بهینه‌سازی فرمولاسیون بستنی گیاهی بر پایه شیر بادام درختی و روغن فندق

مینو رمضانی [a]، سارا جعفریان [b*]، محمد احمدی [c]، لیلا روزبه نصیرایی [b]

[a] دانشجوی دکترای گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران
[b] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران
[c] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آیت اله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۰۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۰۴
https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1401.19.3.8.3 DOI: 10.30495/JFTN.2022.64011.11162

چکیده

مقدمه: بستنی یکی از دسرهای لبنی پرطرفدار است که با توجه به پرکالری بودن، وجود چربی و لاکتوز شیر موجود در آن، بسیاری از افراد آن را کنار می‌زنند. استفاده از فرآورده‌های گیاهی به‌عنوان منابع تأمین‌کننده پروتئین و چربی گیاهی در بستنی علاوه برافزودن خواص مفید تغذیه‌ای و سلامت بخشی ترکیبات گیاهی به بستنی، باعث تولید محصولات جدید فراسودمند می‌شود. هدف از این پژوهش، بهینه‌سازی فرمولاسیون بستنی فراسودمند بر پایه شیر بادام درختی، روغن فندق و شیره انگور است.

مواد و روش‌ها: برای این منظور بر اساس فرمولاسیون بستنی و بر پایه بیشترین سطح پاسخ، تیمار بندی انجام شد. متغیرهای مستقل شامل درصد روغن فندق (۲۰-۰)، درصد شیر بادام (۱۰۰-۳۰) و درصد شیره انگور (۵۰-۰) و متغیرهای پاسخ شامل؛ نقطه ذوب، افزایش حجم، ویسکوزیته و پذیرش کلی بود. رابطه عملکردی بین پارامترهای مؤثر بر فرمولاسیون بستنی با استفاده از طرح آزمایشی باکس بنکن تعیین شد.

یافته‌ها: در این مطالعه هدف از بهینه‌یابی دستیابی به بالاترین درصد حجم‌افزایی و بیشترین مقاومت به ذوب و ویسکوزیته است که از شاخص‌های کیفی مهم بستنی در میزان پذیرش مصرف‌کنندگان می‌باشد. بر اساس مدل‌های انتخاب‌شده، فرمولاسیون بهینه انتخابی توسط نرم‌افزار شامل ۱۰/۵۷٪ روغن فندق، ۶۳/۲۶٪ شیر بادام و ۲۵/۸۱٪ شیره انگور بود.

نتیجه‌گیری: حضور شیر بادام، شیره انگور و روغن فندق در فرمول بستنی موجب بهبود خواص تأثیرگذار نظیر سفتی بافت، افزایش حجم و مقاومت به ذوب بستنی در ارتقاء بازارپسندی و پذیرش محصول توسط مصرف‌کنندگان گردید. شیر بادام با افزایش ویسکوزیته و میزان پروتئین بالا باعث حجم‌افزایی و کاهش نقطه ذوب شد. با افزودن شیره انگور و روغن فندق میزان پذیرش کلی سطح بالاتری داشت. درنتیجه این ترکیبات گیاهی با داشتن خواص مفید تغذیه ای و سلامتی بخش می توانند در فرمولاسیون بستنی استفاده شده و با حفظ خواص بافتی و ذوب بستنی منجر به تولید محصولی فراسودمند گردند.

واژه‌های کلیدی: *حجم افزایی، روغن فندق، شیر بادام، مقاومت به ذوب، ویسکوزیته*

* نویسنده مسئول مکاتبات
email: drsjafarian@yahoo.com

مقدمه

روند تغذیه‌ای صنعت غذا در سال‌های اخیر موجب ایجاد چالش‌های جدیدی در زمینه طراحی فرمولاسیون محصولات غذایی جدید و با خواص دارویی، فراسودمند[1]، کم‌چرب، کم‌کالری، پروبیوتیک[2]، پری بیوتیک[3] و سین بیوتیک[4] شده است. به‌عبارت‌دیگر امروزه مصرف‌کنندگان غذاهایی را ترجیح می‌دهند که، علاوه بر ایمن بودن، برای آن‌ها منافع تغذیه‌ای نیز داشته باشد (Jajuseputra & Widystati, 2017). امروزه افزایش چربی و کلسترول خون، بیماری قلبی و عروقی و سندروم متابولیک باعث شده است که مردم علاقه کمتری به مصرف غذاهای چرب اشباع داشته باشند (Ogden *et al*., 2006). علاوه بر کلسترول بالا مشکل عدم تحمل لاکتوز باعث محدودیت در مصرف لبنیات می‌شود (Tantipaiblovent & Soontoorensophan, 2012). بستنی مخلوط منجمدی از ترکیب اجزاء شیر، مواد شیرین‌کننده، پایدارکننده، امولسیفایر و مواد مولد عطروطعم هست. بستنی یک منبع عالی انرژی است و یک خوراکی مناسب و مطلوب برای رشد کودکان و افرادی که نیاز به افزایش وزن‌دارند، محسوب می‌شود (Kamaran, 2014). استفاده از فرآورده‌های گیاهی، مانند؛ شیر گیاهی، به‌عنوان منابع تأمین‌کننده پروتئین و چربی گیاهی در بستنی، علاوه برافزایش خواص مفید تغذیه‌ای و سلامتی بخشی ترکیبات گیاهی به بستنی، باعث تولید محصولات جدید با مشخصات ویژه خود مانند محصولات بدون لاکتوز می‌شوند، که می‌تواند برای مصرف‌کنندگان جذاب و مفید باشد (Razavi *et al*., 2018). شیر بادام منبع غنی از پروتئین بوده و فاقد کلسترول است. برخلاف شیر فاقد اسیدهای چرب اشباع، کلسترول و لاکتوز هست. شیر بادام حاوی آلفاتوکوفرول‌ها ترکیبات فلاوونوئیدی و اجزای فنولیک است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارد. ازاین‌رو، جایگزین مناسبی برای شیر و چربی در بستنی است (Nadeem & Abdollah, 2010). روغن فندق به دلیل داشتن ترکیبات چربی، پروتئین، کربوهیدرات، ویتامین E، مواد معدنی، فیبرهای رژیمی، فیتوسترول (بتاسیتوسترول) و آنتی اکسیدان‌های فنولیک مثل فلاوان، ازنظر مواد مغذی و سلامتی حائز اهمیت است. (pourfarzad & Mehrpour, 2017). از شیرین‌کننده‌های بستنی می‌توان به ساکارز حاصل از نیشکر و چغندرقند، شکر سرخ، مالتوز، قند اینورت[5]، فروکتوز و شیرین‌کننده حاصل از ذرت اشاره کرد. با تمام فوایدی که ساکارز به‌عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی با ویژگی عملکردی ممتاز دارد اما؛ به خاطر مسائل اقتصادی و اثرات نامطلوب ساکارز، همواره پژوهش‌هایی جهت جایگزینی شیرین‌کننده مناسب در حال انجام است. شیره انگور درواقع همان آب انگور تخمیر نشده، اما تغلیظ شده است که به‌عنوان یک شیرین‌کننده استفاده می‌شود. شیره انگور حاوی مقادیر بالایی قند طبیعی، مواد معدنی، اسیدهای آلی و عوامل آنتی‌اکسیدانی است، همچنین شیره انگور، حاوی قند مونو ساکارید بوده که جایگزین مناسبی به‌جای شکر است (Goff & Sahagian, 1996). در بررسی پژوهش‌های مختلف به جایگزینی منابع گیاهی برای تولید بستنی گیاهی پرداخته‌شده است در این زمینه، گون و همکاران در سال ۲۰۱۸، به تأثیر استفاده از انواع چربی‌های گیاهی با نسبت‌های مختلف پرداختند. در این پژوهش از روغن‌زیتون و فندق و چربی شیر به‌عنوان شاهد در نظر گرفته‌شده است و ویژگی‌های حسی، فیزیکی، افزایش حجم، مواد جامد کل، اسیدهای چرب آزاد موردبررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد، نمونه حاوی ۵۰ درصد چربی فندق و ۵۰ درصد زیتون، بالاترین امتیاز را داشت و استفاده از چربی‌های گیاهی تأثیر مطلوبی در ویژگی‌های بستنی داشت (Guven *et al*., 2018)

