**مجله علوم و صنایع غذایی ایران**

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

**مقاله علمی_پژوهشی**

# کاربرد صمغ زانتان، کربوکسی متیل سلولز و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون و بهبود خواص خامه قنادی کم‌چرب

**لیلا لک زاده[1*]، سجاد نصر اصفهانی[2]**

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرضا، ایران

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرضا، ایران

**اطلاعات مقاله**

**تاریخ های مقاله:**

**تاریخ دریافت: ۹۸ /۱۰/۱۰**

**تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲٤**

**کلمات کلیدی:**

خامه قنادی،

جانشین های چربی،

کنسانتره پروتئین آب پنیر،

کربوکسی متیل سلولز،

صمغ زانتان،

اوروران.

**DOI: 10.52547/fsct.18.04.22**

* مسئول مکاتبات:

llakzadeh@yahoo.com

**چکیده**

**خامه قنادی یکی از محصولات لبنی پر مصرف با ساختار پیچیده امولسیونی کف مانند است. با توجه به بالا بودن میزان چربی در آن و عوارض چربی بر سلامت عمومی تولید خامه قنادی کم‌چرب توصیه می شود. بر این اساس اثر کنسانتره آب پنیر، کربوکسی متیل سلولز و صمغ زانتان و ترکیب آنها بر ویژگی های خامه قنادی کم چرب بررسی شد. برای این منظور ابتدا مقادیر مختلف این جانشین های چربی بوسیله طرح سطح پاسخ تعیین و سپس به خامه با چربی ۲۰ درصد اضافه گردید. بر روی این نمونه‌ها، آزمون‌های ویسکوزیته ظاهری، سفتی بافت خامه قنادی، توزیع اندازه ذرات، پایداری کف، اوروران، ارزیابی ویژگی‌های حسی، ویژگی‌های رنگ (L *, a *, b *) صورت گرفت. نتایج نشان داد که افزودن جانشین های چربی در خامه کم چرب در مقایسه با نمونه شاهد موجب افزایش ویسکوزیته ظاهری، افزایش اوروران، افزایش سفتی بافت، پایداری کف و تغییر اندازه ذرات شده است ($p<0/05$) ولی از نظر آماری پایدار کننده‌ها به تنهایی تأثیر معنی داری بر فاکتورها ی رنگ نداشتند. البته کنسانتره پروتئین آب پنیر در مقایسه با سایر تیمارها به صورت معنی داری دارای بیشترین اوران و کمترین اندازه ذرات، صمغ زانتان دارای کمترین میزان آب پس دهی و کربوهیدرات ها به ویژه زانتان بالاترین ویسکوزیته و سفتی را داشتند($p<0/05$). بر اساس داده های ارزیابی حسی، نمونه بهینه حاوی ۰/۳۵ پروتئین آب پنیر و ۰/۱۵ زانتان و کربوکسی متیل سلولز، بصورت معنی دار مطلوبیت بیشتری از نظر بافت و پذیرش کلی نسبت به نمونه شاهد و بقیه تیمارها داشت. در نهایت می توان بیان نمود که این مواد افزودنی می‌توانند جانشین های مناسبی برای کاهش درصد چربی خامه قنادی باشند، با توجه به اینکه آنها سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، رئولوژیکی و حسی خامه قنادی کم چرب بدون تأثیر معنی‌داری بر روی اغلب شاخص‌های ظاهری مثل رنگ و ویژگی های حسی می شوند.**



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

## ۱- مقدمه

امروزه صنعت غذا با تقاضای روز افزونی برای کاهش مقدارچربی در محصولات غذایی به دلیل ارتباط مستقیم بین مصرف چربی و بیماری‌های قلبی و عروقی، دیابت، برخی از انواع سرطان‌ها و هم‌چنین چاقی روبرو است. از این‌رو رشد سریع در تولید محصولات کم‌چرب دیده می شود. البته با وجود فواید رژیم غذایی کم‌چرب، نادیده گرفتن طعم، بافت و آروما نیز، در این محصولات برای مصرف کنندگان قابل قبول نمی‌باشد. بنابراین بایستی افزایش تنوع در تولید غذاهای کم چرب به صورتی باشد که در آن‌ها ویژگی‌های مطلوب مورد نظر مصرف‌کنندگان نیز تضعیف نشوند [۱،۲].

خامه قنادی یکی از محصولات لبنی پر مصرف با درصد چربی حدود ۳۵ تا ۳۰ بوده که ساختار آن به صورت ترکیبی از آب – هوا – چربی است. برای حفظ کیفیت خامه قنادی این ساختار باید در طی مراحل مختلف تولید و مصرف، پایداری خود را حفظ نماید. به طوری‌که پس از اضافه شدن هوا به مخلوط پروتئین - چربی محصول باید دارای بافتی مستحکم و ویسکوز بوده و خواص فیزیکی و رئولوژیکی مناسبی داشته باشد. این ویژگی به عوامل متعدد از جمله شرایط زدن خامه، درجه حرارت، اندازه ذرات، نسبت چربی مایع و جامد، فعالیت میکروب ها و آنزیم های آنها، مواد افزودنی و میزان و اندازه گلبول‌های چربی و ... بستگی دارد [۳،٤،٥]. بر این اساس در این مطالعه میزان چربی در خامه قنادی به ۲۰ درصد کاهش یافت چون رفتار رئولوژیکی محصول نهایی خامه قنادی وابسته به شبکه سه بعدی ایجاد شده توسط گویچه‌های چربی است و در صورت کاهش میزان درصد چربی به مقدار کمتر از ۲۰ درصد به دلیل عدم تشکیل شبکه مطلوب، ساختار پایداری در خامه ایجاد نمی‌شود [٦]. البته برای فرمولاسیون محصولات کم‌چرب، نوع جانشین های چربی نیز اهمیت دارد بطوریکه باید استفاده انتخابی از ترکیباتی صورت گیرد که به طور نسبی جانشین های چربی شده و نسبت به چربی، کالری کمتری داشته ولی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی چربی را ایجاد کنند. معمولا بیشتر جانشین های چربی بر پایه کربوهیدرات و پروتئین هستند[۹، ۸ ،۷]. از میان جانشین های پروتئینی می توان به پروتئین آب پنیر اشاره نمود که بدلیل وجود ترکیبات مهم تغذیه ای مثل بیواکتیو پپتیدها در آن و خصوصیات کاربردی عالی مثل امولسی فایری، جذب آب، افزایش ویسکوزیته موجب افزایش استفاده از آن در زمینه های مختلف در صنعت غذا گردیده است. از سوی دیگر استفاده از آن به عنوان جانشین چربی در خامه قنادی کم چرب با توجه به پایه لبنی آن می تواند سبب نگهداری طعم و مزه و خواص حسی خامه علاوه بر ایجاد بافت مناسب نیز گردد. [۱۲،۱۱،۱۰]. صمغ ها نیز از دیگر جانشین های چربی بر پایه کربوهیدرات می باشند که در صنعت غذا معمولا به عنوان قوام دهنده و امولسی فایری استفاده می‌شوند. از جمله این صمغ ها می‌توان به زانتان و کربوکسی متیل سلولز اشاره نمود. صمغ زانتان به عنوان یک پلی‌مر طبیعی میکروبی، بدلیل داشتن مقاومت و خواص رئولوژیکی مناسب در رنج وسیعی از دما، pH و همچنین بهبود دهنده یا اصلاح کننده مناسب ویژگیهای سایر پلی ساکاریدها در صنعت کاربرد زیادی دارد و بعنوان جانشین چربی در تولید برخی از فراورده‌های غذایی مانند مایونز، محصولات گوشتی و لبنی استفاده شده است [۱۳]. به طوری که Mohsin و همکاران (۲۰۱۹) بیان نمود که افزودن زانتان به ماست شیر شتر علاوه بر ایجاد بافت و سفتی مناسب می تواند ویژگی‌های حسی مطلوبی را نیز ایجاد می‌نماید [١٤]. کربوکسی متیل سلولز نیز یک پلیمر محلول در آب، آنیونیک با وزن مولکولی نسبتاً بالا است که در آب سرد و گرم محلول بوده و محلولی بی‌رنگ با طعمی خنثی ایجاد می‌کند. اما ویسکوزیته محلول های آن به قدرت یونی و حرارت حساس است بطوریکه ویسکوزیته محلول های کربوکسی‌متیل‌سلولز با افزایش دما کاهش می‌یابد. بنابراین استفاده از آن در محصولات لبنی که در دمای سرد نگهداری می‌شوند، امکان پذیر می‌باشد [۱٥]. از طرف دیگر Bak و همکاران (۲۰۱۷) نیز بیان نمودند که بین صمغ زانتان- گوار با کربوکسی متیل سلولز در مقدار ٥ درصد خاصیت هم افزایی وجود دارد [١٦].

