

تولید و بهینه‌سازی فرمولاسیون سس از گیل با استفاده از شیر خرمالو به عنوان شیرین کننده با روش سطح پاسخ

زینب رفتنی امیری^{a*}، سعید میرعرب رضی^b، سپیده امیرآبادی^b، سمیه رضایی ارمی^b، تیمور محمدی^b، عیسی فتح الهی^b

^a دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران
^b دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۵/۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۷/۴

۵

چکیده

مقدمه: از گیل یک میوه کلایمتریک است که اهمیت زیادی برای مصرف افراد بومی و ارزش اقتصادی کسب کرده است و در فرمولاسیون مربا، ژله ها، مارمالاد و ترشی‌ها استفاده می شود و به عنوان منبع آنتی اکسیدانی و ترکیبات زیست فعال بسیار مورد توجه قرار گرفته است. **مواد و روش‌ها:** در این پژوهش با استفاده از دو متغیر مستقل مقدار شیر خرمالو (۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد) و نمک به عنوان افزودنی (۱، ۱/۷۵ و ۲/۵ درصد) با استفاده از روش سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی با پنج نقطه کنترلی، فرمولاسیون سس از گیل بهینه‌سازی شد. در این تحقیق ویسکوزیته، قوام و بریکس و ارزیابی حسی سبزه فرمولاسیون مختلف سس از گیل مورد بررسی قرار گرفت. ارتباط بین داده‌های دستگاهی و حسی با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی تعیین شد.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش مقدار شیر خرمالو ویسکوزیته و بریکس افزایش و قوام سس کاهش یافت. اثر نمک در سطوح استفاده شده بر ویسکوزیته و قوام معنی‌دار نبود اما تاثیر آن بر بریکس معنی‌دار بود. داده‌های حاصل از آنالیز حسی نشان داد اختلاف معنی‌داری بین رنگ، بو و ظاهر نمونه‌ها وجود نداشت. نمونه‌های حاوی ۳۰ درصد شیر خرمالو امتیاز بالاتری در طعم و پذیرش کلی از ارزیاب‌ها دریافت نمودند. نمک تاثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی نداشت. نتایج حاصل از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که بین طعم و پذیرش کلی رابطه مثبت و مستقیم (۰/۹۲۲) وجود داشت.

نتیجه‌گیری: بهترین فرمول سس با بیشترین امتیاز پذیرش کلی در حضور ۳۰/۱۷ درصد شیر خرمالو و ۱ درصد نمک و در ویژگی‌ها مشابه با نمونه شاهد حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌یابی، جانشین شکر، سس از گیل، شیر خرمالو

مقدمه

میوه‌ها منابع غنی از متابولیت‌های ثانویه زیست فعال هستند. امروزه تمایل عموم به استفاده از غذاهای فراسودمند یا عملگرا منجر به توجه تولیدکنندگان به تولید محصولات با محتوای آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی بالاتر گردیده است (Bursal Gülçin, 2011). افزایش تقاضا برای آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به همراه ظهور تکنولوژی‌های نوین برای کسب استانداردهای کیفی، تحقیق در مورد منابع جدید آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی را توجیه می‌کند (Ercisli et al., 2012).

ازگیل با نام علمی *Mespilus germanica* L. متعلق به خانواده Rosaceae و بومی اروپای جنوبی و آناتولی، شبه جزیره کریمه در جنوب اوکراین و قفقاز و قسمت‌های شمالی ایران و قفقاز است که در گویش مازندرانی به آن کنهس یا کندس گفته می‌شود (Selcuk and Erkan, 2015). ازگیل از سه هزار قبل تاکنون در مناطق دریای خزر در شمال ایران و آذربایجان کشت می‌شود که در ایران بویژه در استان مازندران و گیلان وجود دارد (Tabatabaei-Yazdi et al., 2015). ازگیل میوه‌ای قهوه‌ای و گاهی اوقات مایل به قرمز است که قطر آن حدود یک و نیم تا سه سانتی متر و وزن آن از ۱۰ تا ۸۰ متغیر است (Ayaz et al., 2008). ازگیل یک میوه کلایمتریک است که اهمیت زیادی برای مصرف افراد بومی و ارزش اقتصادی کسب کرده است و به صورت مارمالاد و ترشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این میوه همچنان در درمان یبوست و برای درمان سنگ کلیه و مثانه مورد استفاده دارد. پالپ یا سیروپ آن داروی موثر برای درمان عفونت روده است. ازگیل یک منبع غنی از مواد شیمیایی گیاهی تقویت‌کننده سلامتی شامل آنتی‌اکسیدان‌ها مانند فنل‌ها، فلاونوئیدها، اسکوربیک اسید و تانن‌ها می‌باشد. مقدار فندهایی مانند فروکتوز، گلوکز، لینولئیک اسید، پالمیتیک اسید، اسیدهای آلی مانند مالیک اسید و اسید سیتریک، اسپاراتات و گلوتامات، پتاسیم، آمینواسید و ترکیبات فرار آن بالاست. اخیرا توجه زیادی به ازگیل به عنوان منبع اصلی آنتی‌اکسیدان‌ها شده است که از انسان در برابر بیماری‌های مختلف محافظت می‌کند (Bursal and Gülçin, 2011). در بررسی ویژگی‌های ازگیل گزارش شده است که این میوه منبع غنی از پتاسیم،