Samereen و همکاران در سال ۲۰۱۵، به آماده‌سازی و بررسی ویژگی بستنی غیر لبنی بر پایه شیر سویا پرداختند که، از شیر سویای تجاری و شیر سویای ارگانیک محلی به همراه صمغ گوار و میزان پروتئین، چربی، اسیدیته خاکستر و مواد جامد استفاده و سپس محلول را بررسی نمودند و دریافتند که استفاده از شیر سویا به‌جای شیر نتایج قابل قبولی داشته است و موفقیت‌آمیز بود و ازنظر نقطه ذوب، حجم دهی، ویژگی حسی مطلوب بود و به‌عنوان یک دسر باارزش اقتصادی معرفی شد. Razavi و همکاران در سال ۲۰۱۸ به بهینه‌سازی فرمولاسیون بستنی گیاهی بر پایه شیر سویا، شیر کنجد و مقایسه ویژگی آن با بستنی معمولی پرداختند و به نتیجه مطلوبی رسیدند که بستنی گیاهی

[1] Functional [2] Probiotic [3] Functional [4] Sinboitic [5] Invert Sugar

کیفیت مطلوبی نسبت به بستنی معمولی داشت و شکل گرفتگی عروق، عدم تحمل لاکتوز را برطرف می‌کند. برای فرمولاسیون دقیق آن ۳ پارامتر ظاهری الاستیسیته، قوام و بافتی را بررسی کردند؛ و پارامترهای pH، چربی، پروتئین، وزن مخصوص ویژگی رئولوژیکی، رنگ جنس و ارزیابی حسی انجام شد. Akbarian و همکاران در سال ۲۰۱۴ به بررسی تأثیر جایگزینی شکر با شیره انگور بر ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی و حسی بستنی وانیلی پرداختند و شیره انگور به‌جای شکر در ۵ سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد اضافه شد. نتایج نشان داده‌شده با افزایش میزان جایگزینی به‌طور معنی‌داری ویسکوزیته افزایش و میزان افزایش حجم و سرعت ذوب شدن بستنی کاهش یافت. هم‌چنین افزودن شیره انگور میزان اسیدیته را افزایش داد و افزودن شیره انگور در سطح ۵۰ درصد بالاترین سطح پذیرش را در آزمون‌های حسی داشت. بستنی یکی از دسرهای لبنی پرطرفدار است که با توجه به پرکالری بودن، وجود چربی و لاکتوز موجود در شیر آن بسیاری از افراد آن را کنار می‌زنند به‌ویژه کودکانی که از مشکل عدم تحمل لاکتوز رنج می‌برند و از خوردن بستنی محروم هستند. به کمک فرمولاسیون بستنی بر پایه منابع گیاهی می‌توان یک محصول کاملاً فراسودمند تولید کرد. با تولید محصولات فراسودمند علاوه بر تأمین مواد غذایی پایه برای تمام اقشار جامعه، می‌توان سطح سلامت جامعه را نیز افزایش داد (Ervina *et al*., 2017). لذا هدف اصلی این پژوهش بهینه‌سازی یک فرمولاسیون مناسب بستنی گیاهی فراسودمند بر پایه شیر بادام و چربی بادام و فندق و جایگزینی شکر با شیره انگور است.

مواد و روش‌ها

- مواد

در این پژوهش بادام درختی بومی ایران از رقم سنگی مامایی، روغن فندق؛ از فندق بومی ایران رقم گرد اشکورات از کارخانه کشت و صنعت فراوری فندق طلای سرخ واقع در اشکورات رحیم‌آباد شهرستان رودسر، شیره انگوری که؛ از انگور عسگری تاکستان، ثعلب و وانیل نیز از فروشگاه معتبر تهیه شد.

- روش تولید شیر بادام درختی

مغز بادام درختی بومی ایران که از رقم سنگی مامایی است تهیه شد. ۲۵۰ گرم بادام درختی را به مدت ۱۲-۲۴ ساعت در آب خیسانده تا نرم‌تر شده و آب‌کشی گردید. سپس به همراه ۱ لیتر آب در مخلوط‌کن (کرون[1]، ساخت آلمان) ریخته و به مدت ۲ الی ۴ دقیقه مخلوط شد تا مخلوط سفیدرنگی به دست آید سپس از یک صافی رد گردید تا ماده یکنواختی حاصل شود که همان شیر بادام است (Zaidan & Tamimi, 2016).

- تهیه بستنی

فرمولاسیون بستنی شامل ۱۰ درصد چربی، ۱۵ درصد شکر، ۱۱ درصد ماده جامد بدون چربی، ۰٫۵ درصد پایدارکننده و ۰/۱ درصد وانیل (مطابق با استاندارد فرمولاسیون پایه بستنی لبنی) بوده که، در اینجا براساس بیشترین سطح پاسخ تیماربندی شدند. مواد موردنیاز که شامل؛ شیر بادام درختی، شیره انگور، وانیل، پایدار کنند (ثعلب) و روغن فندق توزین شد. در این پژوهش متغیرهای مستقل شامل؛ سطوح مختلف روغن فندق (۲۰-۰)، شیر بادام (۱۰۰-۳۰) و شیره انگور (۵۰-۰) و متغیرهای پاسخ، شامل؛ نقطه ذوب، افزایش حجم، پذیرش کلی و ویسکوزیته است. رابطه عملکردی بین پارامترهای مؤثر بر فرمولاسیون بستنی از طریق نرم‌افزار Design Expert10 با استفاده از طرح آزمایشی باکس بنکن (BBD)[2] تعیین شد. شیر بادام و روغن فندق توزین شده به کمک هم‌زن (مدل فلر[3]، ساخت آلمان) به‌خوبی یکنواخت گردید، به‌جز نمونه شاهد، به بقیه نمونه‌ها، شیره انگورتوزین شده است. همچنین در این مرحله به مخلوط، شیر بادام و روغن فندق اضافه‌شد و تا دمای ۴۰ درجه روی حرارت گاز قرارگرفته و کنترل گردید. سپس مواد دیگر به آهستگی اضافه شد. این مخلوط مجدداً توسط همزن به‌خوبی مخلوط گردید و در دمای ۸۰ درجه به مدت ۱ دقیقه به‌طور غیرمستقیم روی ظرف آب جوش پاستوریزه شد و به کمک مخلوط یخ و نمک تا دمای ۵ درجه سرد شده و بعد از آن، جهت رسیدن مخلوط در دمای یخچال به مدت ۴ ساعت قرار داده شد. بعد از این مدت از یخچال خارج‌شده و وانیل به آن اضافه

[1] Crown [2] Box-Behnken [3] Feller

شد و در بستنی‌ساز (مدل تکنو[1]) به مدت ۲۵ دقیقه منجمد شده و سپس کدگذاری شد و جهت انجام آزمون‌ها بر روی فرمول‌های به‌دست‌آمده در فریزر ۱۸- درجه قرار گرفت (Jajuseputra & Widystati, 2017).