هدف از این تحقیق بررسی تولید خامه قنادی با چربی کاهش یافته بوسیله ترکیب جانشین های پروتئینی و کربوهیدراتی با ویژگی های حسی و بافتی مناسب بود چون مطالعات نشان می‌دهد که با ترکیب برخی از انوع پلیمرها، می توان کمپلکس‌هایی با عملکردهای مطلوب و بی نظیری نسبت به هر کدام از دو پلیمر اولیه در صنعت غذا ایجاد کرد [۱۷]. از طرف دیگر تمایل زیاد پروتئین به جذب شدن در ناحیه مرزی آب- روغن بعنوان امولسی فایر به همراه افزایش ویسکوزیته بالای پلی ساکاریدها می‌تواند در ایجاد و پایداری ساختار جدید در



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

خامه قنادی کم چرب کمک کند. بر این اساس برای بدست آوردن بهترین فرمول بهینه از روش سطح پاسخ و آزمون حسی استفاده گردید [۱۸،۱۹].

## ۲- مواد و روش ها

در این مطالعه از صمغ زانتان با درجه غذایی E415 از شرکت رودیا، صمغ کربوکسی متیل سلولز با درجه غذایی E466 نوع 401 با وسیکوزیته ۳۵۰۰ سانتی پوز در محلول ۱ درصد از شرکت ونداکو چین و کنسانتره پروتئین آب پنیر ۸۰ درصد هلندی از شرکت پاریز نوا استفاده گردید و تمام مواد شیمیایی از شرکت مرک (آلمان) خریداری شد.

### ۲-۱- تولید خامه قنادی کم‌چرب

برای تولید خامه کم چرب ابتدا با شیر اسکیم میزان چربی خامه تا ۲۰ درصد استاندارد شد سپس جانشین های چربی طبق درصدهای تعیین شده به روش سطح پاسخ که برای کربوکسی متیل سلولز به میزان ۰ تا ۰/۱۵ درصد، صمغ زانتان به میزان ۰ تا ۰/۱۵ درصد و برای پروتئین آب پنیر به میزان ۰ تا ۰/۵ درصد بود، توزین و به هر یک از نمونه‌های خامه اضافه و کاملا مخلوط گردید. درنهایت خامه قنادی در حمام آب گرم ۸۵ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه پاستوریزه شد. پس از پاستوریزاسیون، خامه به سرعت توسط آب و یخ تا دمای ۵ درجه سانتیگراد سرد شد تا از دو فاز شدن آن و رشد میکروب‌های اسپوردار ترموفیل باقیمانده جلوگیری گردد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. نگهداری در سرما موجب تکمیل کریستالیزاسیون چربی می‌شود که این امر برای انجام الحاق جزئی در حین فرآیند هوادهی ضروری است [۲۰]. برای فرآیند زدن خامه، ابتدا زمان لازم از طریق محاسبه بیش‌ترین مقدار اوروان برای خامه کم چرب بدست آورده شد و سپس خامه در این زمان هوادهی شد. زدن خامه در ابتدای فرآیند هوادهی با دور پایین هم زن و سپس با دور بالا انجام شد. پس از آماده سازی خامه آزمون‌های مختلف بر روی آن انجام شد [٦].

### ۲-۲- درصد چربی خامه

اندازه گیری درصد چربی خامه به روش حجمی ژربر صورت گرفت. در این روش ابتدا ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ و مقدار ۵ میلی لیتر خامه که به دمای محیط رسیده بود، به درون بوتیرومتر انتقال داده شد. سپس مقدار ۱ میلی لیتر الکل ایزو آمیلیک به آن اضافه شد. پس از ۵ دقیقه سانتریفوژ با سرعت ۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰ دور بر دقیقه، درصد چربی روی بوتیرومتر خوانده شد [۲۱].

### ۲-۳- اندازه گیری میزان اوروان

برای اندازه گیری میزان اوروان، از روش آلن و همکاران (۲۰۰٦) با اندکی تغییرات استفاده گردید به این صورت که ابتدا مقدار مشخصی از خامه قنادی کم جرب توزین و بعد از گذشت ۵ دقیقه از فرآیند زدن، خامه قنادی زده شده به پتری دیش از قبل وزن شده منتقل و توزین شد. سپس زدن را ادامه داده و توزین در هر ۳۰ ثانیه به همین روش انجام گردید. زمانی که حجم خامه شروع به کاهش کرد، پایان زمان لازم برای زدن خامه است و بیشترین مقدار اوروان به دست می‌آید. برای محاسبه میزان اوروان از رابطه ۱ استفاده شد [۲۲].

(۱)

درصد اوروان =

۱۰۰ ×وزن خامه هم زده / (وزن خامه هم زده − وزن خامه هم نزده)

### ۲-٤- اندازه‌گیری ویسکوزیته ظاهری

ویسکوزیته ظاهری با استفاده از ویسکومتر چرخشی (بروکفیلد، مدل DV II، آمریکا) در سرعت برشی ۵۰، ۸۰ بعد از همگن کردن نمونه در دمای ۲۲ درجه سیلسیوس اندازه گیری شد [۱۱]. در این مطالعه برای اندازه گیری ویسکوزیته از دو سرعت برشی استفاده گردید چون داده‌های ویسکوزیته در سرعت برشی پایین ابزار مناسبی برای مطالعه پایداری سیستم‌های کلوئیدی در حالت ساکن و در سرعت های برشی میانی برای مطالعه‌ی ارزیابی حسی و احساسی دهانی استفاده می شود. داده‌های ویسکوزیته در سرعت برشی بالا برای طراحی فرآیند هایی نظیر محاسبه‌ی توان همزن، پمپ، نازل‌ها و فرآیندهایی که شرایط آن‌ها تابع جریان سیال در لوله است (مانند استریلیزاسیون و پاستوریزاسیون) استفاده می‌شود [۲۳].

### ۲-۵- اندازه گیری پایداری کف (آب پس دهی)

مقدار ۲۰ گرم از خامه زده شده توزین شد و بر روی قیف که دارای صافی است قرار داده شد. سپس قیف به مدت ۳ ساعت درون انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفت. برای اندازه گیری میزان آب اندازی نمونه ها، استوانه مدرجی زیر قیف قرار داده شد. با توزین استوانه مدرج قبل و پس از آب



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

اندازی میزان سرم خارج شده از خامه بدست آمد و از طریق رابطه ۲ درصد خروج سرم محاسبه شد [٤].

(۲)

=درصد آب پس دهی

(جرم استوانه مدرج خالی – جرم استوانه مدرج و سرم خارج شده) ۱۰۰ × جرم خامه /

## ۲-٦- اندازه گیری میزان سفتی بافت

برای انجام این تست از پروب‌های سیلندری با قطری متناسب ۳۸/۱ میلی‌متر، با ظرف استوانه استیل به ارتفاع ۹۵ میلی‌متر با قطر داخلی ٤۳ میلی‌متر استفاده شد. فاصله بین استوانه و پروب نیز ۵ میلی‌متر بود. سرعت نفوذ پروب ۱ میلی‌متر ثانیه بوده و میزان نفوذ آن ۳۰ میلی‌متر انتخاب شد. حدود ۱۵۰ 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 ۵ درجه (دمای یخچال) قرار داده شدند. اندازگیری حداقل در دو تکرار صورت گرفت. در نهایت بیش‌ترین مقدار نیرو معادل با میزان سفتی بافت در نظر گرفته شد [٢٤].

## ۲-۷- اندازه گیری اندازه ذرات

میانگین اندازه ذرات نمونه‌های خامه با استفاده از دستگاه پراکنش اشعه لیزر هوریبا مدل LA930 مجهز به پرتو لیزر ۵ میلی ولت هلیوم/ نئون (٦۳۵ نانومتر) در دمای اتاق (۱±۲۰ درجه سانتیگراد) انجام گردید. به منظور جلوگیری از توده‌ای شدن ذرات، نمونه‌ها قبل از تزریق به دستگاه به میزان ۱:۱۰۰ با سدیم دو دسیل سولفات ۰/۱ درصد رقیق شده و پس از اینکه به مدت چند دقیقه در حمام اولتراسونیک قرار گرفت همگن و به دستگاه تزریق شدند. نمونه‌ها تا جایی به سل دستگاه تزریق شد که میزان نور عبوری در برابر آب مقطر ٦۰-۸۰ درصد باشد. شاخص‌هایی همچون میانگین اندازه ذرات بر اساس سطح ($D_{32}$) با استفاده از نرم افزار دستگاه محاسبه شد. تمامی اندازگیری ها حداقل در۲ تکرار انجام گرفت [۲۵،۲٦].

