

بهینه سازی فرمولاسیون نوشیدنی لبنی تخمیری (دوغ) حاوی پودر آب پنیر و استابیلایزر تجاری با استفاده از طرح سطح پاسخ

سید محمد مشکانی^{۱*}، سید علی مرتضوی^۲

۱-دانشجوی دکترا، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

۲-عضو هیئت علمی و استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی، دانشکده علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۹/۱۵)

چکیده

دوغ یک فرآورده لبنی تخمیری می باشد که حاصل از ترکیب آب و ماست و برخی افزودنی های طعم دهنده می باشد. در این پژوهش، اثر افزودن پودر آب پنیر در محدوده ۰/۲ تا ۰/۴ درصد، استابیلایزر تجاری در محدوده ۰/۲ تا ۰/۴ درصد و پودر شیر خشک در محدوده ۰/۳ تا ۰/۵ درصد بر دو فاز شدن دوغ به کمک روش سطح پاسخ همچنین خصوصیات رئولوژیکی و ارزیابی حسی به روش هدونیک ۵ نقطه ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش استابیلایزر، دو فاز شدن کاهش یافت همچنین افزایش پودر آب پنیر تا ۰/۳ درصد دو فاز شدن را کاهش داد ($P < 0.05$). همچنین نتایج بهینه سازی آزمون دو فاز شدن دوغ نشان داد که دو فاز شدن در ۰/۴ درصد استابیلایزر تجاری، ۰/۳۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۴ درصد شیر خشک معادل ۵۷ درصد بود. همچنین، افزایش ترکیبات مذکور باعث تغییر رفتار رئولوژیک دوغ از حالت نیوتنی به حالت رقیق شونده با برش گردید و همچنین بالاترین امتیاز ارزیابی حسی به فرمول بهینه یابی شده تعلق گرفت.

کلید واژگان: دوغ، دو فاز شدن، خصوصیات رئولوژیکی، روش سطح پاسخ

* مسئول مکاتبات: s.m.meshkani@gmail.com

۱- مقدمه

نوشیدنی تخمیری شیری استفاده نموده و نشان دادند که که افزایش پودر آب پنیر تا ۲ درصد حداقل جداسازی سرمی را دارا بوده و سبب افزایش ضریب پایداری و تیکسوتروپیک و همچنین کاهش سقوط ذرات و دوفاز شدن، گردیده است [۱۱]. احتیاطی و همکاران ۱۳۹۲ به بررسی خصوصیات فیزیکی دوغ تحت تاثیر کنسانتره آب پنیر پرداخته و نشان دادند ویسکوزیته، شاخص قوام و اندازه ذرات کلوئیدی افزایش یافته و رفتار شل شوندگی با برش تشدید گردیده و همچنین با افزایش مقدار کنسانتره آب پنیر دو فاز شدن دوغ تا ۳۲ درصد کاهش یافت [۱۲].

خواص عملکردی پروتئین آب پنیر و ارزش تغذیه ای آن موجب گردیده از این ترکیب در فرآورده های لبنی بهره زیادی گرفته شود. عباسی و همکاران ۱۳۸۸ اثر صمغ گوار؛ فروغی نیا و همکاران ۱۳۸۶ اثر صمغ کتیرا، ثعلب و گوار؛ محمدی و همکاران ۱۳۸۹ اثر صمغ لوبیای خرنوب، گوار، کتیرا و صمغ فارسی؛ کیانی ۱۳۸۶ اثر ژلان و پکتین؛ هاشمی نیا و همکاران ۱۳۹۰ اثر هیدروکلئید ژلان؛ آذری کیا و همکاران ۱۳۸۸ اثر پکتین با متوکسیل بالا، کتیرا، صمغ لوبیای خرنوب، تراگانین و پلی ساکاریدهای محلول سویا را بر ویژگی های دوغ تخمیری بررسی نمودند [۷، ۹، ۵، ۱۳-۱۵].

به طور کلی، هدف از انجام این پژوهش بهینه سازی فرمولاسیون نوشیدنی لبنی با پودر آب پنیر و استابیلایزر تجاری و همچنین جلوگیری از جداسازی فازی آن و بررسی ویژگی رئولوژیکی دوغ تولیدی تحت تاثیر هیدروکلئیدهای مذکور بود.

