

## اثر کاربرد کازئینات سدیم، کنسانتره پروتئین های آب پنیر و کربوکسی متیل سلولز بر اندازه قطرات چربی و تفکیک گرانشی در سس سالاد

آرزو سلمان پور<sup>۱</sup>، محمود صوتی خیابانی\*<sup>۲</sup>، بابک قنبرزاده<sup>۲</sup> و یوسف جوادزاده<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۹ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۱

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup> به ترتیب استادیار و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

<sup>۳</sup> دانشیار گروه داروسازی دانشکده داروسازی دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبه: Email: Sowti\_m@yahoo.com

### چکیده

روش سطح پاسخ به منظور بررسی تاثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر،  $X_1$  (۲/۸-۰/۷٪ وزنی وزنی) و کازئینات سدیم،  $X_2$  (۲/۸-۰/۷٪ وزنی وزنی) به عنوان جایگزین تخم مرغ و کربوکسی متیل سلولز،  $X_3$  (۰/۰۶۶-۰/۲۳۴٪ w/w) بر روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سس سالاد مورد استفاده قرار گرفت. نتایج در قالب طرح مرکب مرکزی بررسی و به روش سطح پاسخ مدل سازی و تجزیه شد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که مقادیر P در سطح ۹۵٪ برای مدل‌ها معنی دار و برای فاکتور عدم برازش غیر معنی دار بود. بنابراین کفایت مدل‌ها برای برازش داده‌ها قابل قبول بود. با توجه به مدل تجربی به دست آمده توسط روش سطح پاسخ در این پژوهش، مقادیر بهینه برای پایداری سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی ۱/۶۸٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر، ۱/۶۸٪ کازئینات سدیم، ۰/۱۶۸٪ کربوکسی متیل سلولز (w/w) بودند. بر اساس نتایج، مقادیر بهینه این متغیرها برای کمترین اندازه قطرات روغن ۲/۸٪ برای کنسانتره پروتئین آب پنیر، ۲/۸٪ برای کازئینات سدیم، ۰/۲۳۴٪ برای کربوکسی متیل سلولز به دست آمدند. نتایج نشان داد که استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر، کازئینات سدیم و کربوکسی متیل سلولز باعث کاهش اندازه قطرات چربی سس سالاد و افزایش پایداری طی سانتریفوژ می‌شود. بنابراین پروتئین‌های شیر می‌توانند به عنوان جایگزین مناسبی برای تخم مرغ در سس سالاد مورد استفاده قرار گیرند.

**واژه‌های کلیدی:** کازئینات سدیم، کنسانتره پروتئین آب پنیر، کربوکسی متیل سلولز، روش سطح پاسخ، اندازه قطرات روغن

## Effect of sodium caseinate, whey protein concentrate and carboxymethylcellulose on fat droplet size and gravitational separation in salad dressing

A Salmanpoor<sup>1</sup>, M Sowti Khiabani<sup>2\*</sup>, B Ghanbarzadeh<sup>2</sup> and Y Javadzadeh<sup>3</sup>

Received: January 29, 2012 Accepted: July 02, 2013

<sup>1</sup>MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>2</sup>Assistant Prof and Associate Professor Respectively, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>3</sup>Associate Professor of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: Email: Sowti\_m@yahoo.com

### Abstract

Response surface methodology (RSM) was used to evaluate the effects of whey protein concentrate,  $X_1$ , (0.7-2.8 % w/w) and caseinsodium,  $X_2$ , (0.7-2.8 % w/w) as a substitute for eggs, and carboxymethylcellulose,  $X_3$ , (0.66-0.234 % w/w) as thickening agent in salad dressing on the stability and particle size of salad dressing. The central composite experimental design was used and the data were analyzed using RSM. The results of analysis of variance (ANOVA) showed that P values of all models were significant and lack of fit P values was no significant at the level of 95%. Therefore, the adequacy of models was acceptable. From the empirical models obtained by RSM in this study, the optimal values of independent variables for the stability of the salad dressing were obtained: 1.68% for whey protein concentrate, 1.68% for sodiumcaseinate, 0.168% for carboxymethylcellulose (% w/w). Based on the results, the optimum level of these variables with the lowest fat droplet size was: 2.8% for whey protein concentrate, 2.8% for caseinsodium, 0.234% for carboxymethylcellulose. The results indicated that using whey protein concentrate, sodiumcaseinate and carboxymethylcellulose reduced oil droplet size and increased stability during centrifugation in salad dressing. Therefore, milk proteins can be used as a substitute for eggs in salad dressings.

**Key words:** Sodiumcaseinate, Whey protein concentrate, Carboxymethylcellulose, Response surface methodology, Fat droplet size

### مقدمه

داروسازی، آرایشی، تولید لوازم نقاشی و صنعت روغن کاربرد دارند (ساکای ۲۰۰۸).

سس‌ها امولسیون‌های روغن در آب هستند که در ساختار و میزان روغن (مایونز ۷۵-۸۴٪، سس سالاد ۶۰-۳۰٪، کچاپ ۲۰٪-۱۰٪) با هم متفاوتند. سس سالاد فرآورده امولسیونی است که از روغن‌های گیاهی خوراکی، اجزای اسیدی، زرده تخم مرغ یا تخم مرغ کامل و خمیر نشاسته نسبتاً پخته شده و اجزای دیگر تهیه می‌شود. نشاسته در این سس‌ها به عنوان قوام دهنده

امولسیون‌ها سیستم‌های کمپلکسی هستند که از فاز مایع پراکنده در یک فاز مایع دیگر تشکیل شده‌اند و این دو مایع غیر قابل امتزاج هستند. ساختار امولسیون‌ها از سه بخش شامل فاز پیوسته، فاز پراکنده و لایه بین سطحی تشکیل شده است. از نظر ماهیت فازهای پراکنده و پیوسته، امولسیون‌ها به دو دسته امولسیون‌های آب در روغن و امولسیون‌های روغن در آب تقسیم بندی می‌شوند. امولسیون‌ها به طور گسترده در صنایع غذایی،