## ۲-۸- اندازه گیری رنگ

نمونه‌ها برای عکس‌برداری در محفظه‌ای با زمینه سفید رنگ قرار گرفته و برای نور پردازی فضا از دو نوع لامپ تنگستن و فلورسنت استفاده شد. زاویه تابش با سطح افقی تصویر، ٤۵ درجه بود. عکس‌برداری با استفاده از دوربین دیجیتالی پاناسونیک مدل TZ5 با استفاده از کارت‌های استاندارد RAL که قبلا میزان RGB تصاویر آن‌ها با نرم افزار فتوشاپ ورژن ۸ تعیین شده و میزان RGB استاندارد آن‌ها نیز مشخص بود، صورت گرفت. در نهایت با استفاده از معادله خط منحنی استاندارد مقادیر RGB به صورت Lab گزارش شد. فاکتور L شامل طیف سیاه تا سفید با محدود از صفر تا ۱۰۰ و دو فاکتور رنگی a شامل طیف رنگی سبز تا قرمز با محدوده ۱۲۰- تا ۱۲۰+ و b شامل طیف رنگی آبی تا زرد با محدوده ۱۲۰- تا ۱۲۰+ می‌باشد. با توجه به روابط زیر شاخص کروما[1]، زاویه هیو[2] و تغییرات کلی رنگ[3] نمونه‌ها به دست آمد [۵].

$$\text{کروما} = (a^2 + b^2)^{0/5} \quad (۳)$$

$$\text{زاویه هیو} = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (٤)$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (۵)$$

## ۲-۹- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های خامه زده شده با استفاده از روش هدونیک در مقیاس امتیازدهی ۱ تا ۵ (عدد بزرگ‌تر نشان دهنده مطلوب بودن محصول) برای هر شاخص و توسط ۲۰ ارزیاب با در نظر گرفتن شاخص‌هایی همچون، رنگ، طعم و مزه، بافت، مطلوبیت کلی بروی نمونه‌های شاهد و سه نمونه از بهترین حالت‌های سطح پاسخ شامل بهینه ۱ کنسانتره پروتئین آب پنیر ۰/۳۵ ،کربوکسی متیل سلولز ۰/۱۵ ، زانتان ۰/۱۵، بهینه ۲ (کنسانتره پروتئین آب پنیر ۰/۲۵ ،کربوکسی متیل سلولز ۰/۰۷ ، زانتان ۰/۰۷، بهینه ۳ کنسانتره پروتئین آب پنیر ۰/۲۵، کربوکسی متیل سلولز۰/۱۵ ، زانتان ۰/۱۵ انجام شد [۵].

## ۲-۱۰- طرح آماری

طرح آماری با استفاده از روش سطح پاسخ توسط نرم افزار Design-Expertدر سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت. بر اساس این طرح آماری ۱۷ تیمار با ۵ نقطه مرکزی با توجه به جدول ۱ تشکیل گردید و با استفاده از روش سطح پاسخ نقطه بهینه جهت دستیابی به بهترین خصوصیات خامه قنادی تعیین شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های حسی، از آنالیز تجزیه واریانس (ANOVA) در غالب طرح کاملا تصادفی و برای مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد با نرم افزار SAS انجام گرفت.

1. Chroma index
2. Hue Angle
3. Total Color Change



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

**Table1** Different variables in the test (%)

| Treat | Whey protein concentrate | Xanthan | Carboxymethyl cellulose |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.50 | 0.00 | 0.07 |
| 2 | 0.00 | 0.07 | 0.15 |
| 3 | 0.25 | 0.00 | 0.15 |
| 4 | 0.25 | 0.07 | 0.07 |
| 5 | 0.25 | 0.07 | 0.07 |
| 6 | 0.25 | 0.15 | 0.15 |
| 7 | 0.50 | 0.15 | 0.07 |
| 8 | 0.25 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 0.50 | 0.07 | 0.15 |
| 10 | 0.00 | 0.07 | 0.00 |
| 11 | 0.25 | 0.07 | 0.07 |
| 12 | 0.50 | 0.07 | 0.00 |
| 13 | 0.25 | 0.07 | 0.07 |
| 14 | 0.00 | 0.00 | 0.07 |
| 15 | 0.00 | 0.15 | 0.07 |
| 16 | 0.25 | 0.15 | 0.00 |
| 17 | 0.25 | 0.07 | 0.07 |

### ۲-۱۱- اندازگیری درصد خطای نقطه بهینه

با استفاده از رابطه ٦ درصد خطای نقطه بهینه سطح پاسخ نسبت به اعداد واقعی بدست آمده محاسبه شد.

(٦)

درصد خطای نقطه بهینه=

۱۰۰×عدد واقعی بدست آمده/(عدد پیشبینی شده- عدد واقعی بدست آمده)

## ۳- نتایج و بحث

در این مطالعه برای تمام فاکتورها به جز سفتی و اندازه ذرات بر اساس جداول طرح سطح پاسخ، مدل پیشنهادی درجه دوم ارائه شد که نشان دهنده تاثیر گذار بودن اثر دوگانه فاکتورها است و بر اساس مقادیر P>F (عدم تطابق اجزای مدل بر پاسخ اندازه گیری شده) این مدل برای فاکتورهای مذکور در این تحقیق نسبت به مدل خطی و 2FI انتخاب گردید.

### ۳-۱- اوران

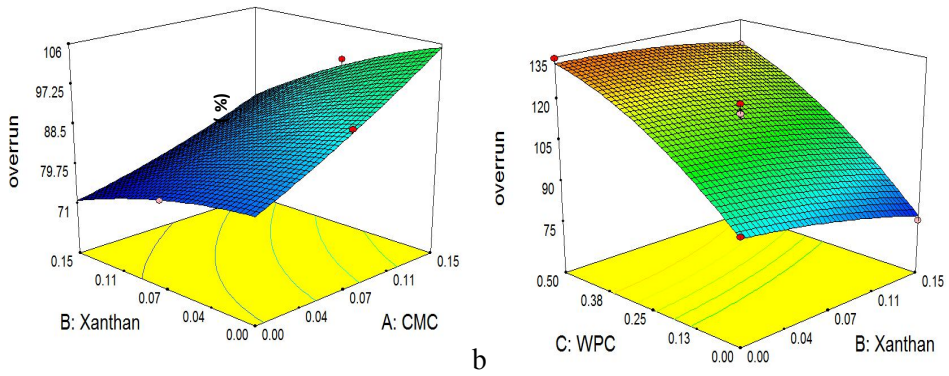
فرایند هوادهی باعث می‌شود که هوا وارد مخلوط مایع شود و به موجب آن پدیده فیزیکی تشکیل کف، اتفاق بیفتد. زمانی که مایع تبدیل به کف می‌شود، حجم آن افزایش پیدا می‌کند که این افزایش حجم نسبت به حجم اولیه را اوران می‌گویند. در حین زدن خامه، حجم زیادی از هوا حدود ٤٠ – ٦٠ درصد حجمی به صورت حباب‌های بزرگ درون امولسیون اولیه گلبول‌های چربی شیر قرار می‌گیرد در این هنگام در صورت وجود پروتئین‌ها در محیط، آن‌ها بر روی سطح حباب‌های هوا جذب شده و مانع از اتصال گویچه‌های چربی شده و در نهایت شبکه ای پایدار ایجاد می‌گردد [۲۷]. با توجه به جدول ۲ مشخص است که اثر کربوکسی متیل‌سلولز، صمغ زانتان و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر میزان اوران محصول نهایی معنی‌دار بوده ولی فقط کنسانتره پروتئین آب پنیر و کربوکسی متیل‌سلولز به صورت معنی‌دار در سطح ۵ درصد موجب افزایش اوران شده‌اند. ضریب منفی صمغ زانتان نشان دهنده تأثیر کاهنده این صمغ به صورت معنی‌دار، بر اوران خامه قنادی می‌باشد که علت آن را می‌توان به دلیل افزایش ویسکوزیته دانست [۲۸]. لازم به ذکر است بالاتر بودن ضریب افزاینده کنسانتره پروتئین آب پنیر (۱۳۳) نشان‌دهنده تأثیر بیشتر آن بر افزایش اوران می‌باشد. کنسانتره پروتئین آب پنیر قبل از فرایند همزدن خامه به دلیل واکنش با غشاء گلبول چربی و خاصیت امولسی فایری و پس از زدن خامه هم با تشکیل ساختاری مناسب در فضای بین حباب‌های هوا به گویچه‌های چربی برای نگهداری حباب‌ها کمک می‌کند به طوری که با کاهش درصد چربی، میزان اوران و توانایی نگهداری حباب‌های هوا کم نشود. Padiernos و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان نمودند که استفاده از پروتئین آب پنیر در خامه قنادی کم چرب سبب افزایش اوران و پایداری کف می‌شود [٤]. کربوکسی متیل سلولز نیز با تغلیظ امولسیون، کاهش کشش سطحی و کمک به دام افتادن حباب‌های هوا مقداری باعث افزایش حجم کف در خامه می‌شود [۱۵]. این تاثیر در تحقیق توسط Zhao و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان گردید و با افزایش سطوح هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در محدوده ۰/۰۲۵ تا ۰/۱۲۵ درصد، اوران در خامه همزده بیشتر شد [۲۹]. اثر



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

متقابل این افزودنی ها با یکدیگر از نظر آماری معنی دار نبود. ولی مطابق شکل ۱ اثر متقابل صمغ زانتان-کربوکسی متیل سلولز بر روی اوروان خامه منفی و اثر صمغ زانتان-پروتئین آب پنیر بر روی اوروان مثبت بود.




a b

**Fig1** The interaction effects of the fat substitutes (a) carboxymethyl cellulose (CMC) – xanthan gum (b) whey protein concentrate (WPC) - xanthan on the overrun of the low fat whipped cream.