۲- مواد و تجهیزات

۲-۱- مواد مصرفی

شیر خام با مشخصات فیزیکی شیمیایی مطلوب (pH ۶/۶، چربی ۳/۸، ماده خشک ۸/۱، اسیدیته ۱۳، دانسیته ۱/۰۳۱، آب صفر درصد) از شرکت شفاشیر توس به کارخانه تولیدی فرآورده های لبنی نازنین منتقل و جهت دوغ استفاده شد. استابیلایزر و امولسیفایر تجاری Dresden BK 320 ساخت آلمان، پودر آب پنیر شرکت Altroika ساخت ترکیه، شیر خشک درجه یک شرکت پالود ساخت ایران، نمک تصفیه شده خوراکی تابان با ۹۹/۵ درصد درجه خلوص ساخت ایران،

امروزه شیر و فرآورده های لبنی حاصل از آن جزء جدانشدنی از سبد کالای خانواده ها در سراسر دنیا می باشد. به این منظور و به جهت تولید محصولی مناسب ذائقه های متفاوت در مناطق مختلف، تحقیقات متعددی در زمینه تولید و فرمولاسیون فرآورده های لبنی صورت پذیرفته است که از مهمترین آن ها می توان به انواع نوشیدنی های لبنی اشاره نمود. دوغ^۱ نوعی نوشیدنی لبنی تخمیری است که خاص کشور ایران می باشد و در سایر مناطق نام های متفاوتی دارد. به طور اختصاصی لغت دوغ از واژه دوشیدن یا ماده حاصل از دوشیدن حاصل شده است. از سایر فرآورده های مشابه می توان به نوشیدنی کفیر و کومیس در خاورمیانه، ماست نوشیدنی^۲ در اروپا و ایران در ترکیه اشاره نمود. به طور کلی دوغ محصولی است که در گذشته از شیر معمولی با درصد چربی طبیعی در مشک تهیه می گردید که در اثر تکان های شدید چربی موجود در شیر تجمع کرده و جداسازی می شد و باقیمانده را اصطلاحاً دوغ می گفتند. اما در حال حاضر تولید دوغ با رقیق سازی ماست و افزودن نمک و طعم دهنده های مجاز انجام می شود [۱-۴]. از ویژگی های مهم نوشیدنی های لبنی اسیدی pH پایین و ویسکوزیته کم آن ها می باشد که باعث تجمع پروتئین های شیر و در نتیجه ایجاد ناپایداری محصول می شود [۵]. pH این محصولات در محدوده ۳/۴ تا ۴/۶ می باشد و به دلیل عدم پایداری کازئین در این محدوده، استفاده از یک پایدار کننده برای جلوگیری از متراکم شدن پروتئین ها و هم چنین دستیابی به احساس دهانی مطلوب ضروری می باشد. همچنین یکی از عوامل مهم در ایجاد احساس دهانی مطلوب قوام مناسب و بافت هموزن نوشیدنی های تخمیری شیر می باشد [۶]. یکی از عمده ترین مشکلات در تولید نوشیدنی های اسیدی شیر، دوفاز شدن آن ها در طی تولید و نگهداری است که این مسئله ناشی از گرانیروی پایین، pH کم و تاثیر آن ها بر ته نشین شدن پروتئین ها است [۷-۹]. امروزه استفاده از ترکیباتی که به واسطه برقراری ارتباط بین کازئین و آب علاوه بر افزایش ویسکوزیته، مشکل آب انداختگی و فراریت طعم و آروما را کاهش می دهد [۱۰]، بسیار رواج یافته است. اووزن و کیلیک ۲۰۰۹ از کنسانتره پروتئین آب پنیر جهت بهبود خواص فیزیکی

1. Doogh
2. Drink Yoghurt

۲-۳-۲- اندازه گیری ویژگی های فیزیکوشیمیایی

در این آزمون ویژگی های مختلفی مانند درصد چربی، اسیدیته، ماده خشک و نمک مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۵۳ انجام گردید [۲].

۲-۳-۳- اندازه گیری دوفاز شدن نوشیدنی تخمیری

برای بررسی میزان دو فاز شدن، نمونه های دوغ، داخل بطریهای ۲۵۰ میلیتری به مدت یک ماه در دمای ۴ درجه سانتی گراد در سردخانه نگهداری شدند. در پایان مدت زمان مذکور به جهت اندازه گیری میزان دو فاز شدن نمونه ها فاز شفاف (فاز رویی) توسط خط کش اندازه گیری گردید سپس این مقدار در حجم بطری تقسیم شده و در عدد ۱۰۰ ضرب گردید [۱۶، ۸ و ۷].