تولید و بهینه‌سازی فرمولاسیون سس ازگیل با استفاده از شیر خرمالو

کلسیم، فسفر، منیزیم و آهن می‌باشد. مقادیر فراوان انواع ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (مانند کافئیک اسید، فرولیک اسید، اسکوربیک اسید، آلفا توکوفرول ...) را در میوه خوراکی ازگیل گزارش کردند. با این حال این میوه بسیار فسادپذیر و مستعد قهوه‌ای شدن، نرم شدن سریع و کاهش آب بعد از برداشت است که قابلیت خوراکی و ارزش تجاری آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کیفیت میوه در دمای اتاق بعد از ۳ تا ۵ روز تغییر می‌کند. بنابراین باید راهکارهایی اتخاذ گردد که بتوان از این منبع غنی از ترکیبات عملگرا در طول زمان طولانی تری استفاده کرد (Bursal and Gülçin, 2011).

خرمالوی وحشی با نام علمی *Diopyros lotus* متعلق به خانواده Ebanaceae است که در گویش مازندرانی به آن خرمنندی یا اربه می‌گویند. خرمالو درختی برگریز است و در چین و آسیا کشت داده می‌شود. میوه‌های خوراکی آن دارای اهمیت دارویی است و خاصیت آرام بخشی، قابض، ضد عفونی کننده، ضد دیابت، ضد تومور، ملین و تب بر دارد و در درمان اسهال، سرفه خشک و فشارخون کاربرد دارد (Rauf et al., 2014). آنالیز شیمیایی آن وجود برخی اسیدهای چرب، قندها، ترکیبات فنلی و اسیدهای غیرفرار، نفتوکینون‌ها و نفتان‌ها را ثابت کرد. ویتامین ث، کاروتنوئیدها از دیگر ترکیبات آن می‌باشد. ویتامین ث به دو صورت L- اسکوربیک اسید، دهیدرو L- اسکوربیک وجود دارد. کاروتنوئیدها که مسئول رنگ قرمز نارنجی میوه‌ها هستند حاوی بتا کاروتن و بتا اسیلین کاروتن و بتا کریپتوگزانتین است. ترکیبات فنلی شامل فنل‌های ساده و تانن‌های پلیمریزه شده هستند. گروه اول شامل مشتقات بنزوئیک اسید، فلاون‌های منومری، فلاونول‌ها، فلاونون‌ها و گروه دوم شامل پروسیانیدین پلیمریزه شده هستند (Jiménez-Sánchez et al., 2015). پژوهشگران گزارش کردند عصاره این میوه منبع بالقوه‌ای از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاست (Gao et al., 2014).

یکی از رژیم‌های غذایی تولید غذاهای کم‌کالری با کاهش مقدار شکر است. ترکیبات شیمیایی متنوعی به عنوان جایگزین شکر برای تولید محصولات غذایی و نوشیدنی‌های متنوع کم‌کالری مطرح شده‌اند. این محصولات میزان شکر دریافتی و کالری تولید شده در بدن انسان را کاهش و برای استفاده افراد چاق و دیابتی

نکا برداشت و در محل مناسبی به دور از نور مستقیم آفتاب نگهداری گردید. پس از آن ازگیل‌های رسیده تا رسیدن به مخلوطی یکنواخت پخته شد. مخلوط توسط صافی با مش بسیار ریز صاف شد. مخلوط حاصله تا رسیدن به قوام رب توسط حرارت (ابتدا حرارت روی شعله دمای محصول بین ۱۰۰-۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و سپس بصورت غیرمستقیم، بن ماری ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد اعمال گردید) تغلیظ گردید. رب حاصله ترش طعم و قهوه‌ای رنگ بود. خرما لوی وحشی از مناطق هزار جریب شهرستان نکا برداشت و بعد از چند روز هسته خرما لوه‌های کاملاً رسیده با اضافه کردن مقداری آب ولرم جدا شد. پالپ خرما لوها از صافی عبور داده شد و شیره آن در ظرفی جمع‌آوری گردید. شیره به دست آمده به مدت ۱۰ الی ۱۲ ساعت روی شعله قرار گرفت و تا بریکس ۷۵ تغلیظ شد. برای تهیه سس ازگیل بر اساس طرح آماری انتخاب شده مقادیر مشخصی شیره خرما لوی (درصد بر پایه رب ازگیل) و نمک (درصد بر پایه رب ازگیل) به مقدار ثابتی رب ازگیل اضافه گردید. پس از اختلاط کامل مواد، سس تهیه شده ابتدا توسط هموژنایزر (GYB40-10S/ GYB60-6S، چین) دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۲۰۰ بار هموژن و سپس در ظرف پیرکس استریل تحت تیمار حرارتی پاستوریزاسیون به مدت ۱۵ دقیقه دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و در ادامه در ظروف شیشه‌ای بسته‌بندی و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای انجام آزمایشات نگهداری شد.