## ۳-۲- ویسکوزیته

میزان ویسکوزیته در خامه قنادی بسیار حایز اهمیت می‌باشد بطوریکه اگر ویسکوزیته خامه خیلی زیاد باشد، زدن آن و وارد کردن هوا به داخل آن مشکل می‌شود و اگر ویسکوزیته به اندازه کافی نباشد دیواره‌ی حباب‌های هوا به سرعت از بین می‌رود و حباب‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند. از طرف دیگر در خامه قنادی به دلیل متلاشی شدن برخی غشای گویچه‌های چربی در حین فرایند هم‌زدن، احتمال اتصال گلبولهای چربی به هم وجود دارد در این شرایط افزودن موادی مانند پایدارکننده‌ها باعث بهبودی ویژگی‌های هم زنی خامه‌ی قنادی می‌شود. این مواد با افزایش ویسکوزیته سرم از طریق کاهش حرکت گلبول های چربی و اتصال حباب های کوچک هوا به یکدیگر سبب پایداری امولسیون درخامه قنادی می‌شوند [۳۰]. بر اساس جدول ۲ ویسکوزیته خامه کم چرب اساسا به پلی ساکاریدهای آن نسبت داده می‌شود به طوری که اثر کربوکسی متیل سلولز، صمغ زانتان و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. البته بالاتر بودن ضریب صمغ زانتان به تنهایی نشان دهنده تأثیر بیشتر آن بر ویسکوزیته ظاهری می‌باشد. علل افزایش زیاد ویسکوزیته خامه با صمغ زانتان به باز شدن زنجیره های آن در آب و ایجاد یک ساختمان انعطاف‌پذیر و بی نظم بصورت مارپیچ تصادفی می‌باشد که سبب افزایش ویسکوزیته‌ی محلول با افزایش غلظت صمغ به طور خطی می‌گردد. Zhao و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که زانتان رابطه‌ی مثبتی با سفتی و ویسکوزیته خامه دارد. وجود آن در خامه همزده به ایجاد ساختار فیزیکی مطلوب‌تر محصول نهایی کمک کند ولی در سطوح مختلف دارای اثر متفاوتی برروی قوام است که این مطلب و اثر متقابل دو جانشین های کربوهیدراتی در شکل ۲ قابل مشاهده است [۳۱].

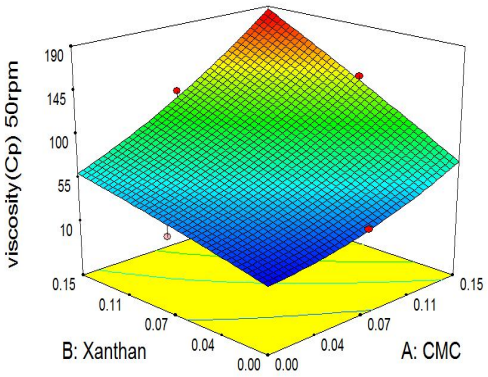



**Fig 2** The interaction effect of the CMC and xanthan gum on the viscosity of the low fat whipped cream (50-RPM).

## ۳-۳- سفتی بافت

سفتی یکی از پارامترهای مهم بافتی است که به عنوان مقدار نیروی مورد نیاز برای دست یابی به میزان تغییر شکل مشخص در ماده غذایی تعریف می‌شود. خصوصیات بافتی و سفتی خامه قنادی به منظور مقاومت تحت فرایندهای مختلف و همچنین کیفیت محصول نهایی دارای اهمیت می‌باشند. این سفتی باید در حدی باشد که ساختار پس از هوادهی شکل خود را حفظ کرده و در فرایندهای مختلف بعدی پایدار باقی بماند [۲۹].

یکی از پارامترهای مهم در بافت خامه قنادی میزان چربی موجود در آن است به طوری که با افزایش میزان درصد چربی، میزان سفتی بافت نهایی افزایش پیدا می‌کند. این حالت به دلیل ساختار ایجاد شده توسط چربی می‌باشد که باعث حفظ حباب‌های هوا و شکل خامه قنادی می شود. بدین صورت که



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

ابتدا چربی های موجود در خامه قنادی برسطوح پایدار شده پروتئینی حباب‌های هوا تجمع کرده و بر روی آن گسترده می شوند. پس از آن بخش‌های از دیواره‌ی گویچه‌های چربی در فضای بین سلول‌های هوا شکسته شده و از طریق الحاق جزئی شبکه‌ای سه بعدی از چربی‌ها تشکیل شود. این شبکه سه بعدی سفتی مناسبی را برای محصول نهایی ایجاد کرده و ساختار آن را پایدار می‌کند [٦].

بر اساس جدول ۲ هر سه مواد افزودنی جانشین چربی توانسته اند تاثیر مثبتی بر روی سفتی بافت خامه داشته باشند ولی فقط اثر کربوکسی متیل سلولز و صمغ زانتان بر میزان سفتی بافت بر اساس مدل 2FI معنی‌دار می‌باشد. فونگ و همکاران در استفاده از پایدارکننده ها در ماست کم چرب نیز بیان نمودند که زانتان سبب افزایش سفتی بافت محصول به میزان زیاد شد [۲۹]. البته مطابق شکل ۳ اثر متقابل صمغ زانتان و کربوکسی متیل سلولز بر روی سفتی خامه قنادی نیز افزایشی است ($p>0$).

تاثیر کمتر پروتئین آب پنیر در مقایسه با جانشین های دیگر بر روی فاکتور سفتی در مطالعه Zhao و همکاران (۲۰۰۸) نیز مشاهده گردید. در بررسی اثر کازئینات سدیم و پروتئین آب پنیر بر ویژگی‌های بافتی خامه قنادی بیان گردید که استفاده از هر دو این پروتئینها تا حدودی باعث افزایش سفتی خامه قنادی می گردد ولی تاثیر پروتئین آب پنیر بر روی سفتی خامه کمتر از پروتئین دیگر است [۳۲].

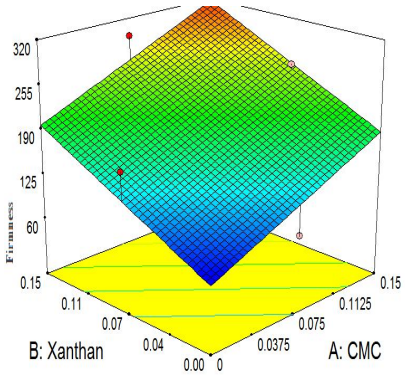



**Fig 3 The** interaction effect of the CMC and xanthan gum on the firmness of the low fat whipped cream

## ۳-٤- آب پس دهی

خامه امولسیون روغن در آب می باشد بنابراین آب پس‌دهی در آن در حقیقت شکست امولسیون را نشان می‌دهد. ساختار مطلوب خامه زده شده ساختاری است که میزان آب‌اندازی در آن حداقل باشد. به طور کلی پایداری کف به شدت وابسته به ویژگی‌های فاز آبی پیوسته و همچنین ویژگی‌های ویسکوالاستیک لایه فیلم بین سطحی و اختلاف فشار داخل حباب‌ها با مایع موجود در بین حباب ها است. علت اصلی دو فاز شدن خامه به فرآیندی مربوط می‌شود که به آن فلوکولیشن می گویند در این شرایط، ذرات فاز چربی به یکدیگر می-پیوندند و یک ذره بزرگ‌تر را تشکیل می‌دهند و در نهایت امولسیون به دو فاز تقسیم می‌شود. با افزایش درصد چربی خامه قنادی میزان الحاق جزئی چربی ها افزایش پیدا می‌کند و شبکه ی مناسبی از چربی‌ها در میان حباب‌های هوا ایجاد می-شود. علاوه بر این، در این حالت میزان ویسکوزیته خامه بیش-تر می‌شود. در نتیجه این تغییرات ساختاری، پایداری خامه قنادی هوادهی شده بیشتر شده و میزان سرم خروجی در هنگام نگهداری کاهش می‌یابد. ولی در صورت تولید خامه کم چرب با توجه به ارتباط تنگاتنگ آب پس دهی با ویسکوزیته بایستی بتوان با جا نشین های های چربی مناسب این کاهش چربی را جبران نمود تا آب پس‌دهی نمونه افزایش نیابد [۳۳،۳٤]. بر اساس جدول ۲ فقط اثر صمغ زانتان بر میزان آب پس‌دهی محصول نهایی در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. در این مدل پارامتر ضریب تبیین که نشان دهنده قدرت مدل برازش یافته می‌باشد برابر با ۰/۹۵ بوده و انحراف معیار ۳/٥٤ درصد می-باشد. به طور کلی اثر جانشین های بر کاهش آب اندازی خامه قنادی بدلیل افزایش ویسکوزیته، ایجاد پیوند مناسب با اجزای خامه و ویژگی امولسی فایری آنها می‌باشد. بر این اساس صمغ زانتان بدلیل توانایی بالایی که در افزایش ویسکوزیته محیط دارد، تأثیر آن در کاهش میزان آب اندازی مشهود می‌باشد. واکنش‌های الکترواستاتیک بین بارهای منفی صمغ با یون های مثبت پروتئین کازئین سبب ایجاد پیوند بین غشای گویچه‌های چربی، حبابهای هوا و فاز آبی در خامه می‌شود که در نهایت باعث افزایش یکپارچگی و پایداری امولسیون می‌گردد [۲۸،۳٤]. کنسانتره پروتئین آب پنیر هم با داشتن ساختار پروتئینی جانشین بخشی از پروتئین‌های بین سطحی شده و بر کاهش آب اندازی خامه کم چرب موثر می‌باشد ($p>0$). تاثیر استفاده از پایدار کننده های مختلف در پایداری ساختار خامه در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است به عنوان مثال تاثیر استفاده از پایدار کننده های مختلف در پایداری ساختار خامه هم‌زده در مطالعات لورنزن و همکاران (۱۹۹۳) همچنین اثر افزودن هیدروکلوئیدهای کتیرا، کاراگینان و کربوکسی‌متیل