امولسیفایر در فرمولاسیون بسیاری از مواد غذایی نظیر انواع سس ها و مایونز مورد استفاده قرار می گیرد. وجود هم زمان لیپوپروتئین ها و فسفولیپیدها (لسیتین) در تخم مرغ، یک مخلوط مناسب با ویژگی امولسیفایری عالی را فراهم می کند (هرالد و همکاران ۲۰۰۹ و ریسکارو و گویمینا و همکاران ۲۰۰۷). امروزه تولیدکنندگان برای تولید غذاهایی با مواد حساسیت زا و کلسترول کمتر و عاری از سالمونلا، همچنین افزایش ماندگاری، کاهش بار میکروبی و قیمت تمام شده محصول به دنبال جایگزینهایی برای تخم مرغ هستند. مواد پروتئینی مختلف برای این منظور مناسب هستند. خاصیت امولسیفایری، قوامدهنگی، توانایی تشکیل ژل، توانایی جذب آب و ارزش غذایی بالا از ویژگیهای پروتئینهای شیر است که آنها را به عنوان جایگزین مناسب تخم مرغ مطرح ساخته است (هرالد و همکاران ۲۰۰۹ و ریسکارو و همکاران ۲۰۰۵ و تامسون و همکاران ۱۹۸۱).

تا کنون مطالعات زیادی برای بررسی تاثیر پروتئینها و صمغها روی پایداری سسها انجام یافته است. استوارت و همکاران (۱۹۹۹) و پرچیل و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که استفاده از صمغها می تواند اندازه ذرات روغن در سسها را کاهش داده و پایداری این محصولات را افزایش دهد. هم چنین هیمان و همکاران (۲۰۱۰) طی مطالعات خود پی بردند که استفاده از صمغهایی نظیر CMC، صمغ گوار و گزانتان در فرمولاسیون سسها، میزان دوفاز شدن طی سانتریفوژ را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می دهد. نتایج به دست آمده از پژوهش های دکاسیا دفونسکا و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داد که پروتئینهای آب پنیر و صمغها، تأثیر مثبتی روی پایداری سس سالاد دارند. تامسون و همکاران (۱۹۸۲) در مطالعات خود از پروتئینهای آب پنیر به عنوان جایگزین بخشی از تخم مرغ در فرمولاسیون سس سالاد استفاده کردند و مشاهده کردند که میزان پایداری سس سالاد تهیه شده

مصرف می شود. نشاسته از آب انداختن و شکستن امولسیون جلوگیری کرده و پایداری فیزیکی سس را بهبود می بخشد. نمک، شیرین کننده ها و ادویه های مختلف مانند خردل و پاپریکا نیز در تولید این سس ها به کار می روند (ماندالا و همکاران، ۲۰۰۴ و مقصودی ۱۳۸۴).

چون تماس بین دو فاز آب و روغن از نظر انرژی نامطلوب است، همه امولسیونها از نظر ترمودینامیکی ناپایدار هستند و در طول زمان دو فاز می شوند. برای ایجاد پایداری سینتیکی در امولسیونها برای مدت زمان قابل قبول، از امولسیفایرها (مانند پروتئین ها و فسفولیپیدها) و پایدارکننده ها (نظیر پلی ساکاریدهای صمغی) استفاده می شود (پرچیل و همکاران ۲۰۱۰ و پاراسکووپولو و همکاران ۲۰۰۷). پایداری اولیه امولسیون ها با لایه پروتئینی اطراف ذرات فاز پراکنده حاصل می شود. این لایه از ادغام ذرات فاز پراکنده با یکدیگر و افزایش ابعاد آن ها جلوگیری می کند. منابع پروتئینی که می توانند در سس ها مورد استفاده قرار بگیرند عبارتند از: شیر کامل، شیر پس چرخ، کازئینات سدیم، دوغ کره، پروتئین آب پنیر، پروتئین های گیاهی، تخم مرغ کامل، زرده یا سفیده تخم مرغ. پلی ساکاریدها شامل صمغ ها و نشاسته از طریق افزایش ویسکوزیته پایداری ثانویه در سیستم ایجاد می کنند. افزایش ویسکوزیته باعث ایجاد ویژگی های بافتی مناسب و افزایش پایداری در برابر خامه ای شدن می شود. کربوکسی متیل سلولز<sup>۱</sup> صمغ ارزان قیمتی است که به دلیل قابلیت انحلال زیاد، توانایی ایجاد ویسکوزیته بالا و محلول شفاف در محصولات غذایی کاربرد وسیع داشته و در مایونز و انواع سس ها می تواند به کار برده شود (ماندالا و همکاران ۲۰۰۴ و تورگنون و همکاران ۱۹۹۶ و آلام و همکاران ۲۰۰۹).

زرده تخم مرغ به علت خواص ارگانولپتیک مطلوب و ویژگی های عملکردی، به طور گسترده به عنوان

<sup>۱</sup>Carboxymethylcellulose (CMC)

میزان ۲ درصد و شکر به میزان ۲۰ درصد فاز خمیری طی تهیه محلول نشاسته به آن اضافه شد. بعد از تهیه محلول نشاسته، تا دمای حدود ۴۰ درجه سانتی‌گراد خنک شد. محلول آبی CMC در بین ماری تا دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. در طول پروسه محلول CMC تا زمان انحلال کامل توسط اسپاچول هم زده شد. در طول پروسه مرحله آماده سازی محلول آبی CNS، در دمای اتاق تا زمان انحلال کامل توسط همزن مغناطیسی و مگنت هم زده شد.