- آزمون‌های مورد بررسی

- مقاومت به ذوب[2]

برای این منظور مقدار ۳۰ گرم از بستنی بعد از سخت شدن در یک قیف بوخنر ریخته و روی دهانه یک ارلن مایر ۵۰۰ میلی‌لیتری قرار داده شد؛ و نمونه را به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار داده و بعدازاین مدت وزن بستنی ذوب‌شده اندازه‌گیری شده و درصد مقاومت به ذوب از رابطه زیر محاسبه شد (Mehdian Sabri *et al.*, 2011).

۱۰۰× وزن نمونه بستنی /(وزن نمونه بستنی – وزن نمونه ذوب‌شده) = درصد مقاومت به ذوب

- حجم‌افزایی[3]

ضریب افزایش حجم بستنی از طریق توزین حجم مشخصی از بستنی قبل و بعد از مرحله انجماد و محاسبه درصد اختلاف آن‌ها بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (Pon & Lee, 2015).

$$\text{Overrun:}\frac{\text{حجم مایع اولیه}-\text{حجم کف}}{\text{حجم مایع}}\times 100 \qquad (۱)$$

w_1: وزن ظرف خالی

w_2: وزن ظرف و مخلوط بستنی

w_3: وزن ظرف و بستنی

- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های بستنی یک روز بعد از نگه‌داری در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد و توسط ۱۰ فرد آموزش‌دیده به‌منظور انتخاب بهترین بستنی ازنظر حسی انجام شد. در این آزمون ارزیابی حسی بر اساس یک طرح ارزیابی ۵ نمره‌ای[4] انجام شد. صفات موردبررسی شامل طعم و مزه، پیکره و بافت، ظاهر و پذیرش کلی بود (Habibi & Khodaeian Chegini, 2015).

- ویسکوزیته

مخلوط بستنی قبل از انجماد و پس از مرحله رساندن توسط دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (Brookfild, DVII, USA) در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. حجم ظرف مورد استفاده ۲۵۰ سی‌سی بود و کنترل دما به کمک مخلوط آب و یخ انجام گرفت. بعد از آزمایشات مقدماتی، اسپیندل شماره ۶ به‌عنوان مناسب‌ترین اسپیندل انتخاب شد. اندازه‌گیری ویسکوزیته در ۱۰۰ دور در دقیقه انجام شد (Ashour Mohammadi & Hosseini Qaboos, 2019).

- تجزیه و تحلیل آماری

برای بهینه‌سازی فرمولاسیون بستنی گیاهی بر پایه شیر بادام، روغن فندق و شیره انگور از نرم‌افزار Design Expert، روش سطح پاسخ استفاده‌شده و بهترین نسبت‌ها به دست آمد. سپس در ادامه داده‌های به‌دست‌آمده این مطالعه بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 مورد تجزیه وتحلیل آماری قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح آماری استفاده شد.

یافته‌ها

در این مطالعه از روش بهینه‌سازی برای تعیین نقطه بهینه فرمولاسیون استفاده‌شده است. تعداد آزمون‌های طراحی‌شده توسط نرم‌افزار و تأثیر سهم متغیر شیره انگور، شیر بادام و روغن فندق، بر روی پاسخ‌ها با استفاده از طرح BBD در جدول ۱ آورده شده است:

اعتبار مدل با مقایسه مقادیر تجربی و پیش‌بینی فرمولاسیون تعیین گردید. برای تأیید نتایج، آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد. تأثیر چهار متغیر پذیرش کلی، حجم‌افزایی، مقاومت به ذوب و ویسکوزیته بر روی پاسخ‌ها با استفاده از طرح آی‌اپتیمال و مدل‌های انتخاب‌شده در جدول ۲ بررسی‌شده است. پس از تجزیه داده‌ها جهت تعیین بهترین مدل پیشنهادی از میان مدل‌های موجود با توجه به جدول تجزیه واریانسی، مدلی که مقدار مجموع مربعات آن دارای اختلاف معنی‌دار باشد و مقدار عدم برازش آن معنی‌دار

[2] Techno [2] Melting Resistence [3] Overrun [4] Five- Point Hedonic Scale

نشود به‌عنوان بهترین مدل انتخاب شد. لذا پس از بررسی نتایج به‌دست‌آمده و مقایسه مدل‌های رگرسیونی نتایج حاکی از آن بود که مدل Quartic برای بررسی تأثیر متغیرهای مستقل بر میزان هر چهار پاسخ پذیرش کلی، میزان حجم‌افزایی، میزان مقاومت به ذوب و ویسکوزیته، انتخاب‌شده که دارای اختلاف معنی‌دار آماری با سایر مدل‌ها بوده‌اند. معادلات رگرسیونی به شرح ذیل می‌باشند:

$$\text{Melting point} = +87.80867 + 0.258929\,X1 + 0.193571\,X2 + 0.152041X3 + 0.001000X1X2 + 0.004286X1X3 + 0.001714X2X3 - 0.021250X1^2 - 0.005800\,X2^2 - 0.001939X3^2$$

$$\text{Over run} = -1.28041 + 1.16841\,X1 + 0.265786X2 + 0.386872X3 + 0.002450X1X2 + 0.000257X1X3 + 0.001077X2X3 - 0.056250\,X1^2 - 0.005916X2^2 - 0.003359X3^2$$

$$\text{Total accept} = -1.30867 + 0.325000X1 + 0.056429X2 + 0.108673X3 - 5.04638E{-}18X1X2 + 3.22633E{-}19X1X3 + 0.000286X2X3 - 0.013750X1^2 - 0.001000X2^2 - 0.000918X3^2$$

$$\text{Viscosity} = +0.205000 + 0.010286X1 + 0.003807X2 + 0.003607X3 - 0.000030X1X2 + 7.14286X1X3 + 0.000011X2X3 - 0.000675X1^2 - 0.000056X2^2 - 0.000029X3^2$$

جدول ۱- طراحی آزمایش باکس بنکن و پاسخ آزمون‌ها

Table 1- Benken box test design and test answers

Test answers				Evaluation factors			
viscosity	General acceptance	overrun	Melting	Percentage of almond milk	Percentage of grape juice	Percentage of hazelnut oil	number
.043	5	21/21	97	65	20	10	1
0.39	4	15/11	90	30	50	10	2
0.43	5	21/21	97	65	20	10	3
0.3	3	13/11	93	30	0	10	4
0.43	5	21/21	97	65	25	10	5
0.43	5	21/21	97	65	25	10	6
0.36	2	11/97	94	30	25	0	7
0.3	3	11/15	94	100	25	20	8
0.31	2	9/8	89	100	0	10	9
0.28	3	12/12	92	65	0	20	10
0.29	3	12/2	92	30	25	20	11
0.3	4	16/1	95	65	50	20	12
0.34	2	8/9	88	65	0	0	13
.036	2	10/56	90	100	25	0	14
0.44	4	15/38	92	100	50	10	15
0.43	5	21/21	97	65	25	10	16
0.39	3	10/43	90	65	50	0	17

* بالاترین امتیاز پذیرش کلی برابر ۵ و کمترین امتیاز برابر با ۱ است.