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

سلولز بر میزان آب اندازی خامه استریل ۲۵ درصد چربی در مطالعه ای رضا مبصرفر (۱۳۹۲) بررسی شد و نتایج نشان داد که که آب انداختگی در خامه فاقد پایدار کننده (نمونه شاهد) به میزان قابل ملاحظه و معنی‌داری بیش‌تر ازنمونه های حاوی پایدار کننده بود اما در مورد سه تیمار دیگر گرچه اختلاف در میزان آب اندازی وجود داشت اما این تفاوت به حدی نبود که از نظر آماری معنی‌دار باشد. بیشترین میزان آب اندازی پس از نمونه شاهد، مربوط به نمونه حاوی صمغ کتیرا و پس از آن کربوکسی متیل سلولز و سپس کاراگینان بود [۳۵، ۳۰]. در مطالعه‌ی غلامحسین‌پور و همکاران (۱۳۹۰) از کنسانتره پروتئینی شیر به عنوان جانشین چربی در خامه کم‌چرب استفاده کردند و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی آن را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که در مقایسه با نمونه شاهد، با افزایش میزان کنسانتره، آب اندازی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد [۳۶].

مطابق شکل ٤ برهم‌کنش جانشین های چربی نیز بر روند تأثیرگذاری میزان آب پس‌دهی موثر است به عنوان مثال تاثیر متقابل زانتان – پروتئین آب پنیر کاهشی است در حالیکه اثر متقابل کربوکسی‌متیل‌سلولز با کنسانتره پروتئین آب پنیر افزایشی و با زانتان کاهشی است ($p>0$).

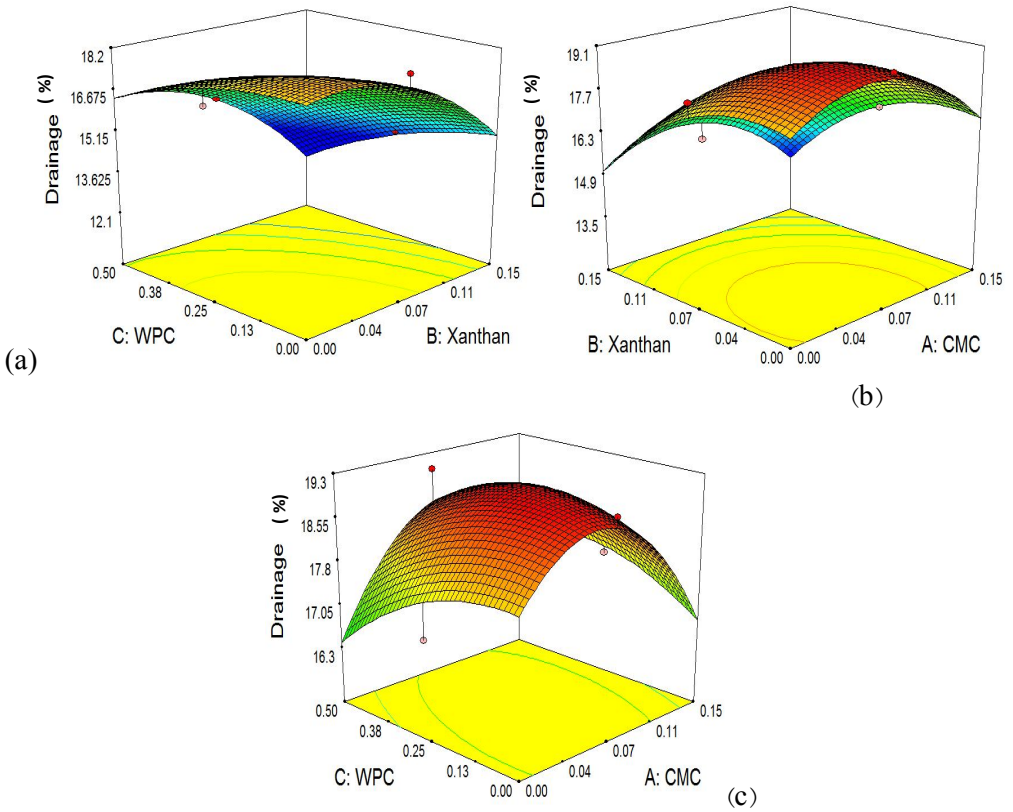



**Fig 4 The i**nteraction effects of the fat substitutes on the water leakage of the low fat whipped cream.

## ۳-۵- اندازه ذرات

اندازه و شکل ذرات با توجه به تاثیر آن بر روی قوام و ویژگی-های رئولوژیکی سیستم غذایی بسیار مهم می باشد [۲۵]. در هنگام تولید خامه قنادی وجود برخی مواد افزودنی سبب جذب ذرات امولسیون به سطوح ذرات هوا می‌شوند که ممکن است در طی این جذب سطحی پیوندهایی نیز بین ذرات صورت گیرد که درنتیجه باعث ایجاد شبکه ای پایدار در اطراف حباب‌های هوا و افزایش سایز ذرات می شود. بر این اساس در این مطالعه با توجه به جدول ۲ صمغ زانتان، کربوکسی متیل سلولز و اثر متقابل آنها بصورت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس مدل 2FI باعث افزایش اندازه ذرات شده‌اند چون حضور پایدارکننده‌ها بویژه آنهایی که دارای گروه‌های فعال سطحی مانند کربوکسی متیل سلولز هستند می-تواند سبب ایجاد پیوند کوالانسی در خامه شده و در نهایت باعث بزرگتر شدن ذرات می شود در حالیکه کنسانتره پروتئین آب پنیر نیز بصورت معنی دار باعث کاهش اندازه ذرات شده است [۲۹،۳۲].



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

مطابق تحقیق Zhao و همکاران (۲۰۰۹) اضافه کردن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به خامه قنادی سبب افزایش اندازه ذرات و ویژگی های بافتی می‌گردد. آن ها بیان کردند که پروتئین بر سر جذب شدن بر روی سطح قطره چربی با هیدروکسی پروپیل متیل سلولز رقابت می‌کند و به موجب آن تغییر کشش سطحی و کاهش اندازه قطر چربی به وجود می‌آید ولی با توجه به فعالیت سطحی بالاتر صمغ نسبت به پروتئین، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به صورت جزئی با پروتئین در سطح بین قطرات چربی جایگزین شده و به ایجاد ساختار فیزیکی مطلوب‌تر در خامه قنادی کمک می‌کند. [۲۹]. بر همکنش این سه افزودنی در شکل ۵ مشخص است که با افزایش مقدار پروتئین آب پنیر از شکل a تا c اندازه ذرات کوچکتر شده است همچنین در شکل c شیب کاهش اندازه ذرات بر اثر برهمکنش صمغ‌ها نسبت به شکل الف و ب تندتر شده است.