محلول WPC در اسید استیک با pH ۴ تهیه شد. تیمار حرارتی ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه روی محلول اسیدی WPC اعمال شد و بلافاصله سس سالاد تهیه شد. این تیمار حرارتی در محیط اسیدی باعث بهبود خاصیت امولسیفایری پروتئین‌های آب پنیر می‌شود. تیمار حرارتی پروتئین‌های آب پنیر در شرایط اسیدی، روی ویژگی‌های کاربردی این پروتئین‌ها موثر است. به طوری که باعث دناتوراسیون این پروتئین‌ها با حداقل تجمع آن‌ها می‌شود و باعث بهبود خاصیت امولسیفایری، کف‌کنندگی، تغییر حلالیت، ویسکوزیته و ویژگی‌های تشکیل ژل آن می‌شود (تورگتون و همکاران، ۱۹۹۶). برای آماده سازی نهایی سس سالاد، محلول WPC، CNS، CMC، سرکه (تا رسیدن به غلظت نهایی ۱۷٪ در سس) و ادویه (به میزان ۰/۵ درصد) به محلول نشاسته اضافه شده و به مدت ۱ دقیقه با سرعت پایین مخلوط کن Feller مدل BL700SG (ساخت ایتالیا)، هم زده شد. سپس روغن (به میزان ۳۵ درصد) با سرعت ۲ میلی لیتر در ثانیه به محلول حاصل اضافه شد. سس سالاد در انتها به مدت ۳۰ ثانیه با حداکثر سرعت مخلوط کن هم زده شد (ماندالا و همکاران، ۲۰۰۴).

اندازه گیری اندازه ذرات: برای اندازه گیری اندازه ذرات، از دستگاه اندازه‌گیری ذرات<sup>۴</sup> (SHIMADZU, SALD-2101، ساخت ژاپن) استفاده شد. برای این کار مقداری

با پروتئین آب پنیر، بیشتر از سس سالاد تهیه شده با تخم مرغ است. سینگرو همکاران (۱۹۹۲)، کویچپرس و همکاران (۲۰۰۲) و آنتنسیس و همکاران (۲۰۰۴) از ۱٪ کازئینات سدیم<sup>۲</sup> در فرمولاسیون سس سالاد استفاده کردند و تاثیر مثبت آن روی پایداری این فرآورده را گزارش دادند.

هدف از این طرح تحقیقاتی، مطالعه تأثیر افزودن کازئینات سدیم، کنسانتره پروتئین‌های آب پنیر<sup>۳</sup> و کربوکسی متیل سلولز برای بهینه سازی پایداری سس سالاد توسط روش سطح پاسخ بود که در این مقاله، اندازه قطرات چربی و پایداری سس طی سانتریفوژ مورد بررسی قرار گرفته است.

#### مواد و روش‌ها

مواد: روغن مایع خالص گیاهی و مخصوص سالاد (مارک لادن)، نمک، شکر، فلفل سفید و خردل (به صورت پودر) از سوپرمارکت محلی خریداری شد. نشاسته اصلاح شده از نوع دی آدیپات نشاسته (Cold Swell 5771 از شرکت KMC کشور دانمارک) و CMC از شرکت کاراگام پارسیان (به صورت پودری سفید رنگ و رطوبت حدود ۷٪) تهیه شد. WPC از شرکت مولتی مشهد (با ۳۵٪ پروتئین) و CNS از شرکت DMV کشور هلند (با رطوبت ۶٪، میزان پروتئین ۸۸٪ و چربی و خاکستر ۶٪) خریداری شد.

روش تهیه سس سالاد: محلول‌های نشاسته، CNS، WPC و صمغ CMC به صورت جداگانه تهیه شده و برای آماده سازی سس سالاد با روغن، سرکه و ادویه مخلوط شدند. برای رسیدن به غلظت نهایی ۶٪ نشاسته در سس سالاد، محلول آبی ۱۱/۷٪ نشاسته تهیه شد. محلول آبی نشاسته در بین ماری تا دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه حرارت داده شد و در طول این پروسه محلول توسط اسپاچول هم زده شد. نمک به

<sup>۲</sup>Sodiumcaseinate (CNS)

<sup>۳</sup>Whey protein concentrate (WPC)

<sup>۸</sup> Particle size analyzer

تحلیل داده ها و رسم نمودارهای سطح پاسخ مورد استفاده قرار گرفتند.

معادله چند جمله ای درجه دوم استفاده شده در تجزیه و تحلیل به صورت زیر است:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=2}^k \beta_{ij} X_i X_j$$

که در این فرمول  $Y$  متغیر وابسته یا پاسخ مدل،  $\beta_i$ ،  $\beta_{ii}$  و  $\beta_{ij}$  به ترتیب ضرایب رگرسیون برای عوامل ضریب ثابت، ضریب اثر خطی، ضریب اثر درجه دوم و ضریب اثر متقابل هستند و  $X_i$  و  $X_j$  متغیرهای مستقل می باشند.

از نمونه سس سالاد توسط محلول ۰/۱٪ سدیم دو سیل سولفات رقیق شده و تا انحلال کامل همزده شد. سپس اندازه قطرات روغن توسط دستگاه اندازه گیری اندازه قطرات اندازه گیری شد. (دکاسیا دا فونسکا و همکاران، ۲۰۰۹).

آزمون پایداری امولسیون: ۵ گرم نمونه در تیوبهای مدرج سانتریفوژ ریخته شده و به مدت یک ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. سپس نمونه ها به مدت ۶۰ دقیقه با سرعت ۸۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفوژ (LABSCO مدل D-6360) شدند. بعد از این مرحله میزان جدا شدن فاز آبی از محصول بررسی شد (تامسون و همکاران، ۱۹۸۱).

