به عنوان جایگزین چربی شناخته می‌شوند، امکان پذیر است(۱۶). جایگزین های چربی که به آنها جانشین یا بدل چربی نیز گفته می‌شود موادی هستند که به جای تمام یا برخی از چربی موجود در غذا استفاده می‌شوند و در عین حال به غذا، طعم، بافت، و احساس دهانی شبیه به چربی می‌دهند(۲۳). صمغ ها و موسیلاژها از جمله ترکیباتی هستند که در سطح وسیعی به عنوان جایگزین چربی مورد استفاده قرار می گیرند. این ترکیبات از منابع مختلفی بدست می‌آیند و شامل صمغ‌های ترشحی، صمغ‌های جلبکی، صمغ‌های دانه‌ای، صمغ‌های میکروبی و مشتقات نشاسته و سلولز هستند. تمامی این مواد ملکول‌های هیدروفیلیک دارند که می توانند با آب ترکیب شوند و محلول‌های ویسکوز یا ژل‌ها را تشکیل دهند(۲۲،۲۷،۲۸). درخت به، از خانواده رزاسه، درختی است که به عنوان یک گیاه با ارزش تغذیه‌ای و دارویی فراوان در خاورمیانه، آفریقای جنوبی و اروپای مرکزی کشت می‌شود(۲۵). داخل میوه‌ی «به» دانه‌هایی به رنگ قهوه‌ای یا قهوه‌ای تیره وجود دارد. تعداد دانه در هر میوه بین ۳۰ تا ۷۵ حبه متغیر است. این دانه‌ها منبع بسیار خوبی از موسیلاژ (لعاب) هستند و حدود ۲۰ تا ۲۲ درصد وزن دانه را لعاب روی آن تشکیل می‌دهد. دانه‌های «به» به دلیل وجود لعاب، در رفع التهابات مخاط ها، سرفه و گرفتگی صدا نقش بسزایی دارند. دانه به دارای خواص ضد باکتریایی قوی است. می‌توان از آن برای رفع بوی بد دهان، گلو درد و آفت‌های دهان استفاده کرد. لعاب دانه به، به درمان سوختگی و رفع گلو درد و سرفه‌های خشک کمک می‌کند. از طرف دیگر، دانه به سرشار از فیبر و ویتامین C است که هر دو به کنترل وزن کمک می‌کنند. به علاوه، موسیلاژ دانه به مصارف صنعتی متعددی نیزدارد. کارایی موسیلاژ دانه به، به عنوان عامل تثبیت کننده در بستنی ۱۰ برابر ژلاتین است(۴). تحقیقات مختلفی بر روی اثرات جایگزین های چربی بر خصوصیات مواد غذایی کم چرب صورت پذیرفته است. به عنوان مثال پژوهشی توسط فرحناکی و همکاران (۱۳۹۰) با عنوان تولید خامه کم چرب با استفاده از ژلاتین به عنوان جایگزین چربی انجام گرفت. نتایج نشان‌داد که ژلاتین قادر به بهبود ویژگی‌های نمونه‌های خامه کم‌چرب و نزدیک کردن ویژگی‌های آن به ویژگی‌های خامه کنترل (۳۰٪ چربی) می‌باشد. پژوهشی توسط نیکوفر و همکاران(۱۳۹۲) با عنوان تاثیر موسیلاژ دانه "به" به عنوان جایگزین چربی در ماست نیم چرب و بررسی خواص بافتی و فیزیکو شیمیایی ماست نیم چرب انجام شد. آزمایشات مربوط به آب انداختگی در تمام تیمارها از کمتر از نمونه شاهد بوده و تست اسیدیته نیز نشان داد که میزان اسیدیته ماست حاوی موسیلاژ کمتر از نمونه شاهد بود. مطابق با نتایج، چسبندگی، سفتی و سختی در ماست حاوی موسیلاژ نسبت به نمونه شاهد تفاوت چندانی نداشت. پژوهشی توسط مبصرفر (۱۳۹۲) با عنوان بررسی تأثیر هیدروکلوئیدهای مختلف در پایدارسازی خامه استریل

1. Light(Single) Cream

صورت گرفت. در این تحقیق با افزودن هیدروکلوئیدهای کتیرا، کاراگینان و CMC به خامه ۲۵٪ چربی به بررسی میزان آب اندازی پرداخته شد. نتایج نشان داد پایدار کننده‌ها نقش موثری در کاهش آب اندازی و جلوگیری از دو فاز شدن خامه در طی زمان ماندگاری ایفا می‌کنند. در پژوهشی توسط فرجی و همکاران (۱۳۹۳) ، تاثیرمقادیر مختلف صمغ دانه قدومه شهری بر مقدار افزایش حجم، مقدار آب اندازی، درصد افت ارتفاع و گرانروی خامه قنادی مورد ارزیابی قرار گرفت. پژوهشی نیز توسط بهرامی (۱۳۹۳) با عنوان بررسی تاثیر هیدروکلوئیدهای ترکیبی مجاز در حفظ کیفیت خامه استریل و بهبود خواص حسی آن و جلوگیری از آب اندازی آن در طول مدت شش ماه ماندگاری انجام شد. نتایج نشان داد خصوصیات حسی تمامی نمونه های تولید شده در مقایسه با نمونه شاهد که بدون هر نوع افزودنی و هیدروکلوئید تولید شده بود تفاوت محسوس و معنی داری داشت و کیفیت خامه‌های تولید شده با هیدروکلوئیدها با اختلاف نسبتا زیادی بهتر از نمونه شاهد بود. در پژوهشی که توسط احمدی و همکاران (۱۳۹۴) انجام شد مشخص گردید که میتوان از صمغ‌های کندر، کتیرا و فارسی به عنوان جایگزین چربی در بهبود کیفیت خامه کم چرب استفاده نمود. در تحقیق حاضر، با توجه به اهمیت تولید خامه صبحانه ای که علاوه بر داشتن چربی کم از خصوصیات مناسبی برخوردار باشد از موسیلاژ دانه به بهره گیری شد و اثر موسیلاژ و میزان چربی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی خامه مورد ارزیابی قرار گرفت و با استفاده از روش سطح پاسخ بهینه گردید.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

دانه "به" از عطاری‌های محلی مشهد و خامه ۵۵٪ چربی از شرکت فراورده‌های لبنی رضوی تهیه گردید.