جدول ۲- نتایج مدل‌سازی پاسخ‌ها

Table 2- Response modeling results

viscosity	General acceptance	overrun	Melting resistance	Response
Quadratic	Quadratic	Quadratic	Quadratic	Model
0.0013	0.0001<	0.0001<	0.0016	p-value
0.944	0.9888	0.9747	0.9409	R-Squared
0.873	0.9743	0.9421	0.8649	Adj R-Squared
0.811	0.8201	.0818	0.861	Pred R-Squared
10.17	21.56	13.78	9.7	Adeg-Precision
N.S	N.S	N.S	N.S	Lack-of-fit
5.83	5.53	7.47	1.23	C.V. %

- نتایج بررسی مقاومت به ذوب تیمارهای بستنی

مقادیر مختلف سرعت ذوب برای هر تیمار در جدول ۱ آمده است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد مدل Quadratic برای میزان سرعت ذوب ازنظر آماری معنی‌دار بوده و آزمون ضعف برازش آن معنی‌دار نیست که نشانگر تناسب مدل برازش یافته است. نتایج به‌دست‌آمده برای ضریب تبیین ۰/۹۴۰۹ و ضریب تبیین اصلاح‌شده ۰/۸۶۴۹ بیانگر تطبیق خوب مدل محاسباتی با نقاط آزمایش‌شده و دقت مدل است. اثر متقابل فاکتورها بر سرعت ذوب در شکل ۱ و جدول ۳ مشاهده می‌شود.

- حجم‌افزایی تیمارهای بستنی

مقادیر مختلف اوروان برای هر تیمار در جدول ۱ آمده است. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد مدل Quadratic برای میزان اوروان ازنظر آماری معنی‌دار بوده و آزمون ضعف برازش آن معنی‌دار نیست که نشانگر تناسب مدل برازش یافته است. نتایج به‌دست‌آمده برای ضریب تبیین ۰/۹۷۴۷ و ضریب تبیین اصلاح‌شده ۰/۹۴۲۱ بیانگر تطبیق خوب مدل محاسباتی با نقاط آزمایش‌شده و دقت مدل است. اثر متقابل فاکتورها بر میزان اوروان در شکل ۲ و جدول ۴ آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد با افزایش روغن فندق و همچنین شیره انگور و شیر بادام رفته‌رفته میزان حجم‌افزایی افزایش‌یافته و تقریباً در اواسط نمودار این میزان کاهش می‌یابد.

- پذیرش کلی تیمارهای بستنی

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد مدل Quadratic برای میزان پذیرش کلی از نظر آماری معنی‌دار بوده و آزمون ضعف برازش آن معنی‌دار نیست که نشانگر تناسب مدل برازش یافته است. نتایج به‌دست‌آمده برای ضریب تبیین ۰/۹۸۸۸ و ضریب تبیین اصلاح‌شده ۰/۹۷۴۳ بیانگر تطبیق خوب مدل محاسباتی با نقاط آزمایش‌شده و دقت مدل است. اثر متقابل فاکتورها بر میزان پذیرش کلی در جدول ۵ و شکل ۳ آورده شده است. همان‌گونه که شکل ۳ (الف تا ج) نشان می‌دهد، با افزایش روغن فندق هم‌چنین شیره انگور و شیر بادام رفته‌رفته میزان پذیرش کلی طعم افزایش‌یافته و تقریباً در اواسط نمودار این میزان کاهش می‌یابد.

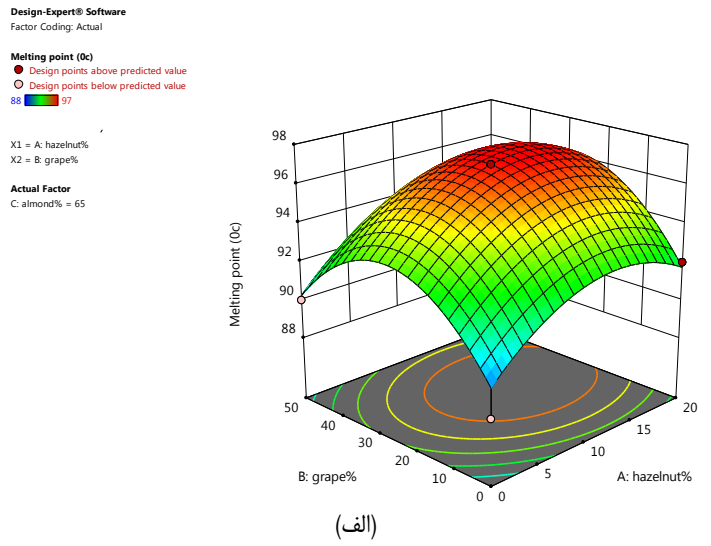
- ویسکوزیته تیمارهای بستنی

ویسکوزیته یا مقاومت به حرکت، مهم‌ترین ویژگی مخلوط بستنی است که مقدار معینی از آن برای همزدن مناسب و نگهداری هوا لازم است. آگاهی از مقادیر ویسکوزیته، به تعیین مناسب‌ترین فرمولاسیون کمک خواهد کرد (Bahramparvar *et al*., 2014). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد مدل Quadratic برای میزان پذیرش کلی از نظر آماری معنی‌دار بوده و آزمون ضعف برازش آن معنی‌دار نیست که نشانگر تناسب مدل برازش یافته است. اثر فاکتورهای مستقل بر میزان ویسکوزیته در جدول ۶ و شکل ۴ آورده شده است. همان‌گونه که شکل ۴ (الف تا ج) نشان می‌دهد، با افزایش میزان شیربادام هم‌چنین شیره انگور میزان ویسکوزیته افزایش‌یافته و با افزایش میزان روغن فندق این میزان کاهش می‌یابد.

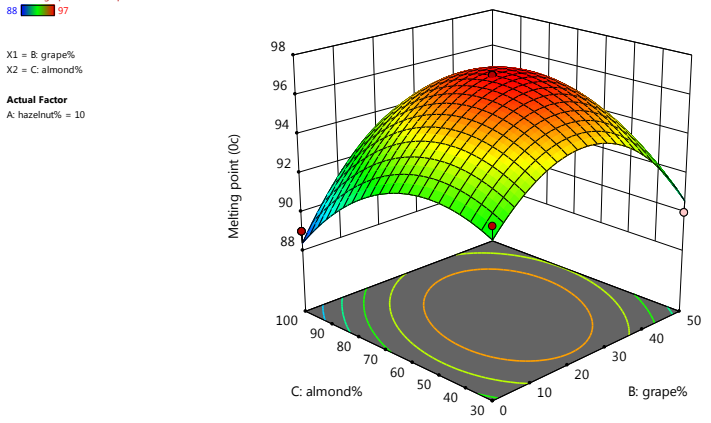
جدول ۳- نتایج ANOVA برای پاسخ مقاومت به ذوب