تحلیل آماری: برای بهینه سازی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و پایداری امولسیون سس سالاد از طرح آماری روش سطح پاسخ<sup>۵</sup> (RSM CC0318) طرح مرکب مرکزی با سه متغیر در پنج سطح (۱/۶۸۲، -۱، ۰، +۱/۶۸۲) شامل درصد WPC (X<sub>1</sub>، % w/w) (۱/۱۲۵، ۱/۷۵، ۲/۳۷۵، ۲/۸، درصد CNS (X<sub>2</sub>، % w/w) (۰/۷، ۱/۱۲۵، ۱/۷۵، ۲/۳۷۵، ۲/۸، درصد CMC (X<sub>3</sub>، % w/w) (۰/۰۶۶، ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲، و ۰/۲۳۴) با سه تکرار استفاده شد. برای رسیدن به غلظت های نهایی CMC در سس سالاد، محلول آبی (۱/۷، ۱/۰، ۱/۷، ۲/۲، ۲/۶ درصد CMC، برای رسیدن به غلظت های نهایی مورد نظر CNS در سس سالاد، محلول آبی (۴/۹، ۷/۹، ۱۲/۳، ۱۶/۷، ۱۹/۷ CNS و برای رسیدن به غلظت های مورد نظر WPC محلولهای (۰/۷، ۱/۱۲۵، ۱/۷۵، ۲/۳۷۵، ۲/۸ درصد تهیه شد. طرح مورد استفاده در این پروژه، طرح مرکب مرکزی<sup>۶</sup> بود. این طرح شامل ۸ نقطه فاکتوریل، ۶ نقطه محوری و ۴ نقطه مرکزی<sup>۷</sup> است. جدول ۱ مشخصات مربوط به نمونه ها را نمایش می دهد. نرم افزارهای SAS 9.1 (انگلستان) و Statistica 9 (آمریکا) برای تجزیه و

<sup>۵</sup>Response surface methodology

<sup>۶</sup>Central composite design

<sup>۷</sup>Center point

جدول ۱- طرح مرکب مرکزی برای بهینه سازی اندازه قطرات روغن و پایداری سس سالاد طی سانتریفوژ

شماره آزمایش			عامل	شماره آزمایش			عامل
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
۱/۱۲۵	۱/۱۲۵	۰/۱	۱۰	۱/۱۲۵	۱/۱۲۵	۰/۱۵	۱
۱/۱۲۵	۱/۱۲۵	۰/۲	۱۱	۱/۱۲۵	۱/۱۲۵	۰/۱۵	۲
۱/۱۲۵	۲/۳۷۵	۰/۱	۱۲	۱/۱۲۵	۲/۳۷۵	۰/۱۵	۳
۱/۱۲۵	۲/۳۷۵	۰/۲	۱۳	۱/۱۲۵	۲/۳۷۵	۰/۰۶۶	۴
۱/۱۲۵	۲/۳۷۵	۰/۱	۱۴	۱/۱۲۵	۲/۳۷۵	۰/۲۳۴	۵
۲/۳۷۵	۲/۳۷۵	۰/۲	۱۵	۲/۳۷۵	۲/۳۷۵	۰/۱۵	۶
۲/۳۷۵	۲/۳۷۵	۰/۱	۱۶	۲/۳۷۵	۲/۳۷۵	۰/۱۵	۷
۲/۳۷۵	۲/۳۷۵	۰/۲	۱۷	۲/۳۷۵	۲/۳۷۵	۰/۱۵	۸
۰/۷	۱/۷۵	۰/۱۵	۱۸	۰/۷	۱/۷۵	۰/۱۵	۹

جدول ۲- نمایش تأثیر پروتئین‌های شیر و CMC بر اندازه قطرات روغن و میزان فاز آبی جدا شده طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی در مرحله بهینه سازی

فرمولاسیون	نتایج اندازه گیری اندازه قطرات	نتایج سانتریفوژ	فرمولاسیون	نتایج اندازه گیری اندازه قطرات	نتایج سانتریفوژ
۱	۱۳/۸ ± ۰/۷*	۱۴ ± ۰/۵	۱۰	۱۱/۵ ± ۱/۳۶	۷/۵ ± ۱/۳
۲	۱۲/۸ ± ۰/۳۶	۱۰ ± ۰/۹	۱۱	۱۰/۶ ± ۱/۳۶	۱۲ ± ۰/۹
۳	۱۲/۳ ± ۰/۳۶	۱۳ ± ۰/۹	۱۲	۱۰/۲ ± ۱/۳۶	۵ ± ۱
۴	۱۰/۸ ± ۰/۲۶	۱۲ ± ۱/۳	۱۳	۱۴/۲۵ ± ۱/۱۳	۱۴/۵ ± ۰/۵
۵	۱۳/۱ ± ۰/۳۶	۱۳ ± ۱/۳	۱۴	۱۳/۵ ± ۱/۳۶	۱۱/۵ ± ۰/۹
۶	۱۲/۸ ± ۰/۳۴	۱۰ ± ۰/۹	۱۵	۱۳/۸۲ ± ۱/۳	۱۴ ± ۰/۹
۷	۱۲/۱ ± ۰/۴۵	۹/۵ ± ۰/۵	۱۶	۱۳/۹ ± ۱/۳۶	۱۶ ± ۰/۹
۸	۱۱/۵ ± ۱/۳۶	۷/۵ ± ۰/۹	۱۷	۱۴/۵ ± ۱/۳۶	۱۲/۵ ± ۰/۵
۹	۱۴/۱ ± ۱/۴	۱۲/۵ ± ۰/۹	۱۸	۱۳/۴ ± ۱/۳۶	۱۵/۵ ± ۰/۹

\* اعداد به صورت میانگین ± انحراف استاندارد آورده شده است.

### نتایج و بحث

هدف از انجام آزمایش‌های بهینه سازی دستیابی به بهترین تأثیر ترکیبی از WPC، CNS و CMC (متغیرهای مستقل آزمایش) و نیز بدست آوردن یک مدل ریاضی برای پیش بینی تأثیر این ترکیبات روی انداز هقطرات چربی

در سس و پایداری سس طی سانتریفوژ (متغیرهای وابسته آزمایش) بود.