۲-۳-۴- اندازه گیری خواص رئولوژی نوشیدنی تخمیری

برای بررسی رفتار جریان دوغ و اندازه گیری گرانیروی ظاهری نمونه ها، از گرانیروی سنج Brookfield دو استوانه ای استفاده شد. بدین ترتیب ویسکوزیته ی ظاهری بر حسب پاسکال ثانیه (pa.s) به صورت تابعی از سرعت برشی برای تعیین نوع رفتار جریانی نمونه ها در محدوده ی سرعت برشی $0.1 S^{-1}$ تا 10^4 اندازه گیری شد. در تمامی سرعت ها عددها در محدوده ی زمانی ۲ دقیقه خوانده شدند و دمای نمونه ها ۵ درجه ی سانتیگراد بود. همچنین داده های به دست آمده از این آزمون جهت بدست آوردن نوع رفتار جریان تیمارها، با مدل های رئولوژیکی نیوتنی (معادله ۱) و قانون توان (معادله ۲) توسط نرم افزار Sigma Plot v10 مورد مدل سازی ریاضی قرار گرفتند.

$$\tau = \mu \dot{\gamma} \quad \text{معادله ۱}$$

$$\tau = k \dot{\gamma}^n \quad \text{معادله ۲}$$

در این معادلات τ تنش برشی (Pa)، μ ویسکوزیته (Pa.s)، $\dot{\gamma}$ سرعت برشی (1/s)، k ضریب قوام (Pa.sⁿ) و n شاخص رفتار جریان که برای سیالات نیوتنی برابر با یک و برای سیالات رقیق شونده با برش و غلیظ شونده با برش به ترتیب کوچکتر و بزرگتر از یک می باشد.

۲-۳-۵- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی نمونه های تولیدی از ۱۲ نفر افراد آموزش دیده استفاده شد. بدین منظور دوغ در فرمولاسیون های متعدد

استارتر ترموفیل ماست YF-3331 شرکت کریستین هانسن^۳ ساخت دانمارک و سایر مواد آزمایشگاهی نیز با خلوص بالا از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

۲-۲- تجهیزات

جهت فرآیند تولید دوغ از یک سری تجهیزات مداوم بهره گرفته شد مانند پاستوریزاتور شرکت مهندسی پاک مبدل ساخت ایران، سپراتور شرکت REDA ساخت ایتالیا، هموژنایزر شرکت مهندسی پاک مبدل ساخت ایران، مخازن دو جداره شرکت پاک مبدل ساخت ایران بود. همچنین جهت آزمون های مختلف از لوازم و تجهیزاتی استفاده شد که از آن جمله می توان به pH متر Jenway ساخت انگلیس، ترازوی دیجیتال KERN با دقت ۰/۰۰۱ ساخت آلمان، رئومتر دو استوانه ای Brookfield ساخت آمریکا اشاره نمود.

۲-۳-۲- روش ها

۲-۳-۱- تولید دوغ

شیر تازه ورودی به خط تولید کارخانه لبنیات نازنین با چربی تقریبی ۳/۶ درصد، پس از یک مرحله چربی گیری به شیر با حداکثر ۲/۵ درصد چربی تبدیل گردید. سپس شیر خشک، پودر آب پنیر و استایلیز تجاری در فرمولاسیون های مختلف در بیج های مختلف تولیدی به جهت بالا بردن ماده خشک محصول افزوده و سپس پاستوریزه و هموژنیزه گردید، به طوری که در هر مرحله حدود ۴۰۰ کیلوگرم شیر استفاده شد. سپس هر کدام به طور جداگانه تحت فرآیند دمایی ۸۰ تا ۹۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و پس از آن تا دمای ۴۳-۴۲ درجه سانتی گراد سرد شده و استارتر ترموفیل تجاری به آن افزوده شد. سپس در شرایط دمایی مذکور به مدت ۸ ساعت قرار گرفت. پس از رسیدن اسیدیته آن به ۱۱۰ درجه دورنیک، ماست تولیدی تا دمای ۴ درجه سانتی گراد سرد گردید. سپس به آن نمک مطابق استاندارد ملی دوغ ایران، و آب پاستور شده به نسبت ۵۰:۵۰ افزوده شد به طوری که اسیدیته دوغ حاصل در رنج ۵۰ تا ۵۵ قرار گرفت. سپس تحت فرآیند پاستوریزاسیون مجدد به جهت متوقف شدن فعالیت میکروارگانیسم ها قرار گرفت و در نهایت در بطری های ۲۵۰ میلی لیتری پر شده و درب بندی و به سردخانه با دمای ۴ درجه سانتی گراد منتقل شدند [۲].

3. CHERICTIN HANSEN

حسی مطابق روش هدونیک ۵ نقطه ای انجام گردید و داده های غیر پارامتریک به داده های پارامتریک تبدیل گردیدند به این ترتیب که به بهترین نمونه، نمره ۵ و بهبودترین نمونه، نمره ۱ بدهند (بسیار نامطلوب، ۲ نامطلوب، ۳ متوسط، ۴ مطلوب، ۵ بسیار مطلوب). بافت فرآورده باید روان بوده، در آن ذرات توده های وجود نداشته باشد. در بررسی طعم نیز دقت داشته باشند که اثری از وجود یک ماده ی خارجی و یا ناسازگار با طعم دوغ حس نشود [۱۷].