- اندازه‌گیری قوام سس

قوام سس توسط دستگاه قوام‌سنج بوستویک ساخت ایران در دمای محیط سنجش شد. در این آزمایش میزان حرکت نمونه پس از باز کردن سریع درب مخزن قوام‌سنج، برحسب سانتی‌متر پس از گذشت ۳۰ ثانیه گزارش گردید (داراب زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

- اندازه‌گیری میزان ویسکوزیته سس

ویسکوزیته سس توسط دستگاه ویسکومتر چرخشی My7 (v1-v2، اسپانیا) مجهز به سیستم سیرکولاسیون آب جهت کنترل دما با استفاده از اسپیندل L3 در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در کمترین سرعت برشی دستگاه ($20 s^{-1}$) تعیین شد.

مناسب‌تر می‌باشد. استفاده از شیرین کننده‌های سنتزی مانند آسپارتام در صنعت رایج است اما با توجه به محدودیت‌ها و مضرات خاص این شیرین کننده‌ها، امروزه استفاده از شیرین کننده‌هایی با منشا طبیعی در بسیاری از کشورها مورد توجه است (Gao et al., 2014). استفاده از شیره خرما لوی به عنوان ماده‌ای طبیعی که درصد قند آن ۶۴٪ می‌باشد با طعم شیرین می‌تواند به عنوان شیرین کننده‌ای طبیعی جایگزین مناسبی برای انواع شیرین کننده‌های سنتزی باشد.

یکی از روش‌های مدل‌سازی آماری در فرمولاسیون محصولات غذایی، روش سطح پاسخ (RSM) است که از فواید آن تعداد کمتر آزمایشات و بررسی تاثیرات ساده، متقابل، درجه دوم متغیرها بر ویژگی‌های مورد بررسی و در نهایت قابلیت تخمین مقادیر بهینه متغیرها برای رسیدن به بهترین حالت محصول می‌باشد (Kim et al., 2009). روش سطح پاسخ تکنیکی کارا و نوین برای توسعه، بهبود و بهینه سازی فرایندهاست که می‌تواند چندین متغیر را با یکدیگر و در یک زمان بررسی و با تعریف بهترین شرایط پاسخ‌ها، مقدار مناسب متغیرها را برای رسیدن به حالت بهینه به پژوهشگر پیشنهاد نماید. این تکنیک در طراحی، توسعه و فرمولاسیون محصولات جدید و همچنین بهبود کیفیت فراورده‌های موجود کاربرد دارد (Nwabueze, 2010).

سس ازگیل از محصولات بومی شمال کشور است که به همراه فراورده‌های گوشتی استفاده می‌شود. بصورت محلی برای تهیه سس ازگیل به رب ازگیل شکر، نمک و آب اضافه می‌نمایند. هدف از این پژوهش، بررسی ویژگی‌های سس ازگیل با استفاده از روش RSM بود. در این تحقیق متغیرهای مستقل شیره خرما لوی به عنوان شیرین کننده و نمک به عنوان تعدیل کننده انتخاب و به عنوان افزودنی به مقدار مشخصی رب ازگیل اضافه شدند. در نهایت پس از بررسی ویژگی‌های فرمولاسیون‌های مختلف فرمول بهینه با توجه به نتایج پذیرش کلی تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

- تهیه سس ازگیل

میوه ازگیل از جنگل‌های منطقه هزارجریب شهرستان

تولید و بهینه‌سازی فرمولاسیون سس ازگیل با استفاده از شیر خرمالو

مستقل شیر خرمالو و نمک (جدول ۱) و تمام ویژگی‌ها به عنوان پاسخ در نظر گرفته شدند تا روند تغییرات ویژگی‌های مورد نظر با تغییر سطوح متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت به منظور تعیین بهترین شرایط از آن جا که اطلاعاتی در مورد شرایط بهینه این نوع سس در دست نبود از داده‌های مربوط به پذیرش کلی استفاده و ویژگی‌های بهینه تعیین و گزارش گردید.

جدول ۱- متغیرهای مستقل و سطوح آزمون

سطوح			
-۱	۰	+۱	
۱۰	۳۰	۵۰	خرمالو (%)
۱	۱/۷۵	۲/۵	نمک (%)

یافته‌ها

- ویسکوزیته

تاثیر شیر خرمالو و نمک بر ویسکوزیته سس ازگیل در شکل ۱ آورده شده است. مدل برازش شده برای نمایش ارتباط بین متغیرهای مستقل بر ویسکوزیته سس معادله درجه دوم (فرمول ۱) با ضریب تغییرات کمتر از یک و دقت بیش از ۴ بود ($R^2=0.99, adj R^2=0.99$).

فرمول ۱:

$$\text{Viscosity} = 96.91 + 0.06\text{Persimmon} - 0.02\text{Salt} - 0.01\text{Persimmon} \times \text{Salt} - 0.07\text{Persimmon}^2 + 0.22\text{Salt}^2$$

- بریکس

بریکس نمونه‌ها توسط دستگاه رفاکتومتر دستی (Atago, N-3000E، ژاپن) در دمای محیط مشخص گردید.