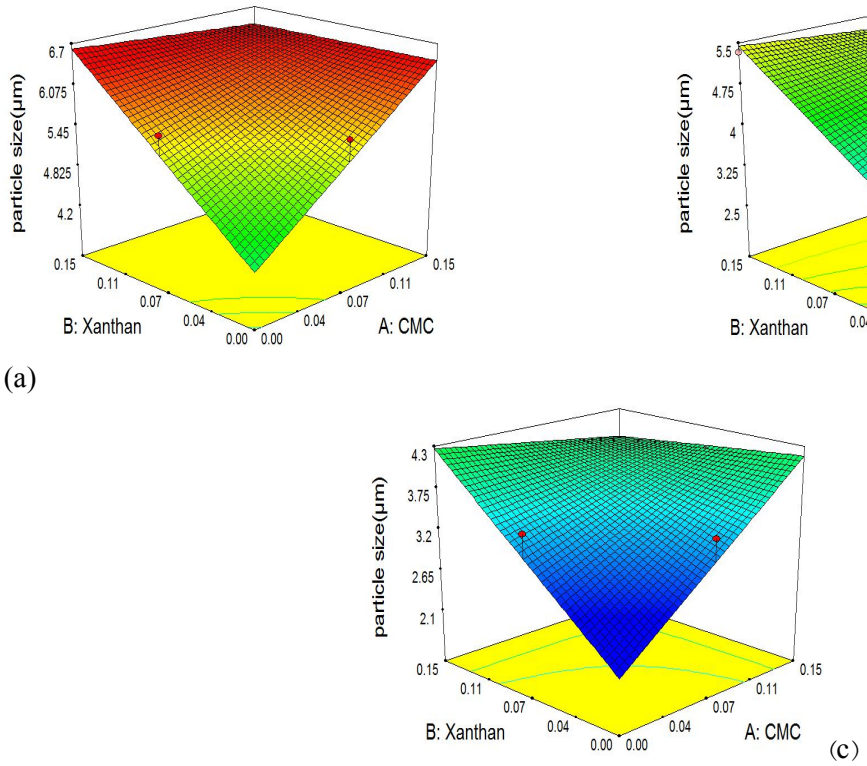



**Fig 5** The interaction effects of the fat substitutes on the particle size of the low fat whipped cream a: 0% WPC b: 0.25% WPC c: 0.5% WPC

## ۳-٦- رنگ

ترکیبات خامه و شرایط هوادهی با توجه به ابعاد ذرات کف تولید شده بر کیفیت رنگی محصول اثرگذار هستند و حضور هر فاکتور ناهمگنی که باعث پراکندگی نور درسطح مولکولی و حتی اتمی شود باعث تغییر رنگ در خامه می‌گردد. بنابراین کمیت و کیفیت محتوی پروتئین و همچنین حضور پایدار کننده در این امولسیون باعث تغییر در ساختار سطحی حباب‌های هوا و گلبول‌های سطحی شده و بر مقدار، زاویه و نوع پراکنش پرتوهای نوری تأثیر می‌گذارد [٦،٣٧]. بررسی داده‌های جدول ٤ نشان می‌دهد که به جز اثر صمغ زانتان بر روی شاخص شدت رنگ (کروما) و اثر پروتئین آب پنیر بر تغییرات کلی رنگ، هیچ‌کدام از پایدارکننده‌های کربوکسی متیل سلولز، صمغ زانتان و کنسانتره پروتئین آب پنیر به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر فاکتورهای رنگ نداشتند اما استفاده همزمان از آن‌ها در برخی موارد اثر متقابل معنی داری را بر فاکتورهای رنگ نشان داد.

شکل ٦ اثر تغییرات غلظت کربوکسی متیل سلولز و کنسانتره پروتئین آب پنیر را بر فاکتور L* نشان می‌دهد همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید کنسانتره پروتئین آب پنیر به تنهایی باعث کاهش فاکتور L* و کربوکسی‌متیل سلولز ابتدا با افزایش غلظت موجب افزایش و سپس کاهش فاکتور روشنایی L* شده است اما حضور همزمان این دو پایدارکننده فاکتورL* را بصورت معنی‌دار در سطح ۵ درصد افزایش داده و موجب روشن‌تر شدن بافت خامه شده است.



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

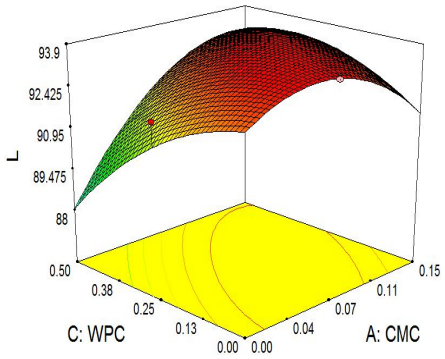



**Fig 6** The effects of the fat substitutes concentration on the L * factor of the low fat whipped cream.

شکل ۷ قسمت b اثر متقابل مثبت کربوکسی متیل سلولز و زانتان و شکل a اثر متقابل منفی صمغ زانتان و کنسانتره پروتئین آب پنیر را بر فاکتور *a نشان می‌دهد. با توجه به شکل افزایش غلظت کربوکسی متیل سلولز به صورت جزئی و افزایش غلظت زانتان به تنهایی به میزان بیشتری بر شدت فاکتور *a افزوده است اما استفاده همزمان این دو صمغ در امولسیون خامه به صورت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر کاهش این فاکتور تأثیر گذاشته است. همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر با صمغ زانتان باعث کاهش فاکتور رنگ *a شده که البته این کاهش نسبت به نمونه کربوکسی متیل سلولز و زانتان بصورت معنی دار در سطح ۵ درصد کمتر است.

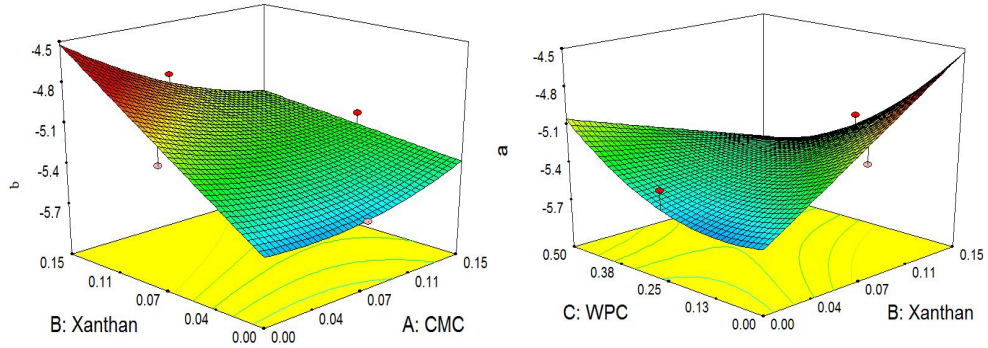



**Fig 7** The effects of the fat substitutes concentration on the a * factor of the low fat whipped cream.

شکل ۸ قسمت b اثر تغییرات غلظت کربوکسی متیل سلولز و کنسانتره پروتئین آب پنیر را بر فاکتور *b نشان می‌دهند. افزایش غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر به تنهایی در خامه به شدت از فاکتور *b کاسته است ولی همراه با کربوکسی متیل سلولز به صورت معنی دار در سطح ۵ درصد نسبت به زمانی که هیچ پایدارکننده ای در خامه وجود ندارد یعنی در نقطه صفر سبب افزایش این فاکتور رنگی شده است. شکل سمت چپ اثر تغییرات غلظت صمغ زانتان و کنسانتره پروتئین آب پنیر را بر فاکتور *b نشان داده است. در اینجا هم افزایشی که صمغ زانتان بر این فاکتور داشته سبب شده که حضور همزمان آن با کنسانتره پروتئین آب پنیر در خامه موجب افزایش فاکتور*b بصورت معنی دار در سطح ۵ درصد گردد.

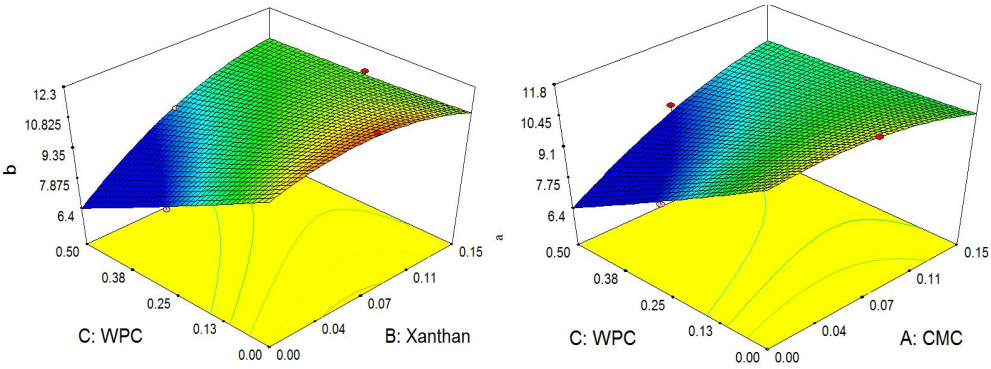



**Fig 8** The effects of the fat substitutes concentration on the b * factor of the low fat whipped cream.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