۲-۲- استخراج موسیلاژ دانه به

استخراج موسیلاژ به روش عباس تبار و همکاران (۱۳۹۳) صورت گرفت. ابتدا ۱۰ گرم دانه با سه برابر وزن خودش اتانول ۹۶٪ مخلوط شده و به مدت ۵ دقیقه توسط همزن مغناطیسی SANYO Electric Co., Ltd (JAPAN) هم زده شد. سپس دانه‌ها از اتانول جدا شده و در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد خشک گردید. دانه ها به نسبت ۱ به ۳۰ با آب دیونیزه مخلوط شده و با همزن پارویی در دمای ۴۵ درجه با دور ۱۱۰۰ دور در دقیقه (rpm) به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شد (قبل از هم زدن اجازه داده می‌شود تا دانه‌ها متورم شوند). سپس محلول با استفاده از کاغذ واتمن فیلتر شده و در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد خشک گردید. پودر حاصل باید در جای خشک و خنک نگهداری شود.

۲-۳- تهیه نمونه ها

ابتدا خامه ۵۵٪ چربی با استفاده از مربع پیرسون به درصد چربی‌های ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد رسید. موسیلاژ دانه به، به میزان مورد نیاز با توجه به تیمارهای آزمایش (۰/۷۵، ۱/۲۵ و ۱/۷۵ درصد) ابتدا در شیر حل گردیده و در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد با خامه‌های مذکور مخلوط گردید. مخلوط حاصل پس از پر شدن در بسته های لیوانی، توسط فویل آلومینیوم دربندی شده و در دمای ۴ درجه سانتیگراد یخچال گذاری گردید. کلیه آزمایشات لازم پس از ۴۸ ساعت بر روی نمونه‌ها صورت گرفت(فرحناکی، ۱۳۹۰) . لازم به ذکر است که میزان موسیلاژ و درصد چربی خامه بر مبنای تیمارهای طرح که توسط نرم افزار مشخص شده بود، تعیین گردید.

۲-٤- آزمون‌ها

۲-٤-۱- ویسکوزیته

آزمون رفتار جریان در محدوده سرعت برشی ۸۰-۱ برثانیه با استفاده از اسپیندل SC4-27 ویسکومتر چرخشی مدل RVDV III Ultra شرکت Brookfield کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. دمای نمونه نیز در طول فرآیند با چرخش مداوم آب توسط حمام سرکولاتور (سری MA شرکت Julabo کشور آمریکا) در بین دو جداره استوانه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته شد. برای مدل سازی رفتار جریان از نرم افزار اسلایدرایت استفاده گردید(۲۴).

۲-٤-۲- میزان آب‌اندازی

میزان آب‌اندازی مطابق روش ساهان و همکاران (۲۰۰۶) اندازه گیری شد. بر اساس این روش ۵ گرم نمونه در داخل لوله آزمایشگاهی ریخته شده و توسط سانتریفوژ ژربر(آلمان) با سرعت ۴۵۰۰ rpm به مدت ۳۰ دقیقه تحت سانتریفیوژ قرار گرفت و پس از دو فاز شدن، فاز آبی جدا شده و توزین گردید . میزان آب جدا شده در ۱۰۰ گرم نمونه بعنوان درصد آب اندازی بیان شد.

۲-٤-۳- رنگ سنجی

رنگ‌سنجی با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج پرتابل (Colorimeter) مدل WF-30 شرکت Iwave کشور چین انجام شد. این دستگاه جهت اندازه‌گیری شاخص‌های رنگی*L، *a، *b و ΔE به کار می‌رود (هوانگ و همکاران، ۲۰۱۳).

۲-٤-٤- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

pH و اسیدیته نمونه‌ها مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ مورد ازریابی قرار گرفت(۱۱).

۲-٤-۵- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی با استفاده از آزمون چشایی[1] به روش هدونیک[2] پنج نقطه‌ای (ازخیلی بد : ۱، تا خیلی خوب:۵) انجام شد (غلامحسین پور و مظاهری،۱۳۹۰) . تعداد داوران ۱۰ نفر بودند که از بین متخصصان شاغل دربخش تولید و کنترل کیفیت شرکت فرآورده‌های لبنی رضوی مشهد انتخاب شده بودند و به طور کامل با ویژگی های خامه آشنا بودند. نمونه ها (بسته های ۱۰۰ گرمی) مدتی قبل از سردخانه خارج شده و پس از رسیدن به دمای محیط، در اختیار داوران قرار می گرفت. داوران نمونه‌ها را از نظر طعم ، بافت و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار دادند.

۲-٤-٦- طرح آزمایش و آنالیز آماری

طراحی آزمایش، آنالیز نتایج و بهینه کردن فرمول با استفاده از روش سطح پاسخ و نرم‌افزار Design Expert نسخه ۱۰ انجام گرفت. در این آزمایش از طرح مرکب مرکزی با دو متغیر مستقل در سه سطح و شش تکرار در نقطه مرکزی استفاده گردید به طوری که تعداد کل تیمارها ۱۴ عدد در نظر گرفته شد. در این پژوهش متغیرهای مستقل شامل میزان چربی و موسیلاژ می‌باشد(جدول۱). همچنین متغیرهای پاسخ شامل طعم، بافت، پذیرش کلی، pH، اسیدیته، آب اندازی، ویسکوزیته و پارامترهای رنگی *L، *a و *b بود. هر یک از متغیرهای پاسخ در قالب مدل رگرسیون چند جمله‌ای زیر به صورت تابعی از متغیرهای مستقل ارائه شدند:

$$Y=K+AX_1+BX_2+A^2X_{21}+B^2X_{22}+ABX_1X_2$$

که در آن Y عبارت است از متغیر تابع یا پاسخ، X_1 و X_2 سطوح کد بندی شده متغیرهای مستقل، K مقدار ثابت (مقدار پاسخ در حالتی که متغیرهای مستقل در نقطه مرکزی یعنی صفر قرار دارند)، A و B اثرات خطی A^2 و B^2 اثرات درجه دوم و AB اثرات متقابل می‌باشند. همچنین با استفاده از جدول آنالیز و واریانس (ANOVA) معنی دار بودن اثرات خطی، درجه دوم و متقابل ضرایب مدل رگرسیون برای هر پاسخ در سطوح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ بررسی گردید.