- pH

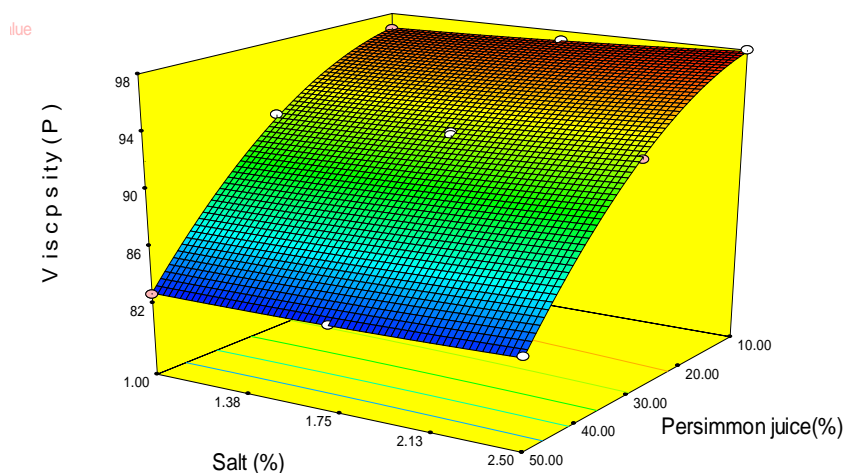
pH نمونه‌ها توسط متر دیجیتالی (Jenway، انگلستان) سنجش شد.

- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی از یک گروه ارزیاب ۲۰ نفره بهره گرفته شد. مهمترین خواص تعیین شده برای ارزیابی حسی سس رنگ، شکل ظاهری، طعم، بو، احساس دهانی و پذیرش کلی بود. برای هر کدام از این معیارها عددی بین صفر تا ۵ (بر روی خط ۵ سانتی‌متری) در نظر گرفته شد. عدد ۵ به نمونه‌ای تعلق گرفت که انتظارات گروه ارزیاب را به طور کامل تامین می‌کرد و عدد صفر به نمونه‌ای با حداقل انتظارات کیفی داده شد (نیک نیا و همکاران، ۱۳۸۹).

- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور بررسی ویژگی‌ها و بهینه‌سازی سس ازگیل از روش آماری سطح پاسخ، طرح مرکب مرکزی (CCD) با ۵ نقطه مرکزی و نرم افزار Expert Design (Version 7.1.5) استفاده شد. در این پژوهش، متغیرهای



شکل ۱- اثر شیر خرمالو و نمک بر ویسکوزیته سس ازگیل

- قوام

اثر مقدار خرمالو و نمک بر قوام مطابق معادله درجه یک (فرمول ۲) توجیه شد ($R^2=0.95, adj R^2=0.94, adeq precision>4$). نتایج نشان داد قوام سس ازگیل با افزایش مقدار شیره خرمالو کاهش یافت (شکل ۲).

فرمول ۲:

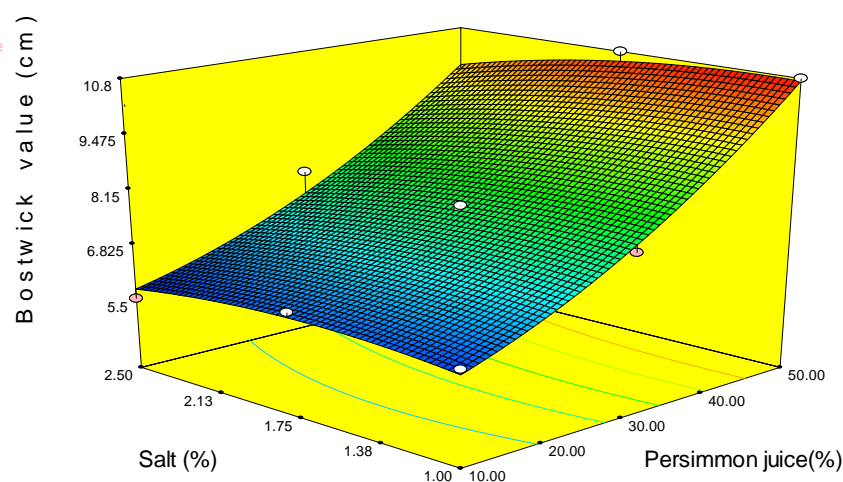
$$Consistency = 2.97 + 0.02Persimmon - 0.05Salt$$

- بریکس

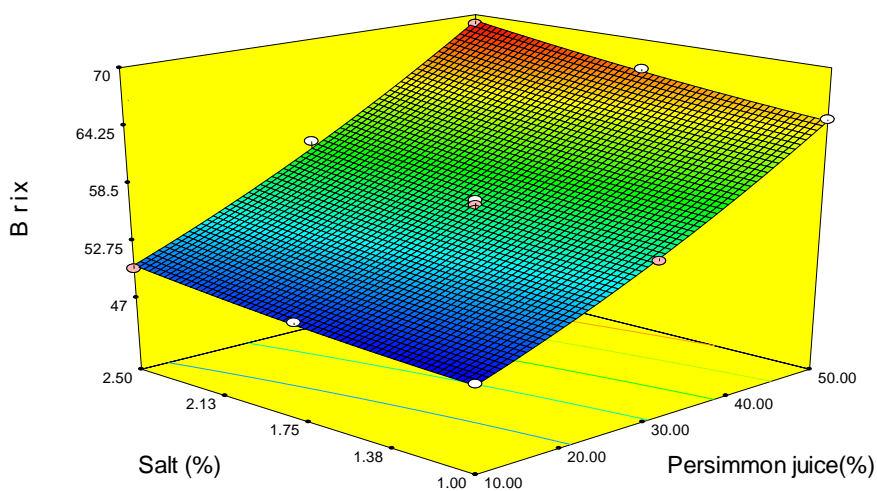
مدل پیشنهاد شده در تاثیر تغییر مقدار متغیرها بر بریکس سس ازگیل معادله‌ای درجه دو (فرمول ۳) بود ($R^2=0.99, adj R^2=0.99, adeq precision>4$). اثر ساده و اثر درجه دوم شیره خرمالو بر این پارامتر معنی‌دار بود. ($p<0.05$) در شکل ۳ نیز نتیجه اثر شیره خرمالو و نمک بر بریکس سس ازگیل آورده شده است.