**Table 2** Effects of the fat substitutes on the functional factors of the low fat whipped cream

| Particle size | Chroma | Hue angle | ΔE | b* | a* | L* | Water leakage | Firmness | Viscosity 50 | Overr un | Coefficient |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.2* | 13.0* | 116.3* | 1.6* | 11.58* | -5.5* | 92.7* | 17.9* | 58.5* | 17.7* | 81.9* | Constant |
| 14.8* | 6.8 | -16.6 | -33.1 | 6.7 | -1.2 | 29.7 | 31.3 | 614* | 88.8* | 126.2* | A |
| 16 | 12.4* | -70.3 | 18.1 | 18.86 | 7.1 | -37.8 | 11.6* | 1055* | 329.4* | -23.4* | B |
| -4.2* | -10.4 | 24.9 | 4.8* | -10.79 | -0.7 | -2.39 | 26.6 | 141.2 | -92.3 | 133* | C |
| -108.3* | 11.4 | 313.3* | 139.1 | -57.77 | -0.4* | -111.1 | -13.3 | 1688 | 3173.3* | -441.3 | AB |
| -2.0 | 54.5* | -161.7* | -86.5* | 64* | 8 | 82.6* | 30.6 | 206 | 157.33 | -56 | AC |
| -3.1 | 70.2* | -44.8 | -33.6 | 65.3* | -21.3* | -1.3 | -17.3 | 1306 | 114.6 | 114.6 | BC |
| - | -102.6* | 127.2 | 253.9* | -88 | 18.2* | -252.4* | -260 | - | 1856.8 | 191.7 | $A^2$ |
| - | -157.8* | 286.7* | -134.0 | -145.7* | 0.4 | 267.5* | -206.6* | - | -312 | -306 | $B^2$ |
| - | 0.9 | -15.8 | 15.0 | 0.88 | 3.6* | -13.9 | -7.4 | - | 195.9 | -96.6 | $C^2$ |
| 0.926 | 0.923 | 0.87 | 0.86 | 0.903 | 0.886 | 0.833 | 0.950 | 0.894 | 0.974 | 0.991 | Making clear |

Numbers with * show statically difference ($p<0.05$), A= carboxymethyl cellulose, B= xanthan, C= whey protein concentrate

## ۳-۷- ارزیابی خصوصیات حسی

برای تعیین بهترین نمونه از نظر ویژگی های حسی، ۳ نمونه بهینه تهیه و مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنها در ویژگی بافت اختلاف آماری معنی داری بین نمونه ها مشاهده می گردد و بالاترین امتیاز برای این فاکتور مربوط به نمونه بهینه ۱ است. از نظر پذیرش کلی که یکی از مهم‌ترین خصوصیاتی است که در ارزیابی حسی بررسی می شود، بین نمونه شاهد با نمونه های بهینه اختلاف معنی داری وجود داشت و در بین نمونه ها بالاترین امتیاز مربوط به بهینه یک با کنسانتره پروتئین آب پنیر ۰/۳۵ ،کربوکسی متیل سلولز ۰/۱۵ ، زانتان ۰/۱۵ درصد بود. بر اساس این نتایج می‌توان این‌گونه استدلال کرد که استفاده از صمغ‌ها و پروتئین مصرفی اثری بر رنگ و مزه خامه قنادی تولیدی نداشته است. اما مقایسه داده ها نشان می دهد که مهمترین خصوصیت در امتیازدهی ارزیاب‌ها بافت محصول نهائی بوده است زیرا خامه‌های قنادی کم چرب با امتیاز بافتی بالاتر، پذیرش کلی بالاتری هم داشته است. بنابراین، استفاده از غلظت مناسب پایدار کننده در خامه قنادی می تواند پارامتر مهمی در بازار پسندی و انتخاب محصول توسط مصرف کننده باشد.

**Table 3** Comparison of the sensory evaluation of samples

| Overall acceptance | Texture | Taste | Color | Treatment |
|---|---|---|---|---|
| $3.35 \pm 0.81^{b}$ | $3.25 \pm 0.71^{c}$ | $4.3 \pm 0.65^{a}$ | $3.85 \pm 0.74^{a}$ | Control |
| $4.25 \pm 0.63^{a}$ | $4.45 \pm 0.51^{a}$ | $4.2 \pm 0.76^{a}$ | $4.05 \pm 0.51^{a}$ | Optimum1 |
| $4.01 \pm 0.64^{a}$ | $3.95 \pm 0.68^{b}$ | $4.4 \pm 0.50^{a}$ | $3.9 \pm 0.91^{a}$ | Optimum2 |
| $3.95 \pm 0.82^{a}$ | $4.05 \pm 0.68^{ab}$ | $4.1 \pm 0.64^{a}$ | $3.85 \pm 0.74^{a}$ | Optimum3 |

(a, b, c) values are in the rows with different letters indicate significant differences *(*$P \leq 0.05$*)*

## ۳-۸- تعیین درصد خطای نقطه بهینه جهت دست‌یابی به بهترین خصوصیات بافتی و رئولوژیک خامه کم چرب

با توجه به اینکه در آزمون حسی بهترین نقطه جهت دستیابی به خصوصیات بهتر در خامه قنادی کم چرب در نمونه بهینه ۱ با کنسانتره پروتئین آب پنیر در غلظت ۰/۳۵ درصد و صمغ ها در غلظت ۰/۱۵ درصد انتخاب شد، درصد خطای نقطه بهینه ۱ با استفاده از فرمول در جدول ٤ محاسبه شد.

**Table 4** percentage of the optimum error point

| Percentage of error | Predicted value | Actual value | Factors |
|---|---|---|---|
| 4.9 | 122.7 | 117 | Overrun |
| 4.3 | 334 | 320 | Firmness |
| 4 | 13.7 | 13.2 | Water leakage |
| 5.7 | 4.6 | 4.38 | Particle size |
| 4.5 | 157.1 | 149 | Viscosity |

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

## ٤- نتیجه گیری

امروزه به دلیل افزایش آگاهی مصرف کنندگان مبنی بر ارتباط موثر تغذیه و سلامتی توجه به استفاده از غذاهای کم چرب که خود جزو غذاهای فراسودمند تلقی می گردند با بافت و طعم و مزه مناسب بیشتر شده است. بر این اساس در این مطالعه خامه کم چرب با ترکیبی از جانشین های پروتئینی و کربوهیدراتی تولید شد. نتایج نشان داد که خواص عملکردی صمغ زانتان، کربوکسی متیل سلولز و کنسانتره پروتئین آب پنیر به تنهایی در کیفیت خامه قنادی کم چرب برای فاکتورهای سفتی، آب پس دهی ویسکوزیته، اندازه ذرات و اوران بسیار مؤثر است. برهمکنش صمغ‌ها نیز موجب افزایش معنی دار ویسکوزیته ظاهری و کاهش میانگین اندازه ذرات و فاکتور*a محصول گردید. درحالیکه تأثیر برهمکنش هیدروکلوئیدها و پروتئین بر کیفیت خامه به گونه دیگری بود. پروتئین آب پنیر توانست تاثیر منفی زانتان را بر اوران به تاثیر مثبت قابل توجه تبدیل کند و زانتان نیز اثر منفی پروتئین آب پنیر را بر ویسکوزیته و سفتی کاهش داد($p>0$) . در ارزیابی حسی مقادیر متوسط کنسانتره پروتئین آب پنیر و بالای کربوکسی متیل سلولز، زانتان به عنوان مطلوب‌ترین نمونه برگزیده شد. در نهایت می توان بیان داشت که خواص عملکردی صمغ زانتان، کربوکسی متیل-سلولز و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خامه قنادی کم چرب مناسب است اما با توجه به اینکه مقدار این افزودنی ها در کیفیت محصول بسیار موثر است، تعیین حدود مصرف آنها در این خصوص ضرورت دارد.

## ٥- منابع


[1] Akbari, M., Eskandari, M.H., Davoudi, Z., 2019, Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review, Trends in Food Science & Technology, 86: 34-40

[2] Hajes, V., Thi ebaut, A. C. M., Rotival, M., Gauthier, E., Maillard, V., Boutron- Ruault, M. C., 2008, Association between serum trans-monounsaturated fatty acids and breast cancer risk in the E3N-EPIC study, American Journal of Epidemiology, 167(11): 1312-1320.

[3] Ihara, K., Habara, K., Ozaki, Y., Nakamura, K., Ochi, H., Saito, H, Iwatsuki, K., 2010, Influence of whipping temperature on the whipping properties and rheological characteristics of whipped cream, Journal of Dairy Science, 93: 2887-2895.

[4] Padiernos, C.A., Lim, S.Y., Swanson, B.G., Ross, C.F., Clark, S., 2009, High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for use in low-fat whipping cream improves foaming properties, Journal of Dairy Science, 92: 3049-3056.

[5] Farahnaky, A., Safari, Z., Ahmadi Gorji, F., Mesbahi, G.R., 2011, Use of gelatin as a fat replacer for low fat cream production, Iranian journal of food science and technology, 8, 31: 45-52.

[6] Emam djome, Z., Mousavi, M. E., Ghorbani, A.V., Madadlou, A., 2008, Effect of whey protein concentrate addition on the physical properties of homogenized sweetened dairy creams, International Journal of Dairy Technology, 61: 183-191.

[7] Ghorbani, A., Saraei, H., Rafe, A., Shahidi, S.A., Atashzar, A., 2019, Microstructure and chemorheological behavior of whipped cream as affected by rice bran protein addition, Food Science and Nutrition, 7:1–7.

[8] Phuong, T., Nguyen, M., Kravchuk, O., Bhandari, B., Prakas, S., 2016, Effect of different hydrocolloids on texture, rheology, tribology and sensory perception of texture and mouthfeel of low-fat pot-set yoghurt, Food Hydrocolloids, 52, 11-18.