جدول ۱- متغیرهای مستقل در فرایند تولید خامه و سطوح آن ها

متغیر مستقل	کد و سطوح مربوطه		
	-۱	۰	+۱
میزان چربی (X_1) (٪)	۱۵	۲۰	۲۵
میزان موسیلاژ (X_2) (٪)	۰/۷۵	۱/۲۵	۱/۷۵

1-Taste Panel
2- Hedonic Method

۳- نتایج و بحث

۳-۱- گزینش مدل مناسب

به منظور ارزیابی صحت مدل‌های برازش یافته، آزمون ضعف برازش (عدم برازش)[1]، ضریب تغییرات[2]، مقادیر ضریب تعیین و ضریب تعیین تعدیل شده[3]، تعیین شدند. لازم به ذکر است که از نظر آماری مدلی مناسب است که آزمون ضعف برازش آن معنی‌دار نباشد. همچنین برای یک مدل با برازش خوب مقادیر ضریب تبیین و ضریب تبیین تعدیل شده باید هرچه بیشتر به ۱ نزدیک باشند. برای مشاهده بهتر اثر متغیرهای مستقل بر روی صفات مورد آزمایش، نمودارهای سطح پاسخ برای هر صفت رسم گردید (شکل‌های ۱ تا ۳).

۳-۲- نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

جدول ۲ نتایج آنالیز واریانس را برای هریک خصوصیات فیزیکوشیمیایی نشان می‌دهد.

pH -۱-۲-۳

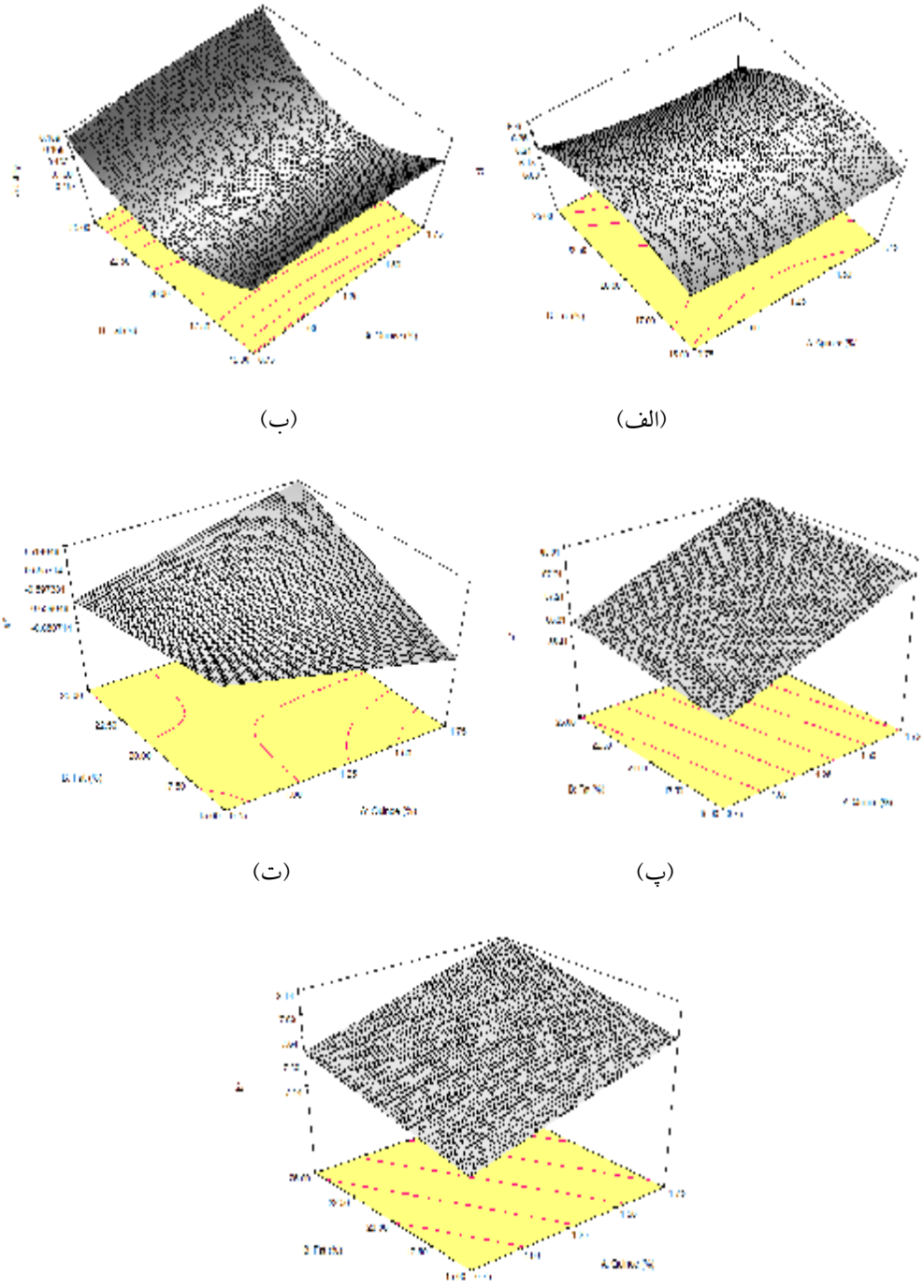
بر اساس جدول۲، افزایش میزان موسیلاژ اثر معنی‌داری بر میزان pH نداشت؛ اما با افزایش چربی میزان pH به طور معنی‌داری کاهش یافت. در شکل۱- الف ، اثر همزمان دو متغیر بر میزان pH نشان داده شده است. با افزایش همزمان موسیلاژ و چربی کاهش در میزان pH در نمودار مشاهده گردید.