از جمله فرمول بهینه یابی شده در جهت کاهش میزان دوفاز شدن دوغ، تهیه گردید و در کنار ۳ فرمول با کدهای A, B و C و نمونه شاهد توسط این افراد مورد بررسی و تست قرار گرفت در ادامه پس از فرآیند تهیه دوغ به مدت یک ماه سردخانه گذاری شدند و در ادامه نمونه ها از لحاظ طعم، قوام، رنگ، بافت و پذیرش شکلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. از گروه های زیاده خواسته شد که در هنگام بررسی موارد بالا به تعاریف زیر توجه داشته باشند و پس از مطالعه ی دستورالعمل، به نمونه ها نمره بدهند. بر این اساس آزمون

Table 1 The different treatments of processing, sensory evaluation test and rheological properties

Sample	Milk powder	Whey powder	Stabilizer
Opt	0.4	0.35	0.4
A	0.3	0.2	0.2
B	0.4	0.3	۰,۳
C	0.5	0.4	0.4
Blank	0	0	0

برای هر متغیر وابسته مدلی تعریف می شود که آثار اصلی و متقابل فاکتورها را بر روی هر متغیر، جداگانه بیان می نماید. که در فرمول ۱، قابل مشاهده می باشد.

$$Y = b_0 + \sum b_i x_i + \sum b_{ii} x_i^2 + \sum b_{ij} x_i x_j \quad (1) \text{ فرمول}$$

در معادله ذکر شده Y پاسخ پیش بینی شده، b_0 ضریب ثابت، b_i اثرات خطی، b_{ii} اثر مربعات و b_{ij} اثرات متقابل، X_i ، X_j متغیرهای مستقل کدبندی شده هستند [۱۸].

۲-۴- نمایش متغیرهای مستقل و آنالیز آماری

بررسی آثار اصلی و متقابل فاکتورهای درصد استابیلایزر تجاری، درصد پودر آب پنیر و درصد پودر شیر خشک بر خصوصیات دوفاز شدن دوغ هدف اصلی این پژوهش بود. در این طرح با توجه به جدول ۲، درصد استابیلایزر تجاری با نماد ریاضی X_1 ، درصد پودر آب پنیر با نماد X_2 و درصد پودر شیر خشک با نماد X_3 ؛ به عنوان ۳ فاکتور موثر و تغییرات درصد دوفاز شدن متغیر وابسته بود. در روش سطح پاسخ

Table 2 The display of process independent variables and their values

Independent variables	code	Levels		
		-1	0	+1
Stabilizer (%)	X_1	0.2	0.3	0.4
Whey powder (%)	X_2	0.2	0.3	0.4
Milk powder (%)	X_3	0.3	0.4	0.5

متقابل) سطح پاسخ برای متغیرهای وابسته حاصل از آزمون های دوفاز شدن را نشان می دهد. همچنین فاکتورهایی که کفایت مدل و نتایج مدل سازی بر اساس این آزمون در جدول ۲، قابل مشاهده است.

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود، عبارت های مدل که برای آزمون دوفاز شدن دوغ معنی دار شد، اثرات خطی متغیر استابیلایزر تجاری و پودر شیر خشک و درجه دوم پودر آب پنیر بود ($p < 0.05$).

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی اثر افزودن استابیلایزر، شیر

خشک و پودر آب پنیر بر میزان دوفاز شدن دوغ

جدول ۳، آنالیز واریانس مدل های مختلف (خطی، درجه دوم و اثر

نتایج نشان داد که با افزایش استابیلایز تا ۰/۴ درصد و پودر آب پنیر تا ۰/۳۵ درصد کمترین دو فاز شدن در دوغ مشاهده شد. همچنین با افزایش میزان استابیلایز و با افزایش شیر خشک تا میزان ۰/۵ دو فاز شدن افزایش یافت (شکل ۱)، این افزایش دو فاز شدن احتمالاً به دلیل بالابردن میزان ماده خشک دوغ بود. استابیلایزر تجاری مذکور که ترکیبی از امولسیفایر و برخی ترکیبات نشاسته ای بر پایه غلات است که منجر به حفظ مطلوب ذرات کلئیدی شده و تا حد امکان از رسوب این ذرات جلوگیری کرد. احتیاطی و همکاران (۱۳۹۲)، نشان دادند که نمونه های دوغ حاوی پودر آب پنیر بسته به میزان پودر آب پنیر، با دو فاز شدن کمتری روبرو هستند. همچنین بیان داشتند که پودر آب پنیر با ایجاد پیوند با آب، به دام انداختن ذرات کلئیدی در نهایت موجب کاهش سرعت دو فاز شدن دوغ می گردد [۱۲].