فرمول ۳:

$$Brix = 45.13 + 0.23Persimmon - 0.76Salt + 0.03Persimmon \times Salt + 2.72Persimmon^2 + 0.60Salt^2$$



شکل ۲- اثر شیره خرمالو و نمک بر قوام سس ازگیل



شکل ۳- اثر شیره خرمالو و نمک بر بریکس سس ازگیل

تولید و بهینه‌سازی فرمولاسیون سس ازگیل با استفاده از شیر خرمالو

- ارزیابی حسی

پارامترهای مورد بررسی در این آزمایش رنگ، شکل ظاهری، طعم، بو، احساس دهانی و پذیرش کلی بود. داده‌های حاصل از رنگ، بو و شکل ظاهری اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) نداشتند و تمامی سس‌ها امتیاز بالاتر از ۳ یعنی متوسط از ارزیاب‌ها دریافت نمودند. بیشترین امتیاز رنگ، بو و شکل ظاهری به ترتیب ۳/۵، ۳/۷ و ۳/۷ بود. محدوده امتیاز طعم برای تمام نمونه‌ها بین ۲/۷ تا ۴/۳ بود.

جدول ۲- ضرایب دو مولفه اصلی بعد از چرخش

	۱	۲	۳
ویسکوزیته	۰/۹۷۶	۰/۱۰۴	۰/۱۸۶
قوام	-۰/۹۳۳	-۰/۱۵۱	-۰/۰۲
بریکس	-۰/۹۰۸	۰/۰۶۷	-۰/۴۱۴
طعم	۰/۱۳۵	۰/۹۶۹	۰/۱۸۶
رنگ	۰/۰۶۹	۰/۱۹۵	۰/۳۶
بو	-۰/۱۴۶	۰/۰۴۳	۰/۰۱۹
ظاهر	۰/۰۸۱	-۰/۱۸۸	-۰/۰۲۸
احساس دهانی	۰/۶۹۲	۰/۵۷۱	۰/۴۰۲
پذیرش کلی	۰/۱۲۲	۰/۹۶۷	۰/۲۱۷

- تجزیه به مولفه‌های اصلی

داده‌های جدول ۲، وزن نسبی هر متغیر را در دو جزء

اصلی ۱، ۲ و ۳ بعد از چرخش (عملیاتی برای تشخیص بهتر تفاوت‌ها) نشان می‌دهد.

در جدول ۳، میزان ارتباط پارامترهای حسی- توصیفی نشان داده شده است.

سهام ویژگی‌های حسی- توصیفی اندازه‌گیری شده با روش PCA^۱ در شکل ۴ نشان داده شده است.

- pH

pH نمونه‌های سس ۴/۳-۴ بوده است. نتایج بررسی تغییرات pH حاکی از آن بود که اثر مقدار خرمالو و نمک بر روی تغییرات pH معنی‌دار نبوده است.

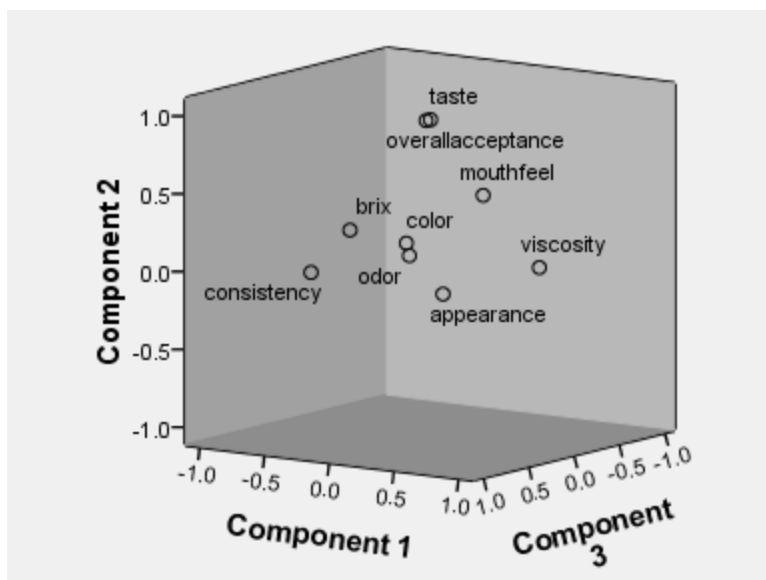
- بهینه‌سازی

پس از بررسی اثر متغیرهای مستقل بر ویژگی‌های مورد ارزیابی، بهینه‌سازی برای دست‌یابی به مقادیری از متغیر مستقل با بهترین شرایط کیفی انجام شد. برای بهینه‌سازی از امتیازات پذیرش کلی گروه ارزیاب استفاده شد. فرمول بهینه نتایج به روش پاسخ سطح نشان داد که بهترین سس در مقدار ۳۰/۱۷ درصد شیر خرمالو به همراه ۱ درصد نمک حاصل گردید (شکل ۵). ویسکوزیته سس بهینه (P) ۹۳، عدد بوستویک (۷/۳) و درجه بریکس ۴۹ و پذیرش کلی این سس ۴/۸ بود.