Table 3- ANOVA results for melting resistance response

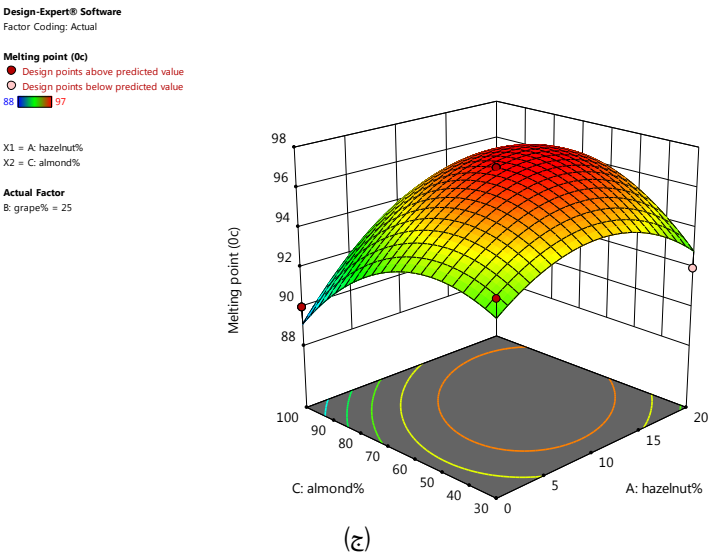
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	147.22	9	16.36	12.38	0.0016	significant
A-hazelnut	15.13	1	15.13	11.45	0.0117	
B-grape	3.13	1	3.13	2.36	0.1680	
C-almond	2.00	1	2.00	1.51	0.2583	
AB	0.2500	1	0.2500	0.1892	0.6767	
AC	9.00	1	9.00	6.81	0.0349	
BC	9.00	1	9.00	6.81	0.0349	
A^2	19.01	1	19.01	14.39	0.0068	
B^2	55.33	1	55.33	41.87	0.0003	
C^2	23.75	1	23.75	17.97	0.0038	



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۱- نمودار سطح پاسخ نشان‌دهنده اثر متقابل فاکتور الف) روغن فندق (٪) و شیره انگور (٪) ب) شیره انگور (٪) و شیر بادام (٪) ج) روغن فندق (٪) و شیر بادام (٪) بر مقاومت ذوب بستنی (°C)

Figure 1- Response level diagram showing the interaction of factor a) Hazelnut oil (%) and grape juice (%) b) Grape juice (%) and almond milk (%) c) Hazelnut oil (%) and almond milk (%) Ice cream melt resistance (℃)

در این مطالعه هدف از بهینه‌یابی دستیابی به بالاترین درصد حجم‌افزایی و بیشترین مقاومت به ذوب که از شاخص‌های کیفی مهم بستنی در میزان پذیرش مصرف‌کنندگان از محصول است، و همچنین بالاترین میزان پذیرش کلی محصول از لحاظ ارزیابی حسی و هم‌چنین ویسکوزیته بود. بر اساس مدل‌های انتخاب‌شده، فرمولاسیون بهینه انتخابی توسط نرم‌افزار، در جدول ۷ ارائه‌شده است:

عدد مطلوبیت (Desirability) ۰/۹۹۴ به دست آمد که نشان‌دهنده تأیید نتایج است.