بررسی تأثیرکنسانتره پروتئین آب پنیر، کازئین و کربوکسی متیل سلولز روی اندازه قطرات روغن با توجه به نتایج به دست آمده کمترین میزان میانگین اندازه ذرات به میزان ۱۰/۲ میکرومتر (در نمونه شماره

۱۲) و بیشترین میزان میانگین اندازه ذرات به میزان ۱۴/۵ میکرومتر (در نمونه ۱۷) مشاهده شد (جدول ۲). در مرحله بهینه سازی در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر کنسانتره پروتئین آب پنیر، کازئین و کربوکسی متیل سلولز روی میزان فاز آبی جدا شده طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی و اندازه قطرات روغن

نتایج اندازه گیری میزان فاز آبی جدا شده طی سانتریفوژ					نتایج اندازه گیری اندازه قطرات روغن					منبع تغییرات
p	F	MS	df	ضرایب رگرسیون	p	F	MS	df	ضرایب رگرسیون	
۰/۰۱۴ *	۹/۷	۲۲/۱۹	۱	-۱/۲۷	۰/۱۵	۲/۵۶	۱/۵۳	۱	۲/۰۴	X <sub>۱</sub>
۰/۰۱۷ *	۹/۰۱	۲۰/۶	۱	-۱/۲۳	۰/۰۰۱۷ ***	۲۱/۴	۱۲/۷۶	۱	۴/۱۴	X <sub>۲</sub>
۰/۰۲۷ *	۷/۲۵	۱۶/۶	۱	-۱/۱	۰/۱۴	۲/۶۶	۱/۵۹	۱	۳/۷۴	X <sub>۳</sub>
۰/۰۱۰۸ *	۱۰/۹	۲۴/۹	۱	-۱/۴	۰/۰۴۵ *	۵/۶	۳/۳۵	۱	۱/۳۲	X <sub>۱</sub> <sup>۲</sup>
۰/۱۴	۲/۶۸	۶/۱۲۵	۱	-۰/۸۷۵	۰/۶	۰/۳	۰/۱۸	۱	۰/۳۸	X <sub>۱</sub> X <sub>۲</sub>
۱	۱۰ <sup>-۳۳</sup> *	۱۰ <sup>-۳۳</sup> *	۱	۱/۸۵ E-۱۱	۰/۵	۰/۵۴	۰/۳۲	۱	۶/۴	X <sub>۱</sub> X <sub>۳</sub>
۰/۰۰۱۸ ***	۲۰/۷	۴۷/۳	۱	-۱/۹	۰/۰۱۶ *	۹/۱۲	۵/۴۵	۱	۱/۶۸	X <sub>۲</sub> <sup>۲</sup>
۰/۳۸	-۱/۸۷	۲	۱	۰/۵	۰/۷	۰/۱۳۴	۰/۰۸	۱	-۳/۲	X <sub>۲</sub> X <sub>۳</sub>
۰/۴۴	۰/۶۵	۱/۴۸	۱	۰/۳۴	۰/۵۵	۰/۳۸	۰/۲۳	۱	-۵۳/۹	X <sub>۳</sub> <sup>۲</sup>
۰/۰۰۸	۶/۲۶	۱۴/۳	۹	-	۰/۰۲۴	۴/۴۴	۲۳/۸۵	۹	-	مدل
۰/۰۰۶۸	۸/۷	۱۹/۷۹	۳	-	۰/۰۰۶	۸/۹	۱۵/۸۸	۳	-	اثر خطی
۰/۰۰۶۲	۸/۹	۲۰/۴	۳	-	۰/۰۴۸	۴/۱۳	۷/۴	۳	-	اثر درجه دوم
۰/۳۷	۱/۱۸	۲/۷۰۸	۳	-	۰/۸	۰/۳۲	۰/۵۸	۳	-	اثر متقابل
-	-	۲/۲۸	۸	-	-	-	۴/۸	۸	-	باقی مانده
۰/۵۹	۰/۸۶	۲/۱۶	۵	-	۰/۱۳۸	۴/۰۷۹	۴/۱۶	۵	-	عدم تطابق داده‌ها با مدل

نتایج اندازه قطرات روغن  $R^2=83.32\%$ ,  $R^2_{adj}=64.55\%$ ,  $CV=9.62$

نتایج سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی  $R^2=87.56\%$ ,  $R^2_{adj}=73.57\%$ ,  $CV=12.96$

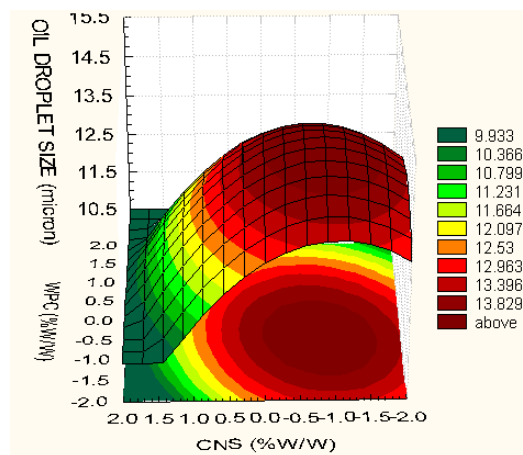
\* نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و \*\* نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۱٪ است.