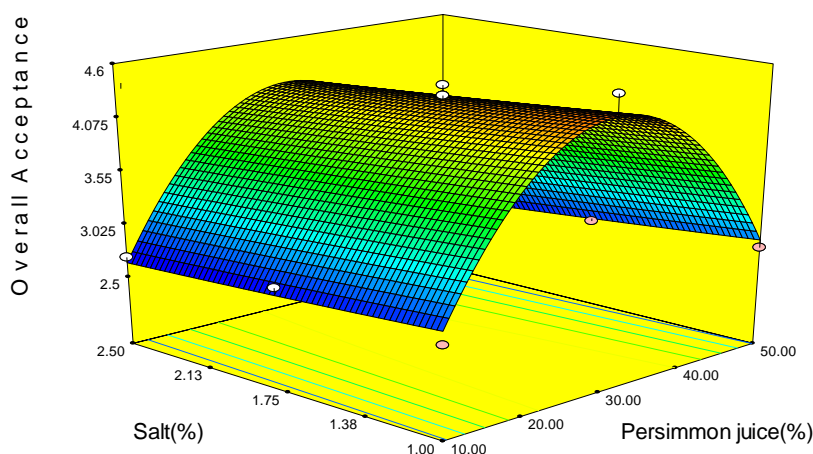
جدول ۳- میزان همبستگی پارامترهای مورد بررسی

ویسکوزیته	قوام	بریکس	طعم	رنگ	بو	ظاهر	احساس دهانی	پذیرش کلی
۱								
قوام	۱							
بریکس	-۰/۹۱۵	۱						
طعم	-۰/۹۵۵	۰/۸۴۹	۱					
رنگ	-۰/۲۶۶	-۰/۲۸۴	-۰/۱۳۵	۱				
بو	-۰/۱۳۳	-۰/۲۵۵	-۰/۲۰۴	۰/۲۵۷	۱			
ظاهر	-۰/۱۵۵	-۰/۰۱۴	۰/۱۲۳	۰/۰۴۸	۰/۴۱۶	۱		
احساس دهانی	-۰/۰۷۲	۰/۰۸	-۰/۰۷	-۰/۱۵۲	-۰/۴۳۳	-۰/۴۳۳	۱	
پذیرش کلی	-۰/۸۰۴	-۰/۷۸۳	-۰/۷۵۸	۰/۷۱۸	۰/۳۹۲	-۰/۰۲۷	-۰/۱۵۲	۱
	۰/۲۶	-۰/۲۶۱	-۰/۱۳۵	۰/۹۹۲	۰/۲۷	۰/۰۱۸	-۰/۱۸	۰/۷۲۱

^۱ Principal Component Analysis



شکل ۴- سهم مقادیر ویژه در مولفه های اصلی



شکل ۵- اثر مقدار نمک و شیره خرمالو بر پذیرش کلی

بحث

آنالیز واریانس داده‌ها در سطح ۹۵ درصد معنی‌داری نشان داد تغییر مقدار خرمالو اثر معنی‌داری بر ویسکوزیته سس داشت (شکل ۱). با افزایش مقدار خرمالو ویسکوزیته کاهش یافت. اثر نمک در سطوح استفاده شده در این آزمون بر ویسکوزیته معنی‌دار ($p < 0.05$) نبود. در یک پژوهش دیگر نیز مشاهده شد که سیالیت سس وابستگی مستقیم به فرمولاسیون سس دارد (Sahin and Ozdemir, 2004). نتایج پژوهش این محققین نشان داد که کمترین ویسکوزیته در کمترین قوام سس (۵/۱۲ درصد) مشاهده می‌شود.

آنالیز آماری داده‌ها نشان داد اثر ساده خرمالو بر قوام معنی‌دار و مقدار نمک اثر معنی‌داری بر پارامتر قوام نداشت ($p < 0.05$). براساس داده‌های حاصل از قوام‌سنج هرچه قوام سس بیشتر باشد، عدد بوستویک کوچکتر است. نتایج تحقیقی نشان داد که افزایش مقدار شکر در فرمولاسیون منجر به کاهش مقدار عدد بوستویک و به عبارت دیگر افزایش قوام نمونه‌های سس کچاپ گردید (Sahin and Ozdemir, 2004). این پژوهشگران عدد بوستویک را برای سه فرمول مختلف سس کچاپ بین ۳/۸۷ تا ۸/۷۹ گزارش کردند. در پژوهشی دیگر در بررسی خصوصیات رئولوژیک سس کچاپ، میزان قوام نمونه کنترلی ۶/۹۳

تولید و بهینه‌سازی فرمولاسیون سس ازگیل با استفاده از شیر خرمالو

گزارش شد (مصباحی و همکاران، ۱۳۸۷).