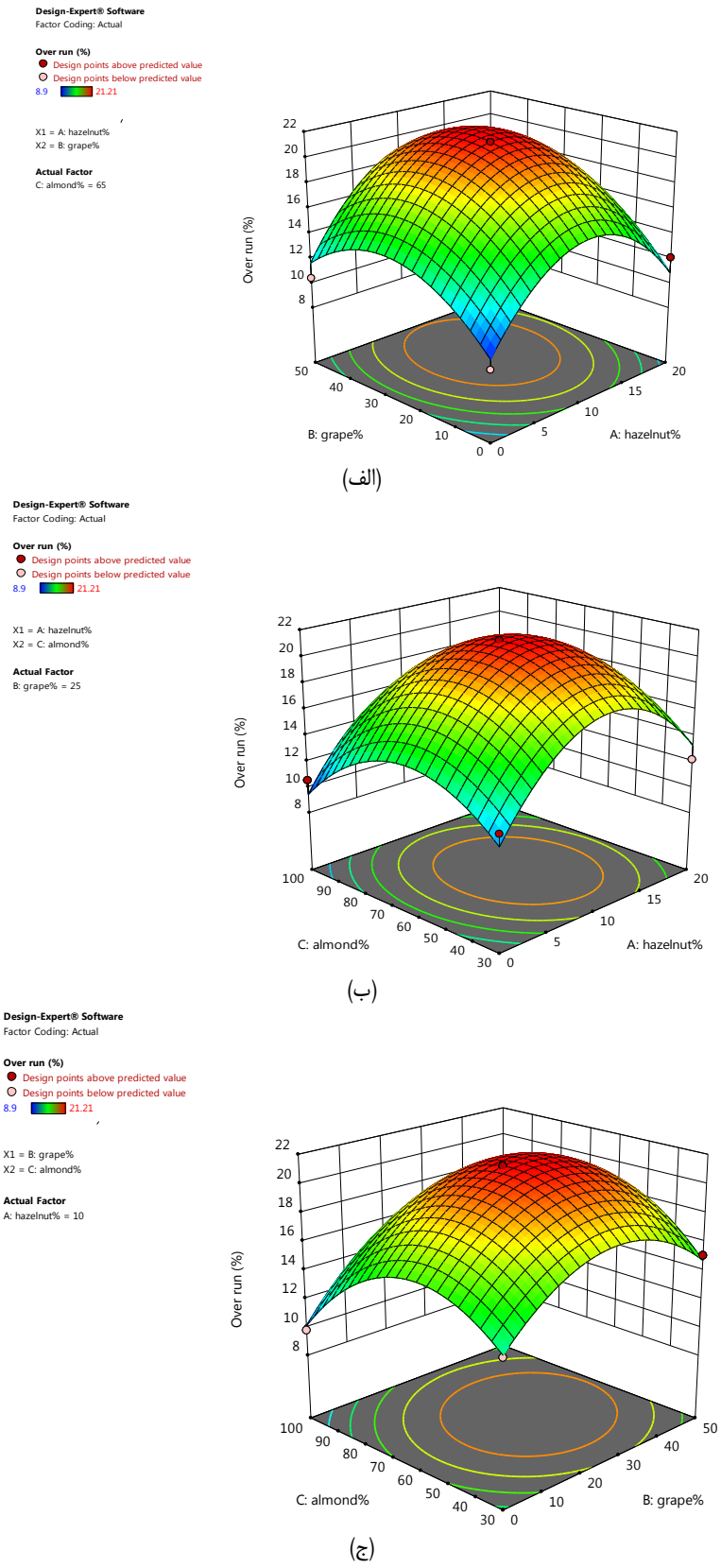
بحث

شیر بادام با بهبود افزایش حجم بستنی به کاهش سرعت ذوب شدن بستنی کمک می‌کند. عامل کاهش انتقال حرارت و بنابراین کاهش سرعت ذوب نمونه بستنی را حضور هوا گزارش کردند (Sofjan & Hartel, 2004). پژوهش‌های قبلی نشان داد که با افزایش ویسکوزیته، نرمی بافت و سرعت ذوب شدن بستنی افزایش می‌یابد ولی سرعت هم زدن مخلوط بستنی کاهش می‌یابد. درنهایت می‌توان این‌گونه بیان کرد که ویسکوزیته بستنی بر سفتی بافت و نیز سرعت ذوب شدن بستنی تأثیرگذار است. نقش شیر بادام در ارتباط با تقویت مقاومت به ذوب بستنی را می‌توان، به توان امولسیفایری و خصوصیات فعال سطحی پروتئین‌ها و چربی‌های آن نسبت داد (Inyang & Nwadimkpa, 1992). به‌عبارت‌دیگر شیر بادام با ایجاد ویسکوزیته موجب کاهش تحرک مولکول‌های آب و درنتیجه حرکت آزادانه آن‌ها میان مولکول‌های مخلوط شده و بدین ترتیب باعث بهبود مقاومت به ذوب بستنی می‌شود. علاوه بر این حضور مقادیر بالای پروتئین در شیر بادام تأثیر به سزایی در پایدار شدن مولکول‌های هوا دارد. با توجه به محتوای بالای پروتئین موجود در آن می‌توان اظهار داشت که گروه‌های عاملی هیدروفیل، آب آزاد بیشتری را به‌صورت آب هیدراسیون درآورده و با کاهش آب آزاد باعث افزایش ویسکوزیته در فاز غیر منجمد (سرم) بستنی و درنتیجه افزایش مقاومت به ذوب می‌شوند. املاح موجود در شیر بادام نیز با افزایش پایداری امولسیون، سبب افزایش مقاومت به ذوب می‌شوند (Damodaran, 2007). با افزایش شیره انگور، سرعت ذوب شدن بستنی کاهش یافت. علت کاهش سرعت ذوب شدن بستنی را می‌توان، به وجود ترکیبات پلی ساکاریدی باقدرت جذب آب بالا، مربوط دانست که؛ موجب افزایش ویسکوزیته و به دنبال آن کاهش افزایش حجم شدند. زیرا یکی از عوامل مؤثر بر خصوصیات ذوب شدن افزایش حجم است. مطالعات انجام‌شده مشخص کرده است که بستنی‌هایی با افزایش حجم دیرتر ذوب می‌شوند و دلیل آن وجود مقدار بیشتر هوا در این نمونه‌ها عنوان کردند زیرا هوا عایق خوبی است که سرعت انتقال حرارت را در بستنی‌های با افزایش حجم بالاتر کاهش دهد (Soofjan, 2004) در پژوهش‌های دیگر نیز با افزودن پلی ساکاریدها به بستنی ویسکوزیته افزایش و سرعت ذوب‌شدن کاهش یافت. ذوب آهسته، حفظ شکل خوب و فروپاشی کندتر کف هنگام ذوب، برخی از پارامترهای مهم کیفیت مطلوب بستنی است. در این پژوهش با افزایش میزان روغن فندق نقطه ذوب کاهش یافت. Nadeem و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که افزودن روغن کلزا باعث کاهش مقاومت به ذوب می‌شود. Goff و همکاران (۱۹۹۶) نیز گزارش کردند افزایش میزان روغن دانه کتان منجر به کاهش مقاومت به ذوب می‌شود.

جدول ٤- نتایج ANOVA برای پاسخ میزان حجم‌افزایی

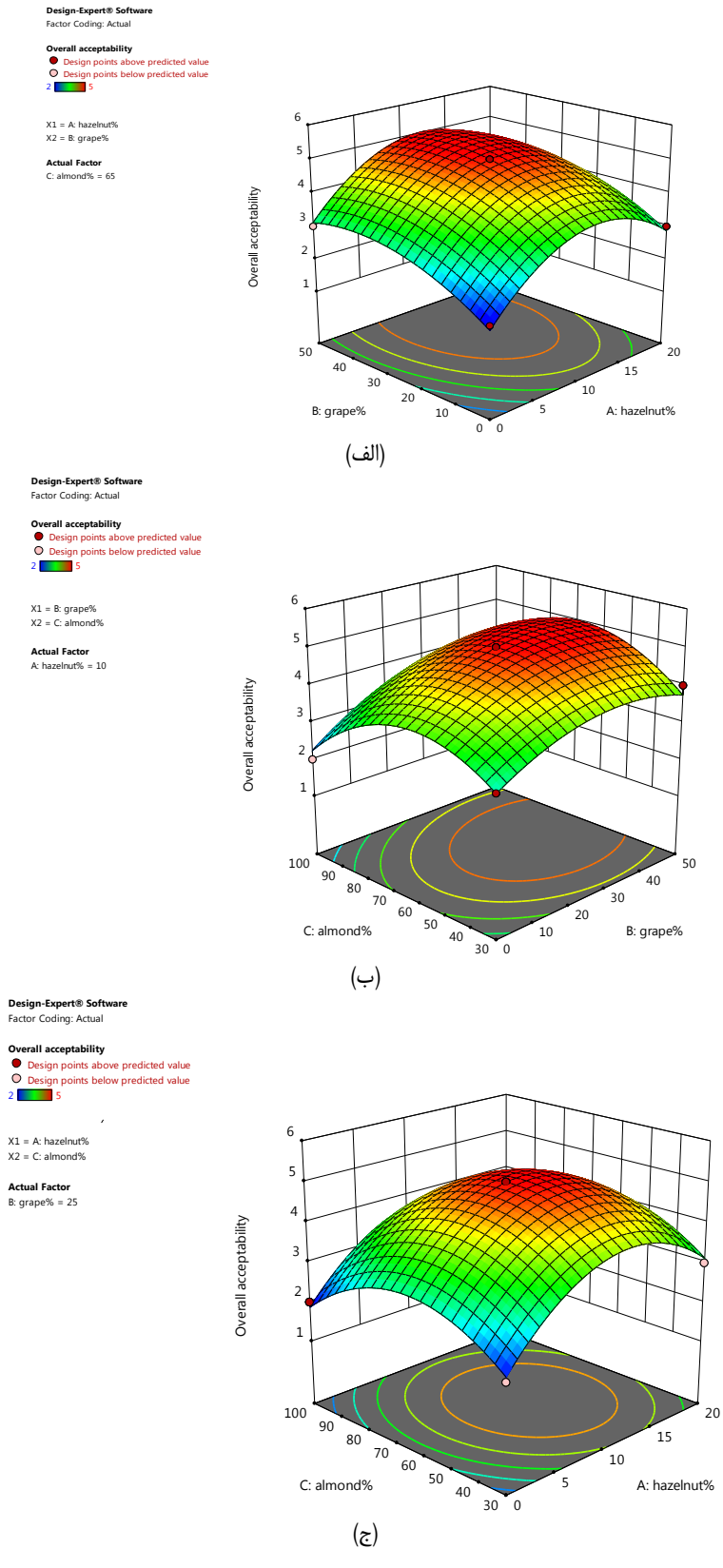
Table 4- ANOVA results for volume response

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	333.19	9	37.02	29.94	< 0.0001	Significant
A-hazelnut	11.79	1	11.79	9.53	0.0176	
B-grape	20.80	1	20.80	16.82	0.0046	
C-almond	4.05	1	4.05	3.27	0.1134	
AB	1.50	1	1.50	1.21	0.3071	
AC	0.0324	1	0.0324	0.0262	0.8760	
BC	3.55	1	3.55	2.87	0.1339	
A^2	133.22	1	133.22	107.73	< 0.0001	
B^2	57.56	1	57.56	46.55	0.0002	
C^2	71.30	1	71.30	57.65	0.0001	



شکل ۲- نمودار سطح پاسخ نشان‌دهنده اثر متقابل فاکتور الف) روغن فندق (٪) و شیره انگور (٪) ب) شیره انگور (٪) و شیر بادام (٪) ج) روغن فندق (٪) و شیر بادام (٪) بر میزان حجم‌افزایی بستنی (٪)

Figure 2- Response level diagram showing the interaction of factor a) Hazelnut oil (%) and grape juice (%) b) Grape juice (%) and almond milk (%) c) Hazelnut oil (%) and almond milk (%) Ice cream volume increase (%)



شکل ۳- نمودار سطح پاسخ نشان‌دهنده اثر متقابل فاکتور الف) روغن فندق (٪) و شیره انگور(٪) ب)شیره انگور(٪) و شیر بادام(٪) ج) روغن فندق(٪) و شیر بادام(٪) بر میزان پذیرش کلی بستنی