CMC) و متغیر وابسته (میانگین اندازه ذرات سس سالاد) را نشان داده و پیش بینی کند. مدل خلاصه شده به دست آمده برای پیش بینی تأثیر میزان WPC، CNS و CMC بر میانگین اندازه ذرات سس سالاد بعد از حذف عوامل غیر معنی داری در صورت زیر می باشد:

$$Y = 13.9 - 0.96X_2 - 0.5X_1^2 - 0.65X_2^2$$

مقادیر P برای مدل ( $P < 0.05$ ) و برای عدم تطابق داده‌ها با مدل (۰/۱۳۸) تأییدی بر تطابق خوب مدل با داده‌های آزمایشی دارد. هم چنین مقدار عددی ضریب تبیین  $R^2$  برای میزان پایداری سس سالاد در دمای اتاق ۸۳/۳۲ بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مدل رگرسیونی توانسته رابطه بین متغیرهای مستقل (WPC، CNS) و

برای نمایش تغییرات اندازه قطرات روغن سس سالاد با تغییرات متغیرهای مستقل، سه منحنی سطح پاسخ سه بعدی که در آن متغیر وابسته (میانگین اندازه قطرات روغن) در مقابل دو متغیر مستقل، در مقادیر مرکزی متغیرسوم، ترسیم شدند. شکل ۱ تأثیر سطوح مختلف WPC و CNS را در نقطه مرکزی از غلظت CMC بر روی میانگین اندازه قطرات روغن سس سالاد را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمودار سطح پاسخ تأثیر سطوح مختلف WPC و CNS بر روی میانگین اندازه ذرات سس سالاد

احتمال ادغام این ذرات و افزایش اندازه آن‌ها کاهش می‌یابد. ولی افزایش بیش از حد غلظت کارئینات‌ها در محیط باعث کاهش جذب پروتئین‌های آب پنیر روی لایه بین سطحی قطرات چربی می‌شود (دیکینسون، ۲۰۰۱). شکل ۲ تأثیر سطوح مختلف WPC و CMC را در نقطه مرکزی از غلظت CNS بر روی میانگین اندازه ذرات سس سالاد را نشان می‌دهد. همان طور که در نمودار ملاحظه می‌شود، سطح محدب ایجاد شده تأثیر درجه دو WPC بر اندازه قطرات را نشان می‌دهد در حالی که غلظت CMC به صورت خطی تأثیرگذار است و با افزایش غلظت آن اندازه قطرات کاهش می‌یابد. این نتایج با نتایج به دست آمده توسط استوارت و همکاران (۱۹۹۹) و پرچیل و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. استوارت و همکاران در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که در pH حدود ۴ با افزایش غلظت صمغ، اندازه

همچنانکه در جدول ۲ مشهود است، اثر خطی و درجه دو اجزای مدل  $X_2$ ،  $(P<0.01)$ ،  $X_1^2$  و  $X_2^2$  ( $P<0.05$ ) معنی دار می‌باشد. به عبارت دیگر WPC به صورت درجه دو و CNS به صورت خطی و درجه دو روی اندازه ذرات موثر است در حالی که CMC تأثیر معنی داری روی اندازه قطرات روغن ندارد.

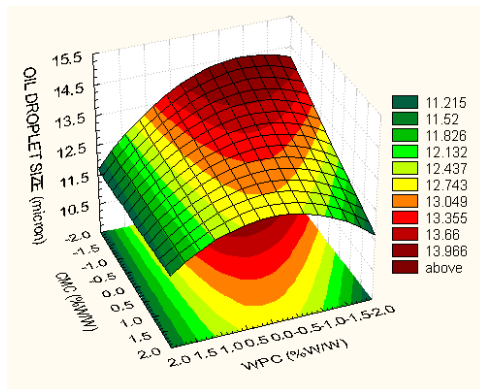
همان طور که در نمودار ملاحظه می‌شود شکل نمودار به صورت ماکزیمم<sup>۱</sup> یک طرفه است که سطوح محدب ایجاد شده نشان دهنده اثر درجه دوم غلظت پروتئین‌ها بر اندازه قطرات چربی در سس است. بیشترین اندازه ذرات در بالای پیک (مقادیر پائین پروتئین‌ها) بدست می‌آید و هر چه به سمت پائین پیک حرکت کنیم اندازه قطرات روغن کاهش می‌یابد. علت این پدیده بدین صورت است که در مرحله امولسیفیکایون، پروتئین‌های شیر به سرعت جذب سطح قطرات روغن جدید در امولسیون‌های روغن در آب می‌شوند و از ادغام ذرات فاز پراکنده بلافاصله پس از تولید جلوگیری می‌کنند. وجود میزان بالای این پروتئین‌ها در مرحله تولید سس سالاد، باعث جذب سریع‌تر در سطح قطرات روغن می‌شود، در نتیجه

<sup>۱</sup>Maximum



لوکاست باعث کاهش اندازه قطرات روغن در سس سالاد و در نتیجه افزایش پایداری آن می شود.

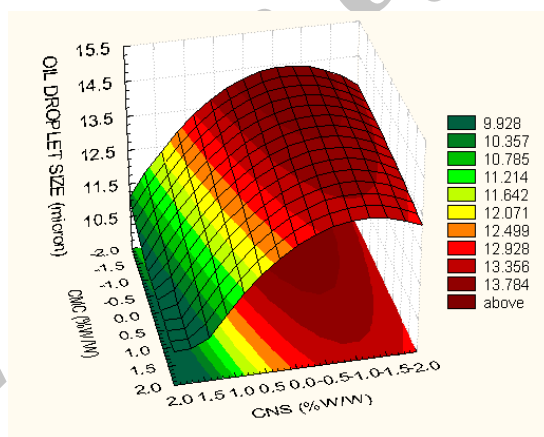
ذرات روغن کاهش می یابد. هم چنین پرچیل و همکاران در مطالعات خود پی بردند که افزایش غلظت صمغ دانه



شکل ۲- نمودار سطح پاسخ تأثیر سطوح مختلف WPC و CMC بر روی میانگین اندازه ذرات سس سالاد

ملاحظه می شود در مقادیر پایین CNS میانگین اندازه قطرات روغن سس سالاد بزرگ است در حالی که در مقادیر بالا این اندازه کوچکتر است.

شکل ۳ تأثیر سطوح مختلف CMC و CNS را در نقطه مرکزی از غلظت WPC بر روی میانگین اندازه ذرات سس سالاد را نشان می دهد. همان طور که در نمودار



شکل ۳- نمودار سطح پاسخ تأثیر سطوح مختلف CNS و CMC بر روی میانگین اندازه ذرات سس سالاد

حرارتی سس ها، قبل از سانتریفوژ نیز می تواند روی ناپایدار شدن سس ها تأثیر گذار باشد (هیمان و همکاران، ۲۰۱۰).