جدول ۲- ضرایب مدل رگوسیون و نتایج آنالیز واریانس برای متغیرهای پاسخ (فیزیکوشیمیایی)

	pH		اسیدیته		مولفه L^*		مولفه a^*		مولفه b^*	
منبع	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات
مدل	۶/۳۵*	۰/۱۸	۰/۱۶***	E -۰۰۴ ۲/۹۵۷	۸۶/۲۱***	۲/۷۹	-۰/۶۰*	۰/۰۱۸	۷/۶۴**	۰/۸۱
A	-۰/۰۴۰ns	۹/۶۰۰ E -۰۰۳	E -۰۰۴ns -۶/۶۶۷	E -۰۰۶ ۲/۶۶۷	۰/۶۷***	۲/۶۹	-۱/۶۶۷ E -۰۰۳ns	E -۰۰۵ ۱/۶۶۷	۰/۳۲**	۰/۶۱
B	-۰/۰۹۵*	۰/۰۵۴	۱/۱۶۷ E -۰۰۳*	E -۰۰۴ ۸/۱۶۷	۰/۱۳ ns	۰/۱۰	۰/۰۲۳ ns	E -۰۰۳ ۳/۲۶۷	۰/۱۸ns	۰/۱۹
AB	-۰/۰۵۵ns	۰/۰۱۲	۱/۰۰۰ E -۰۰۳ns	E -۰۰۶ ۴/۰۰۰	-	-	۰/۶۰**	۰/۰۱۴	-	-
A^2	۰/۰۶۱ns	۰/۰۱۱	E -۰۰۳ns -۱/۰۵۹	E -۰۰۶ ۳/۱۷۶	-	-	-	-	-	-
B^2	-۰/۱۹ **	۰/۱۱	E -۰۰۳*** ۹/۴۴۱	E -۰۰۴ ۲/۵۲۶	-	-	-	-	-	-
عدم برازش	-	۰/۰۶۷	-	E -۰۰۵ ۱/۳۴۹	-	۰/۷۱	-	E -۰۰۳ ۴/۱۷۶	-	۰/۴۱
ضریب تبیین (R^2)	۰/۷۳	-	۰/۹۵	-	۰/۷۳	-	۰/۵۶	-	۰/۶۱	-

*معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، **معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، ***معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱، ns = غیر معنی‌دار، A = موسیلاژ به، B = چربی

1- Lack of Fit
2- Coefficient of Variation (CV)
3- Adj R-Squared(R^2Adj)



(ب) (الف)

(ت) (پ)

(ث)

شکل ۱- نمودار سطح پاسخ تاثیر موسیلاژ دانه به بر pH (الف)، اسیدیته(ب)، مولفه L^*(پ)، مولفهa^*(ت) و مولفه b^* (ث)خامه صبحانه

۳-۲-۲- اسیدیته

بر اساس جدول۲، افزایش میزان موسیلاژ اثر معنی‌داری در میزان اسیدیته نداشت؛ اما با افزایش چربی میزان اسیدیته افزایش معنی‌داری نشان داد. در شکل ۱ - ب، اثر همزمان دو متغیر بر میزان اسیدیته نشان داده شده است. با افزایش همزمان این دو متغیر افزایش میزان اسیدیته در نمودار مشاهده گردید.

۳-۲-۳- مولفه L^*

بر اساس جدول۲، افزایش میزان موسیلاژ سبب افزایش معنی‌دار مولفه L^* شد؛ همچنین افزایش چربی مولفه L^* را افزایش داد اما این افزایش معنی‌دار نبود. در شکل ۱ - پ، اثر هم‌زمان دو متغیر بر مولفه L^* نشان داده شده است با افزایش همزمان این دو متغیر مولفه L^* در نمودار افزایش یافت. نتیجه این پژوهش با فرحناکی و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت داشت.

۳-۲-۴- مولفه a*

بر اساس جدول۲، افزایش میزان موسیلاژ سبب کاهش مولفه a^* شد ولی این کاهش معنی‌داری نبود؛ افزایش میزان چربی نیز بر روی مولفه a^* اثر معنی‌داری نداشت. در شکل ۱ - ت، اثر همزمان دو متغیر بر مولفه a^* نشان داده شده ست. با افزایش همزمان این دو متغیر افزایش مولفه a^* در نمودار مشاهده گردید.

۳-۲-۵- مولفه b*

بر اساس جدول۲، با افزایش میزان موسیلاژ مولفه b^* افزایش معنی‌داری داشت؛ اما با افزایش چربی مولفه b^* افزایش یافت اما این افزایش معنی‌دار نبود. در شکل ۱ - ث، اثر همزمان دو متغیر بر مولفه b^* نشان داده شده است. همزمان با افزایش این دو متغیر افزایش مولفه b^* در نمودار مشاهده گردید.

۳-۳- نتایج آزمون های رئولوژیکی

جدول ۳ نتایج آنالیز واریانس را برای هریک از آزمون های رئولوژیکی نشان می‌دهد.

۳-۳-۱- میزان آب‌اندازی

بر اساس جدول۳، اثر مستقل هر یک از متغیرهای موسیلاژ و چربی منجر به کاهش معنی‌داری در میزان آب‌اندازی گردید. در شکل ۲- الف، اثر همزمان دو متغیر بر میزان آب‌اندازی نشان داده شده است. با افزایش همزمان موسیلاژ و چربی میزان آب‌اندازی کاهش یافت. نتیجه این پژوهش با تحقیقات رفیعی طاری و همکاران (۱۳۸۵)؛ غلامحسین-پور و مظاهری تهرانی (۱۳۹۰)؛ مبصرفر (۱۳۹۲)؛ فرجی و همکاران (۱۳۹۰) و بهرامی (۱۳۹۳) مطابقت داشت.