Table 3 Analysis of variance (ANOVA), the model of response surface for the phase separation test in Doogh (95% statistical level)

Source	DF	Phase separation test (%)	
		Sum of Squares	p-Value
Block	2	10.93	
Model	9	426.41	0.0027
Linear			
b1	1	232.32	0.0002
b2	1	1.09	0.6637 _{ns}
b3	1	73.44	0.0060
Quadratic			
b11	1	2.23	0.5367 _{ns}
b22	1	43.79	0.0211
۳۳b	1	13.46	0.1512 _{ns}
Interaction			
b12	1	0.011	0.9645 _{ns}
b13	1	12.25	0.1684 _{ns}
b23	1	0.55	0.7563 _{ns}
Residual	10	42.75	
Lack-of-fit	5	39.54	0.0652
Pure error	3	3.21	
Total	19	480.09	

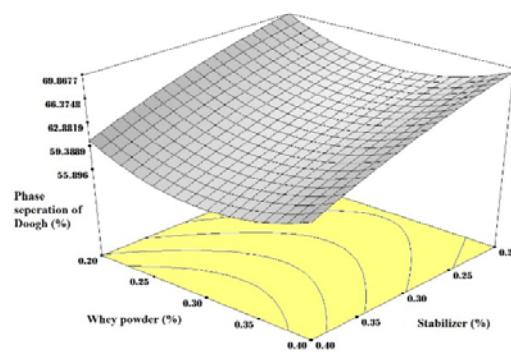
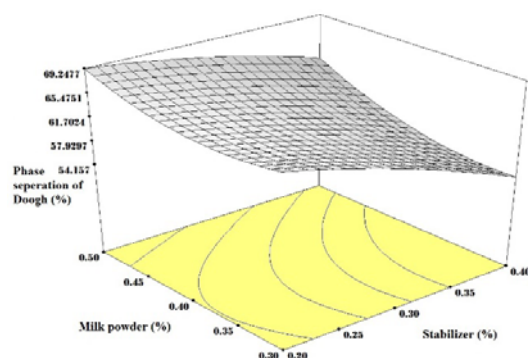


Fig 1 The display of three-dimensional graph, the effect of independent variables contains commercial stabilizer, whey and skim milk powder on the phase separation of fermented dairy drink

و ضریب تغییرات مناسبی برخوردار بوده و همچنین آزمون عدم برازش آن نیز معنی دار نشده است که نشان دهنده برازش مناسب مدل بر داده های ورودی به سیستم می باشد.

۳-۲- مدل ریاضی بهینه یابی شده

نتایج ارزیابی ضرایب مدل برای پاسخ متغیرها، ضریب تبیین (R^2) و ضریب تغییرات (CV) در جدول ۴ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می گردد مدل از ضریب تبیین بالا

Table 4 The mathematical optimized model of Doogh contains commercial stabilizer, whey and skim milk powder

Response	Opt of Model	R^2	CV
Phase separation of Doogh	$Y=141.58-41.93X_1-181.29X_3+403.92X_2^2$	0.91	3.58

البته همین عامل سبب افزایش مطلوبیت تیمارهای دوغ تولیدی از نظر مصرف کننده می شود. بالاترین ویسکوزیته در نمونه بهینه یابی شده مشاهده گردید (شکل ۲). همچنین شکل ۳ تغییرات تنش برشی در سرعت های برشی مختلف برای تیمارهای دوغ تهیه شده را نشان می دهد. بررسی تغییرات برشی بصورت تابعی از سرعت برشی نشان داد که نمونه شاهد در برابر اعمال نیروی برشی، رفتاری یکسان نسبت به سایر نمونه ها داشت و بالاترین تغییرات تنش برشی در نمونه C مشاهده گردید که تمام پارامترهای فرمولاسیون در بالاترین میزان بود.