با توجه به نتایج به دست آمده کمترین میزان دوفازه شدن به میزان ۵ میلی لیتر از ۳۰ میلی لیتر (در نمونه شماره ۱۲) و بیشترین میزان دوفازه شدن به میزان ۱۵/۵ میلی لیتر از ۳۰ میلی لیتر (در نمونه های ۱۸) مشاهده شد (جدول ۲). نتایج تجزیه و تحلیل واریانس

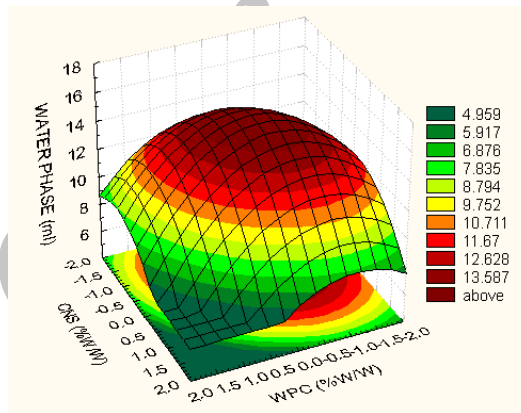
بررسی تأثیر کنسانتره پروتئین آب پنیر، کازئین و کربوکسی متیل سلولز روی میزان فاز آبی جدا شده طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی

تیمار سانتریفوژ در مورد سس ها، به منظور نمایش میزان پایداری آن ها اعمال می شود. این تکنیک دوفازه شدن سس ها را سرعت می بخشد و نتایج حاصل از این تست برای تعیین میزان ناپایدار شدن امولسیون و دوفازه شدن آن ها مورد استفاده قرار می گیرد. تیمار

همچنانکه در جدول ۳ مشهود است، اثرات خطی و درجه دو اجزای  $X_2^2$  ( $P < 0.01$ )،  $X_1$ ،  $X_2$ ،  $X_3$  و  $X_1^2$  ( $P < 0.05$ ) معنی دار می باشند. به عبارت دیگر هر سه هیدروکلوئید دارای تاثیر خطی معنی دار بر میزان فاز آبی جدا شده از سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی هستند. هم چنین WPC و CNS اثر درجه دوم بر میزان فاز آبی جدا شده از سس طی سانتریفوژ دارند. شکل ۴ تأثیر سطوح مختلف WPC و CNS را در نقطه مرکزی از غلظت CMC بر میزان فاز آبی جدا شده از سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی را نشان می دهد. همچنان که در این شکل مشاهده می شود، شکل نمودار به صورت ماکزیمم است که نشان دهنده اثر درجه دوم غلظت CNS و WPC بر روی میزان فاز آبی جدا شده از سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی است.

برای میزان پایداری سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی در مرحله بهینه سازی در جدول ۳ نشان داده شده است. مقادیر P برای مدل ( $P < 0.05$ ) و برای عدم تطابق داده ها با مدل (۰/۵۹) تأییدی بر تطابق خوب مدل با داده های آزمایشی دارد. هم چنین مقدار عددی ضریب تبیین  $R^2$  برای میزان پایداری سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی ۸۷/۵۶ بود بنابراین می توان نتیجه گرفت که مدل رگرسیونی توانسته رابطه بین متغیرهای مستقل (WPC، CNS و CMC) و متغیر وابسته (پایداری امولسیون) را نشان داده و پیش بینی کند. مدل خلاصه شده به دست آمده برای پیش بینی تأثیر میزان WPC، CNS و CMC روی میزان پایداری سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی بعد از حذف عوامل غیر معنی دار به صورت زیر می باشد:

$$Y = 14.46 - 1.27X_1 - 1.23X_2 - 1.1X_3 - 1.4X_1^2 - 1.9X_2^2$$



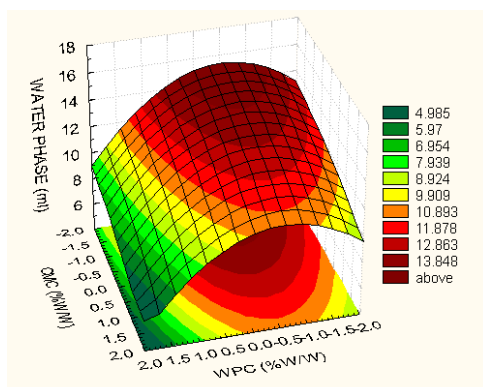
شکل ۴- نمودار سطح پاسخ تأثیر سطوح مختلف WPC و CNS بر میزان فاز آبی جدا شده از سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی

تامسون و همکاران (۱۹۸۲) مطابقت دارد. این پژوهشگران در فرمولاسیون سس سالاد از پروتئین های آب پنیر به عنوان جایگزین بخشی از تخم مرغ استفاده کردند و مشاهده کردند که میزان پایداری سس سالاد تهیه شده با پروتئین آب پنیر طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی (تیمار حرارتی ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه روی محلول اسیدی WPC با pH ۴)، بیشتر از سس

شکل ۵ تأثیر سطوح مختلف WPC و CMC را در نقطه مرکزی غلظت CNS بر روی میزان دوفازه شدن سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی را نشان می دهد. همان طور که ملاحظه می گردد، در مقادیر بالای WPC (محدوده غلظت ۲/۳۷۵-۱/۷۵ درصد) و مقادیر بالای CMC، میزان دوفازه شدن سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی کم است. این نتایج با نتایج پژوهش های

سالاد تهیه شده با تخم مرغ است. علت این پدیده به دناتوره شدن لیپوپروتئین های تخم مرغ طی تیمار حرارتی و تأثیر منفی روی ویژگی امولسیفایری آن نسبت داده شد که در نتیجه آن میزان پایداری در سس