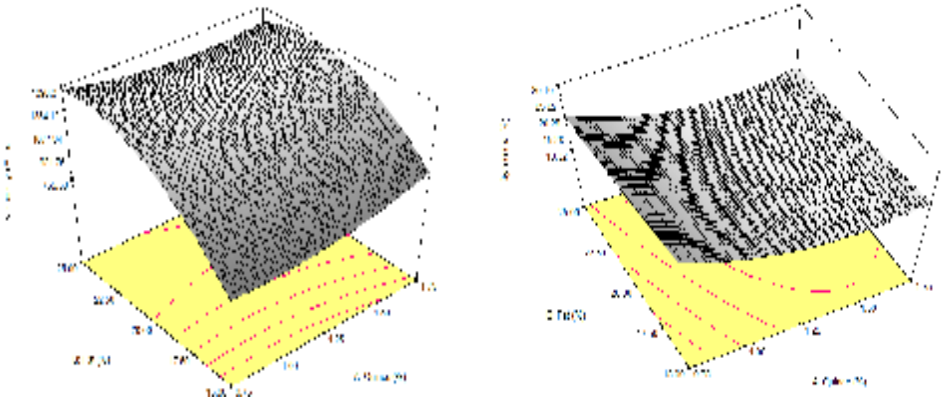
جدول ۳- ضرایب مدل رگوسیون و نتایج آنالیز واریانس برای متغیرهای پاسخ (آزمون های رئولوژیکی)

	آب‌اندازی		ویسکوزیته	
منبع	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات
مدل	۱٤/٦٧***	۳٥٤/۹٥	۱۲٤۰/۷۸***	٤/۸۳۳ E +۰۰٥
A	-٥***	۱٤۹/۹۰	۲۰/۱۱^{ns}	۲٤۲٦/٤۷
B	-۳/۹۹**	۹٥/۲۸	۲۳٦/۰٥***	۳/۳٤۳ E +۰۰٥
AB	٥/٤۲^{ns}	۱/۳٦	-٦۱/۷٥^{ns}	۱٥۲٥۱/۰۲
A^2	۰/٤٤**	۸۳/۳٥	٦٥/۹۱^{ns}	۱۲۳۰۹/٥۷
B^2	۰/٥۸^{ns}	۰/٥٦	-۲۱۳/۷٥**	۱/۲۹٤ E +۰۰٥
عدم برازش	-	٤٦/۸۸	-	٥۲۰۳٥/۱۹
ضریب تبیین (R^2)	۰/۸۸	-	۰/۹۰	-

*معنی‌دار در سطح ۰/۰٥، **معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، ***معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱، ns = غیر معنی‌دار، A = موسیلاژ به، B = چربی

۳-۳-۲- ویسکوزیته ظاهری

بر اساس جدول۳ افزایش میزان موسیلاژ سبب افزایش در میزان ویسکوزیته ظاهری شد ولی این افزایش معنی‌دار نبود؛ همچنین با افزایش چربی میزان ویسکوزیته ظاهری به طور معنی داری افزایش یافت. در شکل ۲ – ب، اثر همزمان دو متغیر بر میزان ویسکوزیته ظاهری نشان داده شده است. همزمان با افزایش این دو متغیر افزایش میزان ویسکوزیته ظاهری در نمودار مشاهده گردید. ظاهرا برقراری پیوند بین آب آزاد موجود در بافت خامه با موسیلاژ دانه به، سبب افزایش ویسکوزیته محصول شد. به طور کلی می‌توان گفت اکثر صمغ‌ها به دلیل خاصیت جذب آب، سبب افزایش ویسکوزیته می‌شوند. نتیجه این پژوهش با تحقیقات غلامحسین پور و مظاهری (۱۳۹۰) و زیدآبادی (۱۳۹۰) مطابقت داشت.



(ب) (الف)

شکل ۲- نمودار سطح پاسخ تاثیر موسیلاژ دانه به بر آب‌اندازی (الف) و ویسکوزیته(ب)خامه صبحانه

۳-٤- نتایج ارزیابی حسی

جدول ۴ نتایج آنالیز واریانس را برای هریک خصوصیات حسی نشان می‌دهد.

جدول ٤- ضرایب مدل رگوسیون و نتایج آنالیز واریانس برای متغیرهای پاسخ (ارزیابی حسی)

	طعم		بافت		پذیرش کلی	
منبع	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات
مدل	٤/٥٩***	٣/٤٨	٤/٣٣ ***	٤/٢٠	٤/٢٦ ***	٤/٠٣
A	٠/٦٠***	٢/١٦	٠/٧٧***	٣/٥٣	٠/٧٧***	٣/٥٣
B	٠/١٨*	٠/٢٠	-٠/٠١٧ns	١/٦٦٧ E -٠٠٣	-٠/٠١٧ns	١/٦٦٧ E -٠٠٣
AB	٠/١٥ ns	٠/٠٩٠	٠/١٣ns	٠/٠٦٣	٠/١٣ ns	٠/٠٦٣
A^2	-٠/٤٠**	٠/٤٥	-٠/٢٨*	٠/٢٢	-٠/٢٤ns	٠/١٦
B^2	-٠/٢٥*	٠/١٧	-٠/٢٣ns	٠/١٤	-٠/٠١٧ns	٠/٠٩٨
عدم برازش	-	٠/٢٥	-	٠/٣١	-	٠/٣٢
ضریب تبیین (R^2)	٠/٩٣	-	٠/٩٣	-	٠/٩٢	-

*معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، **معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، ***معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱، ns = غیر معنی‌دار، A = موسیلاژ به، B = چربی

۳-٤-۱- امتیاز طعم

بر اساس جدول۴ افزایش میزان موسیلاژ سبب افزایش معنی‌داری در امتیاز طعم شد؛ همچنین با افزایش میزان چربی امتیاز طعم بطور معنی‌داری افزایش یافت. در شکل ۳ –الف، اثر همزمان دو متغیر بر امتیاز طعم نشان داده شده است با افزایش همزمان این دو متغیر افزایش امتیاز طعم در نمودار مشاهده گردید. نتیجه این پژوهش با تحقیقات فرحناکی و همکاران (۱۳۹۰)؛ بهرامی (۱۳۹۳) و احمدی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت داشت.