Figure 3- Response level diagram showing the interaction of factor a) Hazelnut oil (%) and grape juice (%) b) Grape juice (%) and almond milk (%) c) Hazelnut oil (%) and almond milk (%) The overall acceptance rate of ice cream

از عوامل مهمی که برافزایش حجم تأثیرگذار است می‌توان به مواد تشکیل‌دهنده، ویسکوزیته و نوع دستگاه بستنی‌ساز اشاره نمود (Akalin, 2010). در واقع افزودن جایگزین‌های غنی از پروتئین مثل شیر بادام به بستنی می‌تواند باعث افزایش حجم کف، افزایش حجم هوای به دام افتاده در داخل مخلوط بستنی و بهبود هوادهی گردد (Akesowan, 2009). بستنی بهینه‌شده با شیرهای گیاهی هوادهی بسیار مطلوبی در حد و اندازه بستنی‌های معمولی دارند که با توجه به درصد پروتئین‌های بالای آن‌ها کاملاً منطقی به نظر می‌رسد. AmeriShahrabi و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند که؛ پروتئین‌های سویا توانایی تشکیل کف بسیار خوبی داشته و قادر هستند نقش مؤثری در محصولات حجیم مواد غذایی داشته باشند (AmeriShahrabi *et al*. 2012; Mahdian *et al*. 2011). با استناد به این‌که ترکیبات تشکیل‌دهنده شیر بادام بر ویسکوزیته بستنی تأثیر می‌گذارد می‌توان گفت که دلیل اصلی افزایش ویسکوزیته مخلوط بستنی حاوی شیر بادام مربوط به حضور پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدهای موجود در آن است، چراکه حضور این ترکیبات که دارای وزن مولکولی بالا هستند از طریق پیوند با آب و تشکیل شبکه ژلی می‌تواند افزایش ویسکوزیته را توجیه کند (Bahramparvar, *et al*. 2008) با توجه به گزارش‌های سایر پژوهشگران در ارتباط با اهمیت ویسکوزیته بستنی و تأثیر آن بر میزان افزایش حجم و با توجه به تأثیر صمغ بر افزایش ویسکوزیته مخلوط بستنی دلیل کاهش میزان هوادهی با افزایش بیش‌ازاندازه غلظت صمغ ممکن است این امر باشد که افزایش ویسکوزیته مخلوط بستنی موجب کاهش هم‌زدن آن و جلوگیری از ورود هوا به داخل بستنی شده باشد (Moeenfard, & Tehrani, 2008). با افزایش شیره انگور حجم‌افزایی کاهش یافت که علت آن را می‌توان به افزایش ویسکوزیته نسبت داد زیرا با افزایش ویسکوزیته امکان ورود هوا به مخلوط بستنی‌های حاوی شیره انگور طی انجماد کاهش یافت (Martinou-Voulasiki & Zerfiridis, 1990).

جدول ۵- نتایج ANOVA برای پاسخ پذیرش کلی

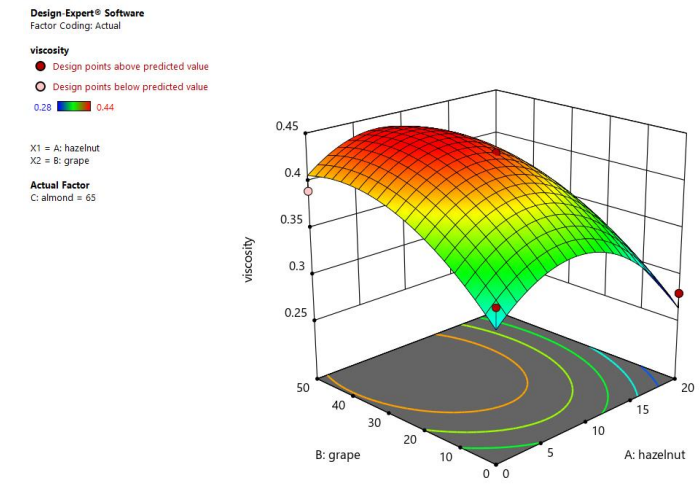
Table 5- ANOVA results for general acceptance response

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	21.99	9	2.44	68.40	< 0.0001	Significant
A-hazelnut	2.00	1	2.00	56.00	0.0001	
B-grape	3.13	1	3.13	87.50	< 0.0001	
C-almond	0.1250	1	0.1250	3.50	0.1036	
AB	0.0000	1	0.0000	0.0000	1.0000	
AC	0.0000	1	0.0000	0.0000	1.0000	
BC	0.2500	1	0.2500	7.00	0.0331	
A^2	7.96	1	7.96	222.89	< 0.0001	
B^2	1.64	1	1.64	46.05	0.0003	
C^2	5.33	1	5.33	149.21	< 0.0001	

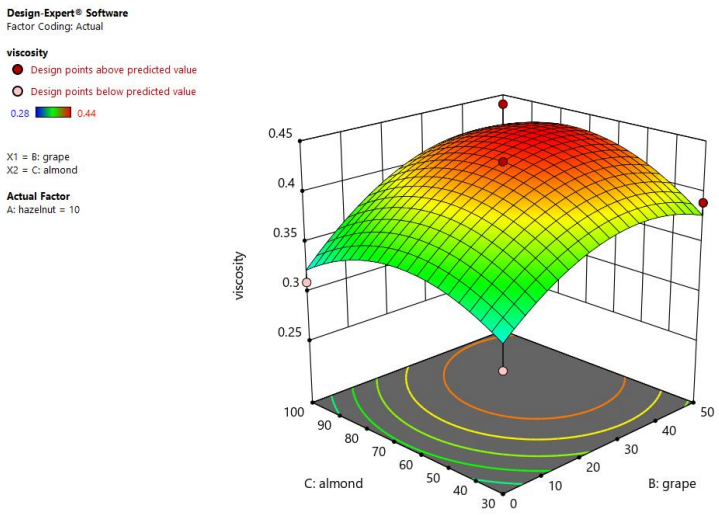
جدول ٦- نتایج ANOVA برای پاسخ ویسکوزیته

Table 6- ANOVA results for viscosity response

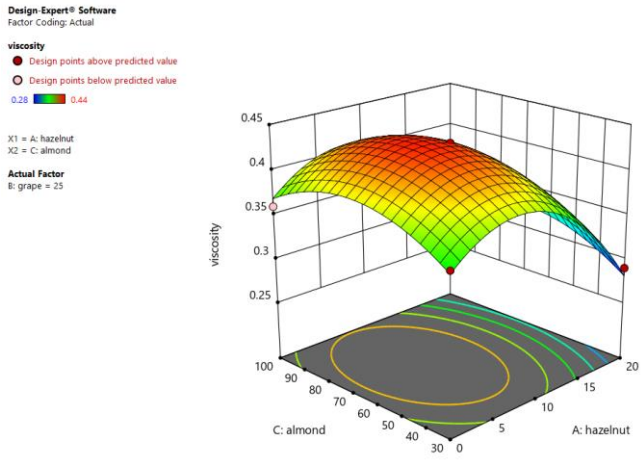
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.0540	9	0.0060	13.24	0.0013	Significant
A-hazelnut	0.0098	1	0.0098	21.61	0.0023	
B-grape	0.0105	1	0.0105	23.18	0.0019	
C-almond	0.0006	1	0.0006	1.35	0.2833	
AB	0.0002	1	0.0002	0.4961	0.5040	
AC	0.0000	1	0.0000	0.0551	0.8211	
BC	0.0004	1	0.0004	0.8819	0.3789	
A^2	0.0192	1	0.0192	42.30	0.0003	
B^2	0.0052	1	0.0052	11.37	0.0119	
C^2	0.0052	1	0.0052	11.37	0.0119	