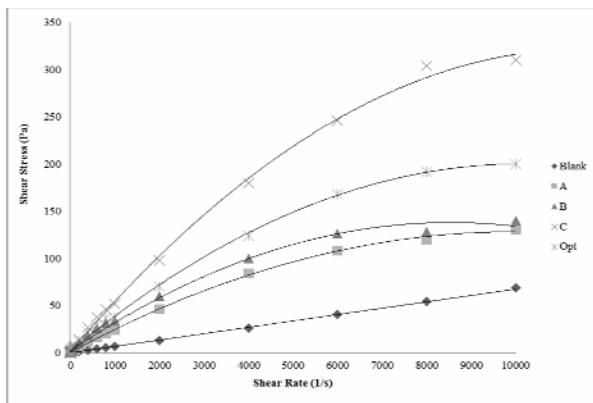


Fig 3 The shear stress changes at different shear rates for treatments prepared of Doogh (at 5°C)

برای نمونه های ۰، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۲/۲۵ درصد پودر آب پنیر به ترتیب ۰/۹۸، ۰/۸۳، ۰/۶۴ و ۰/۵۳ (mPa.s) را گزارش کردند [۱۲]. عباسی و همکاران ۲۰۰۹ نشان دادند که با افزایش میزان صمغ گوار در غلظت ۰/۰۸، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به دوغ، موجب تغییر رفتار جریان به رقیق شونده با برش، افزایش ویسکوزیته (به ترتیب ۷۰/۴۵، ۱۰۳، ۱۰۹ و ۱۳۵ سانتی پواز) و افزایش پذیرش کلی گردید [۱۳]. فروغی نیا و همکاران ۱۳۸۶ در بررسی پایداری دوغ با صمغ های کتیرا، ثعلب و گوار بیان داشتند که صمغ ها عموماً سبب افزایش پایداری دوغ شده و باعث تغییر رفتار رئولوژیک دوغ از حالت نیوتنی به حالت شبه پلاستیک می شود و همچنین نشان دادند که این دسته از دوغ ها امتیازات بالاتری را در ارزیابی حسی کسب نمودند و بیان داشتند که افزایش گرانروی و قدرت نگهداری آب سبب افزایش پایداری دوغ گردید [۹].

همچنین نتایج بهینه سازی فرمولاسیون موثر در کاهش دو فاز شدن دوغ برای داشتن حداقل ۵۶۹۱ درصد میزان دوفاز شدن؛ ۰/۴ درصد استایلیزر تجاری، ۰/۴ درصد شیر خشک و ۰/۳۵ درصد پودر آب پنیر با درجه تمایل ۰/۹۶ بود.

۳-۳- خواص رئولوژی دوغ

بررسی روی ویژگی های رئولوژیکی دوغ های فرموله شده نشان داد ویسکوزیته در سرعت های برشی به طور معنی داری در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت این افزایش در ویسکوزیته با افزایش میزان استایلیزر در ارتباط مستقیم بود و

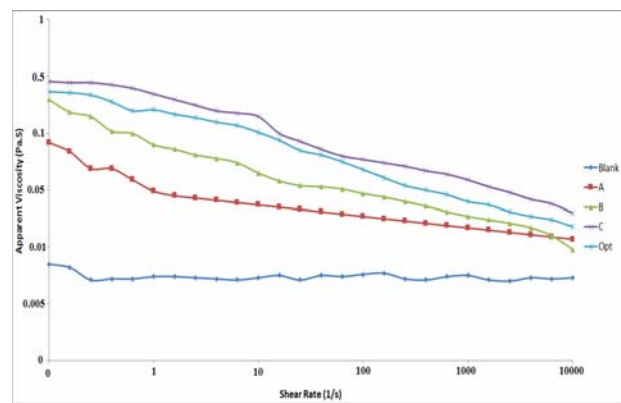


Fig 2 The change of viscosity at different shear rates for treatments prepared of Doogh (at 5°C)

در ارتباط با رفتار جریانی و ویژگی های رئولوژیکی تیمارهای مختلف، نتایج نشان داد که افزایش استایلیزر، پودر آب پنیر و شیر خشک باعث تغییر رفتار رئولوژیک دوغ از حالت نیوتنی به حالت رقیق شونده با برش گردید (جدول ۵). سایر پژوهشهای انجام شده بر روی نوشیدنی تخمیری دوغ، آبران و کفیر نشان داد که افزودن هیدروکلوئیدها موجب افزایش گرانروی گردیده [۷-۹، ۱۶، ۱۹ و ۲۰] و ایجاد رفتار رقیق شوندگی با برش ناشی از نوعی شبکه ژل مانند است که با افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته در برابر تنش وارد شده در جریان اندازه گیری رفتار جریان، مقاومت می کند [۱۱]. احتیاطی و همکاران ۱۳۹۱ در بررسی نمونه های دوغ حاوی پودر آب پنیر نشان دادند که نمونه بدون پودر آب پنیر دارای رفتار نیوتنی بوده و ویسکوزیته آن ۲/۴ تا ۲/۶ میلی پاسکال بود که با افزایش پودر آب پنیر موجب تغییر خواص رئولوژیک به سمت غیر نیوتنی (قانون توان) گردیده و شاخص رفتار جریان

Table 5 The rheological parameters values of different treatments prepared of Doogh