۳-٤-۲- امتیاز بافت

بر اساس جدول۴ افزایش میزان موسیلاژ سبب افزایش معنی‌داری در امتیاز بافت شد؛ همچنین با افزایش میزان چربی امتیاز بافت افزایش یافت اما این افزایش معنی‌داری نبود. در شکل ۳ –ب، ، اثر همزمان دو متغیر بر امتیاز بافت نشان داده شده است. همزمان با افزایش این دو متغیر افزایش امتیاز بافت در نمودار مشاهده گردید. نتیجه این پژوهش با تحقیقات فرحناکی و همکاران (۱۳۹۰)؛ بهرامی (۱۳۹۳) و احمدی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت داشت.

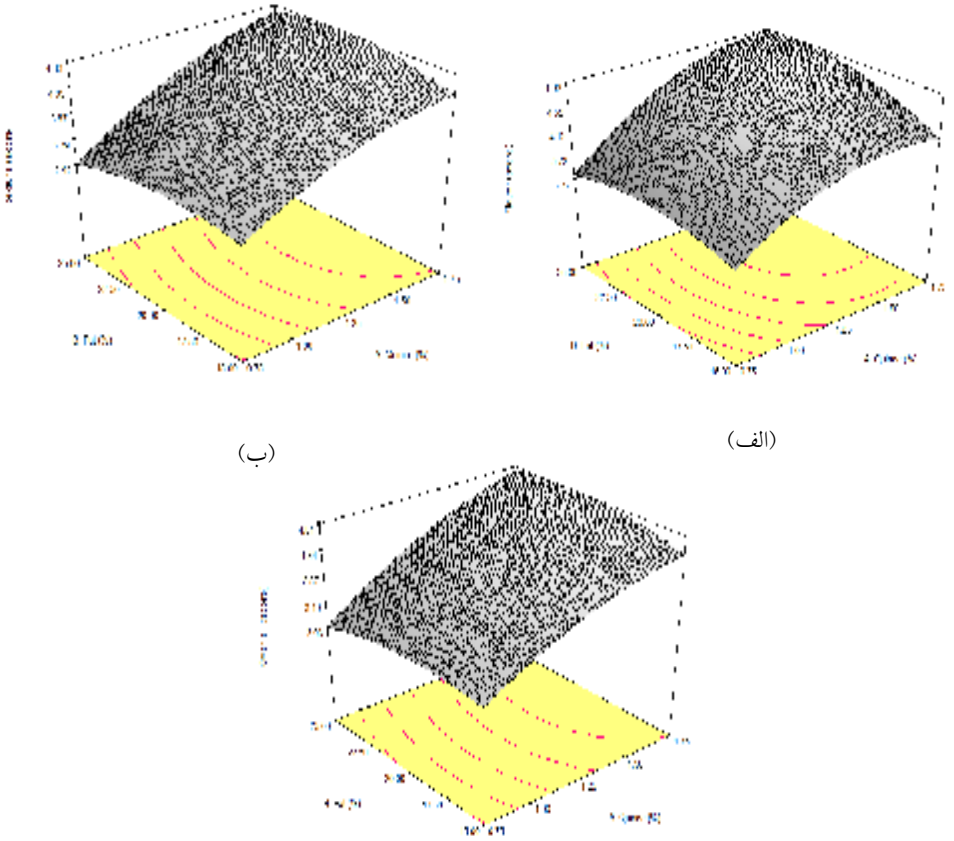
۳-٤-۳- امتیاز پذیرش کلی

بر اساس جدول۴، افزایش میزان موسیلاژ سبب افزایش معنی‌داری در امتیاز پذیرش کلی شد؛ اما با افزایش چربی امتیاز پذیرش کلی افزایش یافت اما معنی‌دار نبود. در شکل ۳– پ، اثر همزمان دو متغیر بر امتیاز پذیرش کلی نشان داده شده است. با افزایش همزمان این دو متغیر افزایش امتیاز پذیرش کلی در نمودار مشاهده گردید. نتیجه این پژوهش با تحقیقات فرحناکی و همکاران (۱۳۹۰)؛ بهرامی (۱۳۹۳) و احمدی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت داشت.

۳-٥- تعیین نقاط بهینه فرآیند تولید

یکی از کاربردهای اصلی روش سطح پاسخ، بهینه‌سازی[1] متغیرهای فرآیند تولید می‌باشد. بهینه سازی متغیرها به گونه‌ای صورت می‌گیرد که مجموع پاسخ‌ها بیشترین امتیاز ممکن را دریافت نمایند. در این تحقیق یافتن مقادیری از موسیلاژ دانه به (در دامنه ۰/۷۵ تا ۱/۷۵ درصد) و چربی (در دامنه ۱۵ تا ۲۵ درصد) به گونه‌ای که خامه صبحانه حاصل بیشترین میزان ویسکوزیته و بیشترین امتیاز طعم، بافت و پذیرش کلی و کمترین میزان آب اندازی و اسیدیته را داشته باشد، مدنظر بوده است. بهینه‌سازی عددی[2] و گرافیکی[3] قابل انجام می‌باشد.