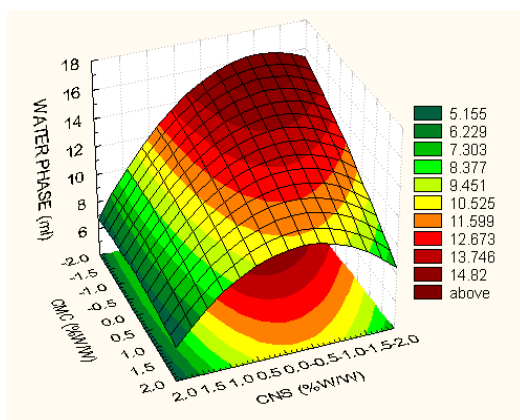
سالاد تهیه شده با تخم مرغ شده با تخم مرغ کاهش می یابد. در حالی که این تیمار حرارتی روی پروتئین های آب پنیر تأثیر ندارد. علت این امر مقاومت حرارتی بالای پروتئین های آب پنیر در مقایسه با پروتئین های تخم مرغ است.



شکل ۵- نمودار سطح پاسخ تأثیر سطوح مختلف WPC و CMC بر میزان دوفازه شدن سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی

به پایین CNS موجب دو فازه شدن می گردد. این نتایج با نتایج مطالعات هیمان و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. این محققان طی مطالعات خود پی بردند که استفاده از صمغ های نظیر CMC، صمغ گوار و گزانتان در فرمولاسیون سس ها، با افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته در سس میزان دوفازه شدن طی سانتریفوژ را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می دهد.

شکل ۶ تأثیر سطوح مختلف CNS و CMC را در نقطه مرکزی از غلظت WPC بر روی میزان دوفازه شدن سس طی سانتریفوژ بعد از تیمار حرارتی را نشان می دهد. شکل نمودار تاثیر درجه دوم CNS و تاثیر خطی CMC را نشان می دهد. با افزایش غلظت CNS در تمامی غلظت های CMC، میزان جدا شدن فاز آبی از سس، طی سانتریفوژ کردن، کاهش می یابد همچنین با توجه به نمودار افزایش غلظت CMC تنها در غلظت های متوسط



شکل ۶- نمودار سطح پاسخ تأثیر سطوح مختلف CNS و CMC بر روی میزان دوفازه شدن طی سانتریفوژ

**نتیجه گیری**

کمک کنند. شرایط بهینه حاصل از مدل RSM درجه دو برای حداقل اندازه قطرات چربی در سس سالاد، مقدار WPC ۲/۸ (% w/w) ، CNS ۲/۸ و CMC ۰/۲۳۴۱ و برای حداکثر پایداری طی سانتیفریژ مقدار WPC ۱/۶۸ ، CNS ۱/۶۸ و CMC ۰/۱۶۸ بود.

استفاده از WPC و CNS می تواند به افزایش پایداری سس سالاد کمک کند که علت آن کاهش اندازه ذرات طی مرحله تولید سس سالاد و ایجاد لایه باردار اطراف ذرات چربی تولید شده است. صمغ ها نیز با افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته می توانند به پایداری سس سالاد

**منابع مورد استفاده**

مقصودی شهرام. تکنولوژی نوین تولید انواع سس. ناشر مرز دانش. چاپ اول، ۱۳۸۴.

- Alam K, Ahmed M, Akter S, Islam N, Eun J-B, 2009. Effect of carboxymethylcellulose and starch as thickening agents on the quality of tomato ketchup. *Pakistan Journal of Nutrition* 8: 1144-1149.
- de Cassia da Fonseca V, WindsonIsidoroHaminiuk C, Izydoro D R, Waszczynskyj N, de Paula Scheer A, Sierakowski M, 2009. Stability and rheological behaviour of salad dressing obtained with whey and different combinations of stabilizers. *International Journal of Food Science and Technology* 44: 777-783.
- Dickinson E, 2001. Milk protein interfacial layers and the relationship to emulsion stability and rheology, Review. *Journal of Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 20: 197-210.
- Guilmineau F, Kulozik U, 2007. Influence of a thermal treatment on the functionality of hen's egg yolk in mayonnaise. *Journal of Food Engineering* 78: 648-654.
- Herald T J, Abugoush M, Aramouni 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.
- Heyman B, Depypere F, Delbaere F, Dewettinck K, 2010. Effect of non-starch hydrocolloids on the physicochemical properties and stability of a commercial béchamel sauce. *Journal of Food Engineering* 99: 115-120.
- Mandala I G, Savvas T P, Kostaropoulos A E, 2004. Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white model-sauce. *Journal of Food Engineering* 64: 335-342.
- Paraskevopoulou D, Boskou D, Paraskevopoulou A, 2007. Oxidative stability of olive oil-lemon juice salad dressings stabilized with polysaccharides. *Journal of Food Chemistry* 101: 1197-1204.
- Perrechil F A, Cunha R L, 2010. Oil-in-water emulsions stabilized by sodium caseinate: Influence of pH, high-pressure homogenization and locust bean gum addition. *Journal of Food Engineering* 97: 441-448.
- Riscardo M A, Moros J E, Franco J M, Gallegos C, 2005. Rheological characterization of salad-dressing-type emulsions stabilized by egg yolk/sucrose distearate blends. *European Food Research Technology* 220: 380-388.
- Sakai T, 2008. Surfactant-free emulsions. *Journal of Current Opinion in Colloid and Interface Science* 13: 228-235.
- Stewart S, Mazza G, 1999. Effect of flaxseed gum on quality and stability of a model salad dressing. *Journal of Food Quality* 23: 373-390.
- Thompson L U, Reniers D J, 1981. Succinylated cheese whey protein concentrates in coffee whitener and salad dressing. *Journal of Dairy Science* 65: 1135-1140.
- Turgeon S L, Sanchez C, Gauthier SF, Paquin P, 1996. Stability and rheological properties of salad dressing containing peptidic fractions of whey proteins. *International Dairy Journal* 6: 645-658.