[9] Sullivan, M.G.O., 2016, Low-fat Foods: Types and Manufacture, Encyclopedia of Food and Health, 571-575.

[10] Li, C. P., Enomoto, H., Ohki, S., Ohtomo, H., Aoki, T., 2005, Improvement of functional properties of whey protein isolate through glycation and phosphorylation by dry heating, Journal of Dairy Science, 88:4137–4145.

[11] Sajedi, M., Nasirpour, A., Keramat, J., Desobry, S., 2014, Effect of modified whey protein concentrate on physical properties and stability of whipped cream, Journal of Food Hydrocolloids, 36: 93-101.

[12] Foegeding, E. A., Luck, P. J., Davis, J. P., 2006, Factors determining the physical properties of protein foams, Food Hydrocoll, 20:284– 292.

[13] Habibi, H., Khosravi-Darani K., 2017, Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: A review, Biocatalysts and Agricultural Biotechnology,10: 130-140.


[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

[14] Mohsin, A., Ni, H., Luo, Y., Wei, Y., Tian, X., Guan W., Imran., M.A. Khan, M., Niazi, S., Rehman, M.S., Zhuang, Y., Guo, M., 2019, Qualitative improvement of camel milk date yoghurt by addition of biosynthesized xanthan from orange waste, LWT, 108: 61-68.
[15] Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C., Galotto, M.J., 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents, Journal of Food Hydrocolloids, 18: 241-247.
[16] Bak, J.H., Yoo, B., 2017, Effect of CMC addition on steady and dynamic shear rheological properties of binary systems of xanthan gum and guar gum, Food Hydrocolloids, 72: 90-104.
[17] Benichou, A., Aserin, A., Garti, N., 2002, Protein polysaccharide interactions for stabilization of food emulsions, Journal of Dispersion Science and Technology, 23: 93-123.
[18] Dickinson, E., 2008, Interfacial structure and stability of food emulsions as affected by protein–polysaccharide interactions, Journal of Soft Matter, 4: 932-942.
[19] Rodriguez Patino, J.M., Pilosof, A.M., 2011, Protein polysaccharide interactions at fluid interfaces, Journal of Food Hydrocolloids, 25: 1925-1937.
[20] Farahmandfar, R., Asnaashari, M., Taheri, A., Khosravi Rad, T., 2019, Flow behavior, viscoelastic, textural and foaming characterization of whipped cream: Influence of Lallemantia royleana seed, Salvia macrosiphon seed and carrageenan gums, International Journal of Biological Macromolecules, 121: 609–615.
[21] Parvaneh, V., 2012, Quality Control and Chemical Testing of Food. Tehran: Tehran University Press, 250 p.
[22] Allen, K.E., Dickinson, E., Murray, B., 2006, Acidified sodium caseinate emulsion foams containing liquid fat: A comparison with whipped cream, Journal of LWT-Food Science and Technology, 43: 225-234.
[23] Omidbakhsh, E., Nayebzade, K., Mohammadifar, M.A., Amiri, Z., 2013, Effects of combined modified starch and xanthan gum on the stability and rheological and sensory characteristics of tomato sauce, Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 8: 145-158.
[24] Piazza, L., Gigli, J., Rojas, C., Ballabio, D., Todeschini, R., Tripaldi, P., 2009, Dairy cream response in instrumental texture evaluation processed by multivariate analysis, Journal of Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 96: 258-263.
[25] Moelants, K.R., Cardinaels, R., Jolie, R.P., Verrijssen, T.A., Van Buggenhout, S., Zumalacarregui, L.M., Hendrickx, M.E., 2013, Relation between particle properties and rheological characteristics of carrot-derived suspensions, Journal of Food and Bioprocess Technology, 6: 1127-1143.
[26] Amiri, A., Ganjeh, A.M., Torbati, S., Ghaffarinejhad, G., Esmaeilzadeh Kenari, R., 2018, Impact of high-intensity ultrasound duration and intensity on the structural properties of whipped cream, International Dairy Journal, 78:152-158.
[27] Fangshuai, P., Shenghua, H., Huaxi, Y., Qi, Li., Weili, X., Rongchun, W., Ying, M., 2018, Physical, textural and rheological properties of whipped cream affected by milk fat globule membrane protein, International Journal of Food Properties, 21: 1094-2912.
[28] Naghizadeh Raisi, Sh., Shahidi Yasaqi, A., Esfandiari, Z., Ghorbani Hassan Sarai, A., 2009, Influence of Stabilizers and Fat Content on the mixing and physical Properties of whipping cream, Journal of Food Processing and Preservation, 1: 85-73.
[29] Zhao, Q., Zhao, M., Li, J., Yang, B., Su, G., Cui, C., Jiang, Y., 2009a, Effect of hydroxyl propyl methylcellulose on the textural and whipping properties of whipped cream, Journal of Food Hydrocolloids, 23: 2168-2173.
[30] Lorenzen, P.C., Precht, D., Malmgren, B., 1993, Influence of the type of UHT-heating and the kind of additives on functional properties of whipping cream, Journal of Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel, 15: 101-106.
[31] Zhao, Q., Zhao, M., Yang, B., Cui, C., 2009b, Effect of xanthan gum on the physical properties and textural characteristics of whipped cream, Journal of Food Chemistry, 116: 624-628.
[32] Zhao, Q., Zhao, M., Wang, J., Wang, C., Yang, B., 2008, Effects of sodium caseinate and whey proteins on whipping properties and texture characteristics of whipped cream, Journal of Food Process Engineering, 31: 671-683.
[33] Fox, P.F., Mcsweeney, P. L., 1998, Dairy Chemistry and Biochemistry. USA: Springer, 463.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

Gholamhosseinpour, A., Mazaheri Tehrani, M., 2011, The Use of Milk Protein Concentrate (MPC-85) in the Production of Low-Fat Cream and Study Its Physicochemical and Sensory Properties, Iranian Food Science and Technology, 7, 2: 172-178.

[34] Smith, A.K., Kakuda, Y., Goff, H.D., 2000, Changes in protein and fat structure in whipped cream caused by heat treatment and addition of stabilizer to the cream, Journal of Food Research International, 33: 697-706.

[35] Mobaserfar, R., 2013, Investigation of the effect of different hydrocolloids on the stabilization of sterile cream, 21st National Congress of Food Science and Technology, Shiraz University, 7-9 November.

[36] Gholamhosseinpour, A., Mazaheri Tehrani, M., 2011, The use of milk protein concentrate (MPC-85) in the Production of Low-Fat Cream and Study of the physicochemical and sensory Properties of it, Iranian Food Science and Technology Research Journal, 7, 2: 172-178.

[37] Mcclements, D.J. 2007. Critical review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability. Journal of Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47: 611-649.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

# Application of the xanthan gum, carboxymethyl cellulose and whey protein concentrate in the formulation and improvement of low fat whipped cream properties

**Lakzadeh, L. [1*], Nasr esfahani, S. [2]**

1. Assistant Professor, Department of Food science and technology, Islamic Azad University, Shahreza branch, Iran
2. M.Sc. Graduate, Department of Food science and technology, Islamic Azad University, Shahreza branch, Iran

**ARTICIE INFO**

**Article History:**

Received 2019/ 12/ 31
Accepted 2020/ 03/ 14

**Keywords**:

Whipped Cream,
Fat substitutes,
Whey Protein Concentrate,
Carboxymethyl cellulose,
Xanthan Gum,
Overrun.

**DOI: 10.52547/fsct.18.04.22**

*Corresponding Author E-Mail:
llakzadeh@yahoo.com

**ABSTRACT**

Whipped cream is one of the most popular dairy products with a complex structure of foam emulsion. Production of low fat whipped cream with fat substitutes is recommended with regard to the high fat content in whipped cream and side effects of fat on the public health. Based on, the effects of whey protein concentrate, carboxymethyl cellulose, xanthan gum and mix of them were investigated on the properties of low fat whipped cream. For this purpose, different amounts of them were determined by the surface response design and then they were added to the cream with 20% fat. Then, apparent viscosity, cream firmness, particle size distribution, foam stability, overrun tests, sensory evaluation, color characteristics (L *, a *, b *) were done on the samples. The results showed that fat substitutes in low fat whipped cream compared to the control sample were increased the apparent viscosity, overrun, firmness, foam stability and change in particle size ($p<0/05$). However, the stabilizers had no alone statistically effects on the color factors. Also, whey protein concentrate in compared with other treatments had the highest overrun and lowest particle size, xanthan gum had the lowest water leakage and carbohydrates, especially xanthan, had the highest viscosity and firmness ($p<0/05$). Based on the sensory evaluation data, optimal sample that contain 0.35 whey protein concentrate and 0.15 xanthan and carboxymethyl cellulose had statistically more desirable than control and other treatments in texture and overall acceptance. At the end, we pointed out that these additives could be a good alternative to reduce the percentage of fat in whipped cream due to they improve the physical, rheological and sensory properties of whipped cream without significant effects on the most of external parameters such as color and sensory.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.113.273 ]