1- Optimization
2- Numerical
3- Graphical



۳- نمودار سطح پاسخ تاثیر موسیلاژ دانه به بر آزمون حسی طعم(الف)، بافت(ب) و پذیرش کلی(پ) خامه صبحانه

۳-۵-۱- بهینه‌سازی عددی

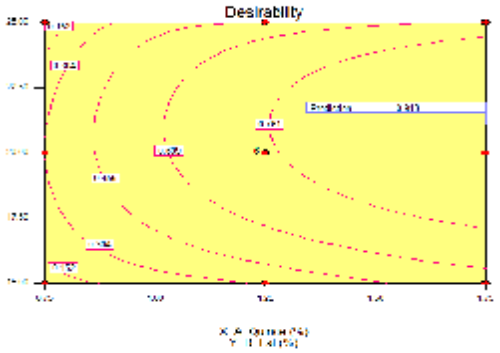
در این روش در صورتی که اهمیت صفات با هم متفاوت باشد، می‌توان به ترتیب اهمیت به آنها ضریب وزنی داد. در این تحقیق به صفات ویسکوزیته و پذیرش کلی ضریب ۲۰ و به صفات اسیدیته، آب اندازی، طعم و بافت ضریب وزنی ۱۵ داده شد (مجموعا ۱۰۰). با توجه به صفات مذکور، نقطه بهینه فرآیند تولید، موسیلاژ دانه به ۱/۷۵ درصد و چربی ۲۱/۱۲ درصد به دست آمد. چنین محصولی دارای ویسکوزیته ۱۳۵۵/۰۴ پاسکال ثانیه، آب‌اندازی ۱۴/۱۴ درصد، اسیدیته ۰/۱۵۸، امتیاز طعم ۴/۸۶، امتیاز بافت ۴/۸۳، امتیاز پذیرش کلی ۴/۸۱ و عدد مطلوبیت[1] ۹۱/۳ (میزان رضایت‌مندی) درصد بود. لازم به ذکر است که میزان رضایت‌مندی در واقع بیانگر مطلوبیت فرمول پیشنهادی است و مقدار آن بین صفر تا یک متغیر است (۰/۹۱۳).

۳-۵-۲- بهینه‌سازی گرافیکی

در این روش در واقع به جای به دست آوردن یک نقطه بهینه برای هر متغیر، دامنه بهینه برای هر یک از متغیرهای تولید به دست می‌آید. این کار با روی هم قرار دادن منحنی‌های سطح پاسخ برای کلیه پاسخ‌ها و رسم نمودار کانتور[2]، حاصل می‌شود. در این تحقیق نقطه ثابت هر متغیر همان مقدار بهینه در روش عددی در نظر گرفته شد. شکل۴، دامنه بهینه فرآیند تولید را برای دو متغیر موسیلاژ به و چربی نشان می‌دهد.

1- Desirability

2- Contour plot



شکل ٤- نمودار کانتور برای دو متغیر موسیلاژ به و چربی

٤- نتیجه‌گیری

همان طور که در مقدمه مقاله اشاره گردید تا قبل از این طرح هیچ‌گونه تحقیقی در خصوص استفاده از موسیلاژ دانه "به" و تاثیر آن بر خواص خامه صبحانه صورت نگرفته بود. خوشبختانه در این طرح با بهینه سازی مقدار چربی و موسیلاژ دانه به، امکان استفاده از این موسیلاژ با ارزش به منظور تولید خامه صبحانه با چربی کاهش یافته فراهم گردید به گونه ای که خامه حاصل علی رغم کاهش چربی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی قابل قبولی برخوردار بوده و مورد پذیرش داور های آزمون حسی نیز باشد.

٥- سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی کسانی که در انجام این طرح همکاری نموده‌اند به ویژه مدیریت و پرسنل محترم شرکت فرآورده های لبنی رضوی صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

٦- منابع

١. احمدی، ث.، حکیم زاده، و. و رشیدی، ح. ١٣٩٤. بررسی عملکرد صمغ‌های بومی بر جایگزینی چربی در خصوصیات شیمیایی خامه کم چرب، بیست و سومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان.

٢. بهرامی، ف. ١٣٩٣. بررسی تاثیر هیدروکلوئیدهای ترکیبی مجاز در حفظ کیفیت خامه استریل و بهبود خواص حسی آن و جلوگیری از آب اندازی آن در طول مدت ماندگاری، نخستین کنفرانس ملی توسعه کیفیت راهبردی فراگیر در سلامت غذا، تهران، انجمن مدیریت کیفیت ایران.

٣. رفیعی طاری، ن.، احسانی، م. ر.، مظلومی، م. ت. و ابراهیم زاده موسوی، م .ع. ١٣٨٥ . بررسی اثر نوع و مقدار پایدارکننده ها بر پایداری خامهUHT، *فصلنامه علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، سال ١، شماره ١.

٤. عباس تبار، ب.، عزیزی، م. ح. و عباسی، س. ١٣٩٣. بهینه سازی راندمان استخراج صمغ دانه به و اندازه گیری خصوصیات رئولوژی در شرایط بهینه استخراج، *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، سال نهم، شماره ٢، صفحه‌های ٣٨-٢٩.

٥. غلامحسین‌پور، ع.، مظاهری تهرانی، م. ١٣٩٠. استفاده از کنسانتره پروتئینی شیر (MPC-٨٥) در تولید خامه کم‌چرب و ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن، پژوهش‌های علوم و *صنایع غذایی ایران*، جلد٧، شماره٢، ١٧٨-١٧٢

٦. فرجی گوگردچی، ب.، امام جمعه، ز.، الهی، محبی، م. و جوکی، ح. ١٣٩٠. بررسی تاثیر صمغ دانه قدومه شهری بر روی پایداری خامه قنادی، سومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی.

٧. فرحناکی، ع.، صفری، ز.، احمدی گورجی، ف. و مصباحی، غ. ر. ١٣٩٠ . کاربرد ژلاتین به عنوان هیدروکلوئید جایگزین چربی در تولید خامه کم چرب. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، دوره ٨، شماره ٣١، ٥٢- ٤٥

٨. قدس روحانی، م. ١٣٨٥. اصول فراوری شیر و فراورده های شیری. نشر آموزش کشاورزی.