با افزایش مقدار شیر خرمالو بریکس افزایش یافت. احتمالاً علت آن بالاتر بودن مواد جامد محلول (قندها) شیر خرمالو نسبت به رب ازگیل می‌باشد. افزایش مقدار نمک نیز باعث افزایش معنی‌دار ($p < 0.05$) بریکس گردید. به طور کلی نمونه‌هایی که حاوی ۳۰ درصد شیر خرمالو بودند طعم بهتری داشتند. در نمونه‌هایی که شیر خرمالو در مقادیر کمتر یا بیشتر استفاده شد، به دلیل تأثیری که آن بر میزان شیرینی داشت باعث تغییر معنی‌دار امتیازات طعم شد. که این باعث تغییر در احساس دهانی و پذیرش کلی نمونه‌ها شد. شیر خرمالو به دلیل ویسکوزیته پایین روی امتیازات احساس دهانی و پذیرش کلی نمونه‌ها تأثیرگذار بود. پذیرش کلی در نمونه‌هایی که از شیر خرمالو به میزان ۳۰ درصد استفاده شد نسبت به سایر نمونه‌ها بالاتر بود. نمک نیز تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی نداشت.

با استفاده از ضرایب دو مولفه اصلی بعد از چرخش، امتیاز اجزای اصلی در ارزیابی حسی نمونه‌های مورد آزمون تخمین زده شد. هر چه میزان قدر مطلق این ضرایب بیشتر باشد، خصوصیات اندازه‌گیری شده اهمیت بیشتری در ساختن جزء اصلی مورد نظر داشته است (یگانه زاد، ۱۳۹۱). بنابراین ویسکوزیته، قوام و بریکس مهم‌ترین اجزای مؤثر در عامل اول، و طعم و پذیرش کلی مهم‌ترین جز در عامل دوم می‌باشد (یگانه زاد، ۱۳۹۱). از تجزیه به مولفه‌های اصلی برای آنالیز پارامترهای حسی - توصیفی و یافتن عوامل اصلی و بررسی رابطه بین عوامل اصلی و پذیرش کلی در شکلات شیری استفاده کرد. Clegg و Kilcast (۲۰۰۲) در یک تحقیق، با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی روابط بین پارامترهای حسی و فیزیکی را در موس شکلات بررسی شد. در مطالعه‌ای دیگر، همبستگی بین پارامترهای حسی موس شکلات را با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی تعیین گردید (میرعرب رضی و همکاران، ۱۳۹۳). بالا بودن ضریب همبستگی بین دو پارامتر (در جدول ۳) بیانگر بالا بودن ارتباط بین دو پارامتر می‌باشد. نتایج نشان داد که همبستگی بالایی بین قوام، ویسکوزیته و بریکس و تمام این پارامترها با احساس دهانی وجود داشت. همچنین همبستگی بالایی بین داده‌های پذیرش کلی و احساس دهانی مشاهده شد.

در خصوص سهم مقادیر ویژه در مولفه‌های اصلی (شکل ۴)، گزارش شده است که نقاط نزدیک در نمودار نشان دهنده ارتباط بیشتر پارامترها می‌باشد (Kopuzlu *et al.*, 2011). به عنوان مثال پارامترهای پوشش دهانی، سرعت ذوب، شیرینی و نرمی رابطه نزدیکی با یکدیگر دارند. در تحقیق دیگری از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی برای ارتباط ویژگی‌های بافتی دو نوع گوشت استفاده گردید و نتایج این تحقیق نشان داد که این تکنیک می‌تواند کاربرد صنعتی داشته باشد (Probola and Zander, 2007). در پژوهش دیگری، به منظور بررسی ویژگی‌های حسی و روابط پنهان بین آنها در پوره طالبی از روش تحلیل مؤلفه اصلی استفاده گردید و نتایج این تحقیق نشان داد که از میان ۱۶ صفت حسی تعریف شده برای ارزیابی حسی ژل مک طالبی، مهم‌ترین و مؤثرترین آن‌ها بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی، شدت رنگ، طعم، سختی و لاستیکی بودن بافت نمونه‌ها بود (خلیلیان و همکاران، ۱۳۹۰).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق از شیر خرمالو به عنوان شیرین‌کننده و از نمک به عنوان تعدیل‌کننده طعم به عنوان متغیر مستقل در فرمولاسیون استفاده شد و در نهایت پس از بررسی ویژگی‌های فرمولاسیون‌های مختلف فرمول بهینه تعیین گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش مقدار شیر خرمالو ویسکوزیته سس کاهش و مقدار نمک تأثیر معنی‌دار ($p < 0.05$) بر ویسکوزیته نداشت. با افزایش مقدار شیر خرمالو قوام سس کاهش و بریکس آن افزایش یافت. داده‌های حاصل از آنالیز حسی اختلاف معنی‌داری بین رنگ، بو و شکل ظاهری نمونه‌های سس نشان نداد. نمونه‌های حاوی ۳۰ درصد شیر خرمالو نسبت به سایر نمونه‌ها امتیاز پذیرش کلی بالاتری دریافت نمودند. بهترین فرمول سس با پذیرش کلی ۴/۸ در مقدار ۳۰/۱۷ شیر خرمالو و ۱ درصد نمک حاصل گردید.