Treat	Model	K (Pa.s ⁿ)	n	R ²	Flow behavior
Blank	$\tau=0.0053\gamma^{1.02}$	0.0053	1.02	0.9998	Newtonian
Opt	$\tau=0.2424\gamma^{0.69}$	0.2424	0.69	0.9910	Shear thinning
A	$\tau=0.6255\gamma^{0.60}$	0.6255	0.60	0.9873	Shear thinning
B	$\tau=0.3708\gamma^{0.74}$	0.3708	0.74	0.9930	Shear thinning
C	$\tau=0.4143\gamma^{0.68}$	0.4143	0.68	0.9926	Shear thinning

داد که نمونه شاهد تقریباً در تمامی موارد آزمون به جز فاکتور رنگ دارای کمترین امتیاز بود که از لحاظ آماری نیز معنی دار گردید و همچنین بالاترین امتیازات در فاکتور های حسی مورد بررسی مربوط به تیمار بهینه یابی شده بود ($P < 0.05$) سایر موارد در جدول ۶، قابل مشاهده است.

۳-۴- خواص حسی

بررسی خصوصیات ارگانولپتیک (شکل ۴) نمونه های دوغ تولیدی با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه ایو همچنین نتایج مقایسات میانگین آزمون ها به روش چند دامنه ای دانکنشان

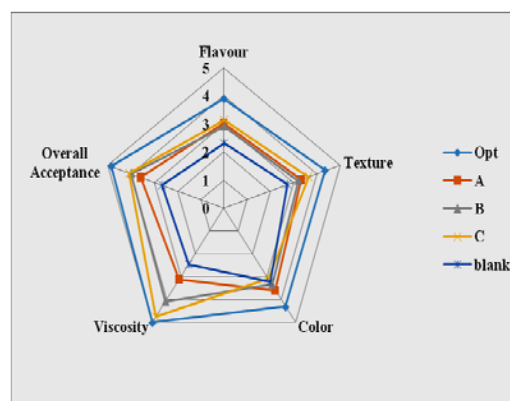
Table 6 The mean comparison of samples evaluated by using the Duncan test ($P < 0.05$)

Treat	Flavour	Texture	Color	Viscosity	Overall Acceptance
opt	3.89 ^c	4.36 ^d	4.31 ^c	5.00 ^e	4.86 ^d
A	3.28 ^b	3.33 ^b	3.58 ^b	3.11 ^b	3.58 ^b
B	2.92 ^b	3.19 ^b	3.33 ^{ab}	4.08 ^c	4.00 ^c
C	3.14 ^c	3.64 ^c	3.08 ^a	4.75 ^d	4.08 ^c
Blanck	2.31 ^a	2.72 ^a	3.22 ^a	2.47 ^a	2.67 ^a

شونده با برش تغییر یافت. نتایج بهینه سازی آزمون دو فاز شدن دوغ نشان داد که کمترین دو فاز شدن در ۰/۴ درصد استابیلایزر تجاری، ۰/۳۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۴ درصد شیر خشک معادل با ۰۷ درصد بوده است و بالاترین امتیاز ارزیابی حسی نیز به فرمول بهینه یابی شده تعلق گرفت بطوری که بیشترین میزان پذیرش کلی مربوط به این تیمار بود.

۵- منابع

- [1] GhorbaniGorji, E. Mohammadifar, M. A., Ezatpanah, H. and Mortazavian, A. R. 2010. Influence of three types of Iranian gum tragacanth on rheological properties and stabilization of fat-free Doogh, an Iranian yoghurt drink. Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology. p31-42. [in Persian].
- [2] Institute of Standards and Industrial Research of IRAN. 2008. Doogh – Specifications and test method, ISIRI no 2453: 2nd rd; Karaj: ISIRI. [inPersian].
- [3] Tamime A, Robinson R. 1999. Yoghurt: science and technology: (2nd Edition) Cambridge, uk Woodhead Publishing.

**Fig 4** The sensory evaluation of different treatments prepared of Doogh

۴- نتیجه گیری

با افزودن هیدروکلوئیدها به دوغ ویسکوزیته افزایش به همراه آن جذب آب افزایش و ته نشینی کاهش که موجب کاهش میزان دو فاز شدن می گردد. بطور کلی در این تحقیق رفتار رئولوژی دوغ با افزودن پروتئین آب پنیر و استابیلایزر تجاری و شیر خشک بررسی گردید و مشاهده شد که با افزایش غلظت این ترکیبات رفتار جریان دوغ از حالت نیوتنی به رقیق