۹. مبصرفر، ر.۱۳۹۲. بررسی تأثیر هیدروکلوئیدهای مختلف در پایدار سازی خامه استریل، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، شیراز، دانشگاه شیراز.

۱۰. مرتضوی، ع.، قدس روحانی، م. و جوینده، ح. ۱۳۹۶. تکنولوژی شیر و فرآورده‌های لبنی. مشهد، دانشگاه فردوسی، چاپ سیزدهم.

۱۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۱. شیر و فراورده های آن، تعیین اسیدیته و pH، روش آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۵۲، چاپ اول.

۱۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۹. خامه پاستوریزه و خامه فرادما(UHT) ویژگی‌ها و روشهای آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره ۱۹۱، چاپ سوم.

13. Abbastabar, B., Azizi, M. H., Adnani, A. And Abbasi, S. 2015 Determining and modeling rheological characteristics of quince seed gum. *Food Hydrocolloids*, 43: 259-264.

14. BahramParvar, M., Goff, H. D. 2013. Basil seed gum as a novel stabilizer for structure formation and reduction of ice recrystallization in ice cream. *Dairy Science & Technology*, 93(3): 273-285.

15. BahramParvar, M., Razavi, S., Mazaheri Tehrani, M 2012. Optimising the ice cream formulation using basil seed gum (Ocimum basilicum L.) as a novel stabiliser to deliver improved processing quality. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(12): 2655-2661.

16. Farahmandfar, R., Asnaashari, M., Salahi, M. R., Rad, T. K. 2017. Effects of basil seed gum, Cress seed gum and Quince seed gum on the physical, textural and rheological properties of whipped cream. *International journal of biological macromolecules*, 98: 820-828.

17. Huang Z.K., Hou L.Y. and Li Z.H. .2013. Image Clustering Using Graph Cuts in LAB Color Space.Int. *J. Digital Content Tech. its Applications (JDCTA)*. 7(12).

18. Jouki, M., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A., Koocheki, A. 2013. Physical, barrier and antioxidant properties of a novel plasticized edible film from quince seed mucilage. international *Journal of biological macromolecules*, 62: 500-507.

19. Kirtil, E., Oztop, M. H. 2016. Characterization of emulsion stabilization properties of quince seed extract as a new source of hydrocolloid. *Food Research Internationa*l, 85: 84-94.

20. Lordan, R., Tsoupras, A., Mitra, B., Zabetakis, I. 2018. Dairy Fats and Cardiovascular Disease: Do We Really Need to be Concerned? Foods, 7(3):29.

21. Moghbel, A., Tayebi, M. 2015. Quince Seeds Biopolymer: Extraction, Drying Methods and Evaluation. Jundishapur *Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 10(3).

22. Poodineh, M., Prakash, J. 2018. Effect of Mastic Gum and Inulin Incorporation on Physical and Sensory Properties of Low Fat Cream. *J Food Chem Nanotechnol*, 4(1):1-9.

23. Phillips, G. O., Williams, P. A. (Eds.). 2009. Handbook of hydrocolloids. Elsevier.

24. Rao, M.A. 1999. Rheology of Fluid Semisolid Foods Principles Applications. Aspen Publishers, Inc., USA

25. Renfrew, A. G., Cretcher, L. H. 1932 Quince seed mucilage. *Journal of Biological Chemistry*, 97(2): 503-510.

26. Sahan, N., Yasar, k., Hayaloglu, A. A. 2006. Physical, chemical and flavor quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*. 22: 1291-1297.

27. Shin, S., Hong, K., Kang, S. W., Joung, H. 2013. A milk and cereal dietary pattern is associated with a reduced likelihood of having a low bone mineral density of the lumbar spine in Korean adolescents. *Nutrition research*, 33(1): 59-66.

28. Turabi, E., Sumnu, G., and Sahin, S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food Hydrocolloids*, 24:755-762.
29. Wang, L., Liu, H. M., Xie, A. J., Wang, X. D., Zhu, C. Y., and Qin, G. Y. 2018. Chinese quince (Chaenomeles sinensis) seed gum: Structural characterization. *Food Hydrocolloids*, 75: 237-245.

(Original Research Paper)

Effect of Quince Seed Mucilage on Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Light (Single) Cream

Mohamad Reza Derakhshan Far[1], Mohsen Ghods Roohani [2]*, Masoud Najaf Najafi [3]

1- MSc Graduated o f Novel Dairy Products Manufacture, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Mashhad, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Mashhad, Iran.

3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Mashhad, Iran.

Received:27/01/2019 Accepted:13/02/2019

Abstract

In this research, the effects of quince seed mucilage (0.75 to 1.75%) and fat (15-25%) on physicochemical properties (pH, acidity and colorimetric components), rheological (synersis and viscosity), and also sensory characteristics (taste, texture and overall acceptance) of light (single) cream were investigated. The results were investigated by Central Composite Designs (CCD) and modeled by Response Surface Methodology (RSM). The lack of fit factor for all traits was not statistically significant at 95% level; therefore, the accuracy of the lack of fit model was confirmed. According to the obtained results, the optimum point of production variables for obtaining light cream, which has the lowest amount of synersis and acidity and the highest viscosity, as well as the highest total score of taste, texture and overall acceptance, seed mucilage is 1.75% and fat is 21.12%. Such a product has a viscosity of 1355.04 Pascal S, synersis 14.14%, acidity of 0.158, flavor score of 4.86, texture score of 83.4, overall acceptance score 4.18, and desirability of 91.3%. Therefore, based on the results of this study, it can be concluded that the use of quince seed mucilage in the production of low-fat cream can simultaneously reduce the amount of fat while maintaining the rheological, physicochemical and sensory properties of the product.

Keywords: Light (Single) Cream, Fat Substitute, Hydrocolloids, Quince Seed Mucilage, Sensory Properties.

*Corresponding Author: ghods@yahoo.com