منابع

داراب زاده، ن.، فرحناکی، ع.، مجذوبی، م. و مصباحی، غ. (۱۳۹۱). مقایسه رفتار صمغ دانه خرنوب محلی ایران با صمغ دانه خرنوب تجاری و کتیرا در فرمولاسیون سس

Deng, J. & Cao, W. (2014). Antioxidant activities and phenolic compounds of date plum persimmon (*Diospyros lotus* L.) fruits. *Journal of food science and technology*, 51, 950-956.

Jiménez-Sánchez, C., Lozano-Sánchez, J., Marti, N., Saura, D., Valero, M. & Segura-Carretero, A. (2015). Characterization of polyphenols, sugars, and other polar compounds in persimmon juices produced under different technologies and their assessment in terms of compositional variations. *Food chemistry*, 182, 282-291.

Kim, S. H., Youn, D. K., No, H. K., Choi, S. W. & Prinyawiwatkul, W. (2009). Effects of chitosan coating and storage position on quality and shelf life of eggs. *International journal of food science and technology*, 44, 1351-1359.

Kilcast, D. & Clegg, S. (2002). Sensory perception of creaminess and its relationship with food structure. *Food quality and preference*, 13(7): 609-623

Kopuzlu, S., Onenc, A., Bilgin, O. & Esenbuga, N. (2011). Determination of meat quality through principal components analysis. *The Journal of animal and plant sciences*, 21, 151-156.

Nwabueze, T. U. (2010). Review article: Basic steps in adapting response surface methodology as mathematical modelling for bioprocess optimisation in the food systems. *International journal of food science and technology*, 45, 1768-1776.

Probola, G. & Zander, L. (2007). Application of PCA method for characterisation of textural properties of selected ready-to-eat meat products. *Journal of food engineering*, 83, 93-98.

Rauf, A., Uddin, G., Siddiqui, B. S., Muhammad, N. & Khan, H. (2014). Antipyretic and antinociceptive activity of *Diospyros lotus* L. in animals. *Asian pacific journal of tropical biomedicine*, 4, S382-S386.

Selcuk, N. & Erkan, M. (2015). The effects of 1-MCP treatment on fruit quality of medlar fruit (*Mespilus germanica* L. cv. Istanbul) during long term storage in the palliflex storage system. *Postharvest biology and technology*, 100, 81-90.

Sahin, H. & Ozdemir, F. (2004). Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups.

کچاپ. نشریه پژوهش های صنایع غذایی، جلد ۲۲، شماره ۲، صفحات ۱۲۱-۱۱۳.

خلیلیان، ص.، شهیدی، ف.، الهی، م. و محبی، م. (۱۳۸۹). بررسی فرمولاسیون فرآورده میوه ای نوین از پوره طالبی (ژل مک) با استفاده از روش های سطح پاسخ (RSM) و تحلیل مؤلفه اصلی (PCA). *مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، جلد دوم، شماره اول، صفحات ۵۴-۴۱.

مصباحی، غ.، عباسی، ا.، جمالیان، ج. و فرحناکی، ع. (۱۳۸۷). افزودن پوست و دانه گوجه فرنگی به سس کچاپ به منظور بهبود ارزش غذایی و خصوصیات رئولوژیک آن. *مجله علوم آب و خاک- علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، دانشگاه اصفهان، جلد ۱۳، شماره ۴۷، صفحات ۸۲-۶۹.

میرعرب رضی، س.، محبی، م.، حداد خداپرست، م.، کوچکی، آ. (۱۳۹۳). مقایسه برخی ویژگی های حسی، فیزیکی و بافتی دسر شکلاتی حاوی مقادیر مختلف پروتئین های آلبومین، سدیم کازئینات و کنسانتره آب پنیر. *نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، سال ۱۳۹۳، جلد ۳، شماره ۴، صفحات ۳۷۵-۳۸۸.

نیک نیا، س.، رضوی، س.، کوچکی، آ و نایب زاده، ک. (۱۳۸۹). تأثیر کاربرد صمغ دانه ریحان و دانه مرو بر ویژگی های حسی و پایداری سس مایونز. *مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی*. جلد دوم، شماره دوم، صفحات ۷۹-۶۱.

یگانه زاد، س. (۱۳۹۱). بهینه سازی فرمولاسیون و تولید شکلات شیری پروبایوتیک غنی شده با پروتئین سویا. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

Ayaz, F., Demir, O., Torun, H., Kolcuoglu, Y. & Colak, A. (2008). Characterization of polyphenoloxidase (PPO) and total phenolic contents in medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit during ripening and over ripening. *Food chemistry*, 106, 291-298.

Bursal, E. & Gülçin, İ. (2011). Polyphenol contents and in vitro antioxidant activities of lyophilised aqueous extract of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Food research international*, 44, 1482-1489.

Gao, H., Cheng, N., Zhou, J., Wang, B.,

Food hydrocolloids, 18(6), 1015-1022.
Tabatabaei-Yazdi, F., Alizadeh-Behbahani,
B. & Zanganeh, H. (2015). The comparison

among antibacterial activity of mespilus
germanica extracts and number of common
therapeutic antibiotics "In Vitro".