- [12] Ehtiyati, a. Shahidi, f. mohebii, m. yavarmanesh, m. 2013. Evaluation of the effect of WPC and starter generating EPS on Some Physical Characteristics Doogh, Iran Research Journal of Food Science and Technology. 9(4). 295-303. [in Persian]
- [13] Abbasi, a. Shirazi, N. Farshadfar, sh. 2009. Effect of guar gum on the tissue and volatile of Essence added to the Iranian doogh. Journal of Food Science and Technology. 1(3). 31-39.
- [14] Hasheminya, S. M. Ebrahimzadeh-Mousavi, S. M. A. Ehsani, M. R. Dehghannya, J. 2011. Effect of gellan hydrocolloid on rheological properties and stabilization of a fiber-enriched Doogh. Food Research Journal. 21(2). 179-193.
- [15] Kayani, H. 2007. Possible application of gel-liquid technology in Stabilization of solid particles in a fermented dairy drinks. MS Thesis. College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University.
- [16] Koksoy A, Kilic M. 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, Ayran. Food Hydrocoll; 18: 593-600.
- [17] Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T. 1999. Sensory evaluation techniques. Third edition. CRC Press LLC publishing.
- [18] Myers RH, Montgomery DC. 2002. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. 2nd Edition. Wiley, New York.
- [19] Janhoj T, Bom Frost M, Ipsen R. 2008. Sensory and rheological characterization of acidified milk drinks. Food Hydrocoll; 22: 798-806.
- [20] Mohammadi S, Abbasi S, Hamidi Z. 2010. Effects of hydrocolloids on physical stability, rheological and sensory properties of milk-orange juice mixture. Iranian Food Science and Nutrition. 5(4). 1-12.
- [4] Kurmann JA, Rasic JL, Kroger M. 1992. Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products: an international inventory of fermented milk, cream, buttermilk, whey and related products. Van Nostrand Reinhold Company (New York). 368 pp.
- [5] Amice-Quemeneur, N. Haluk, J. P. Hardy, J. 1995. Influence of the acidification process on the colloidal stability of acidic milk drinks prepared from reconstituted nonfat dry milk. Journal of Dairy Science; 78: 2683-2690.
- [6] De Kruif, C. Tuinier, R. 2001. Polysaccharide protein interactions. Food Hydrocolloids. 15(4-6): 555-63.
- [7] Azarikia F. 2008. Investigation of the efficiency and mechanisms of some hydrocolloids on the stabilization of Doogh [Dissertation]. Tehran: Tarbiat Modares University, Faculty of Agriculture. [in Persian].
- [8] Azarikia F, Abbasi S, Azizi MH. 2009. Investigation of the efficiency and mechanisms of some hydrocolloids on the stabilization of Doogh. Iranian J NutrSci and Food Tech; 4 (1): 11-22. [in Persian]
- [9] Foroughinia. S, Abbasi, S. HamidiEsfahani, Z. 2007. Effect of individual and combined addition of salep, Tragacanth and guar gums on the stabilization of Iranian Doogh. Iranian J NutrSci and Food Tech. 2(2): 15-25. [in Persian].
- [10] Gallardo-Escamilla, F. J., Kelly, A. L., and Delahunty, C. M. 2007. Mouthfeel and flavor of fermented whey with added hydrocolloids. International Dairy Journal, 17(4): 308-315
- [11] Ozen, A. E. & Kilic, M. 2009, Improvement of physical properties of nonfat fermented milk drink by using whey protein concentrate. Journal of Texture Studies, 40(3), 288-299.

Optimization of Formulation of Fermented Dairy Beverage (Doogh) Containing Whey Powder and Commercial Stabilizer Using Response Surface Design

Meshkani, S. M.^{1*}, Mortazavi, S. A.²

1. Ph.D Student, Department of Food Science & Technology , Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

2. Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran.

(Received: 2014/09/04 Accepted: 2015/01/05)

Doogh is a fermented dairy product that derived from a combination of water and yoghurt and some flavoring additives. In this study, the effect of adding of whey powder in range of 0.2 to 0.4%, commercial stabilizer in range of 0.2 to 0.4% and milk powder in range of 0.3 to 0.5%, on phase separation of doogh by response surface methodology and also the rheological and organoleptic properties by 5-point hedonic method were investigated. The results showed that with increasing stabilizer phase separation decreased as well as increased whey powder to 0.3% ($P < 0.05$). The results of optimization showed that the phase separation of doogh was 57% by using of 0.4% commercial stabilizer, 0.35% whey powder and 0.4% milk powder. Also, increasing of these compounds changed doogh rheological behavior from newtonian to shear thinning. The optimized formulation gained the highest score of sensory evaluation.

Keywords: Doogh, Phase separation, Rheological properties, Response surface methodology.

* Corresponding Author E-Mail address: s.m.meshkani@gmail.com