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ٤- نمودار سطح پاسخ نشان‌دهنده اثر متقابل فاکتور الف) روغن فندق (٪) و شیره انگور(٪) ب)شیره انگور(٪) و شیر بادام(٪) ج) روغن فندق(٪) و شیر بادام(٪) بر میزان ویسکوزیته بستنی

Figure 4- Response level diagram showing the interaction of factor a) Hazelnut oil (%) and grape juice (%) b) Grape juice (%) and almond milk (%) c) Hazelnut oil (%) and almond milk (%) Ice cream viscosity

جدول ۷- درصدهای بهینه فاکتورهای مستقل

Table 7- Optimal percentages of independent factors

Percentage of grape juice	Percentage of almond milk	Percentage of hazelnut oil
31.18	66.73	9.54

ویسکوزیته، یکی از ویژگی‌های مهم رئولوژیکی بستنی است و تحت تاثیر ترکیب پایدارکننده و پروتئین، نوع مواد تشکیل دهنده وکیفیت آن، فرایند تولید، غلظت (مقدار ماده جامد کل) و درجه حرارت قرار دارد (Kus, *et al*., 2005). نتایج آزمون اندازه‌گیری ویسکوزیته تیمارهای مختلف بستنی نشان داد که افزایش شیربادام و شیره انگور در بستنی باعث افزایش در ویسکوزیته تیمارها می‌شود. می‌توان بیان داشت که دلیل اصلی بیشتر بودن ویسکوزیته به حضور پروتئین ها و پلی‌ساکاریدهای شیر بادام و شیره انگور درآمیخته بستنی باشد چرا که حضور این ترکیبات که دارای وزن‌مولکولی بالا هستند از طریق پیوند با آب و تشکیل شبکه ژلی، می‌تواند افزایش ویسکوزیته را توجیه کند. از طرف دیگر ویسکوزیته یک عامل تأثیرگذار روی ضریب افزایش حجم، سرعت خامه‌ای شدن، نرخ انتقال جرم و حرارت معرفی شده است (Rehman, *et al*. 2007). Soukoulis و Tzia (۲۰۰۸) نشان دادند که افزودن فیبرهای رژیمی مانند اینولین، فیبر جو و گندم به بستنی، بر رفتار رئولوژیکی مخلوط بستنی تأثیرگذار بوده و باعث افزایش ویسکوزیته می‌شود. آنها افزایش ویسکوزیته را به‌دلیل افزایش غلظت مواد حل‌شده سرم در نتیجه نگهداری آب توسط فیبرها اعلام کردند (Soukoulis, & Tzia, 2008). Rehman و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که ویسکوزیته بستنی تحت تأثیر منبع چربی آن می‌باشد که با توجه به تغییر منبع چربی در این پژوهش این اختلاف معنی‌دار را می‌توان توجیه کرد. از سوی دیگر Walstra و همکاران (۱۹۹۵) نیز تأیید کردند که بستنی که در ساخت آن از درصد بالاتری اسیدهای چرب غیراشباع استفاده شده است نقطه ذوب پایین‌تری دارد و درنتیجه از درصد مقاومت به ذوب کمتری و همچنین از ویسکوزیته کمتری برخوردار است.

علت افزایش ویسکوزیته مربوط به وجود قندهای مختلف در شیره انگور و تمایل به جذب آب آن‌ها از طریق برقراری پیوندهای هیدروژنی نسبت داد (Hwang, 2009). با افزایش روغن فندق میزان افزایش حجم بستنی کاهش قابل‌توجهی نشان داد در پژوهشی گزارش کردند که افزودن چربی مایع به بستنی باعث نازک شدن دیواره بین حباب‌ها و تضعیف ساختار آن‌ها می‌شود لذا می‌تواند باعث بی‌ثباتی در فاز گازی بستنی و کاهش حجم در بستنی شود (Hortun, 2004).

Razavi و همکاران (۲۰۱۸) به بهینه‌سازی فرمولاسیون بستنی گیاهی بر پایه شیر سویا و کنجد پرداختند، به این نتیجه رسیدند که جایگزینی شیر گیاهی به‌جای شیر گاو تأثیر قابل‌توجهی در پذیرش کلی محصول داشت. مشابه این تحقیق Ervina و همکاران (۲۰۱۷) به کاربرد روغن اواکادو به جای چربی شیر در بستنی پرداختند به این نتیجه رسیدند که تأثیر نامطلوبی در پذیرش کلی محصول نداشت. همچنین در پژوهشی دیگر Faraji و همکاران (۲۰۱۴) به جایگزینی شیره انگور به‌جای شکر پرداختند و به این نتیجه رسیدند که پذیرش کلی و ارزیابی حسی از مقبولیت بالایی برخوردار بود .

نتیجه‌گیری

حضور شیر بادام، شیره انگور و روغن فندق در فرمول بستنی موجب بهبود خواص تأثیرگذار نظیر سفتی بافت، افزایش حجم و مقاومت به ذوب بستنی در ارتقاء بازارپسندی و پذیرش محصول توسط مصرف‌کنندگان گردید. با استفاده از روش سطح پاسخ غلظت‌های مطلوب به دست آمد و فرمول بهینه شامل ۹/۵۴ ٪ روغن فندق، ۶۶/۷۳ ٪ شیر بادام و ۳۱/۱۸ ٪ شیره انگور معرفی گردید. شیر بادام با افزایش ویسکوزیته و میزان پروتئین بالا باعث حجم‌افزایی و کاهش نقطه ذوب شد. با افزودن شیره انگور و روغن فندق میزان پذیرش کلی سطح بالاتری داشت. درنتیجه این ترکیبات گیاهی با داشتن خواص مفید تغذیه‌ای و سلامتی‌بخش می‌توانند در فرمولاسیون بستنی استفاده شده و با حفظ خواص بافتی و ذوب بستنی منجر به تولید محصولی فراسودمند گردند.

منابع

Akalin, A. S. & Erisri, D. (2010). Effect of inulin and oligufructos on the reological charactries and probiotic culture survival in low fat probiotic ice cream. Journal of food science, 73,184-88.

Akbarian, M. & Faraji, S. (2014). The effect of sugar substitution with grape juice on physicochemical and sensory properties of vanilla ice cream. Quarterly Journal of New Food Technologies, 2 (6), 93-85. [In Persian]

Akesowan, A. (2009). Influence of soy protein isolate on physical and sensory properties of ice cream. Thai Journal of Agricultural Science, 42(1), 1-6

AmeriShahrabi, A., Badii, F., Ehsani, M. R., Maftoonazad, N. & Sarmadizadeh, D. (2012). Functional and thermal properties of chick pea and soy-protein concentrates and isolates. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 6(3), 49-58. [In Persian]

Ashour Mohammadi, M. & Hosseini Qaboos, S. H. (2019). Production of useful ice cream with pumpkin powder. Food Science and Industry, 75 (15) [In Persion].

Bahramparvar, M. F. Salehi. & Razavi, S. (2014). Predicting total acceptance of ice cream using artificial neural network. Journal of Food Processing and Preservation, 38(3), 1080 -1088.

Bahramparvar, M. & Hadad, K. M. (2008). Effect of substation of carbuxy mettyl selolus and salep gum with lullemantia on ice cream properties. iranian of food science technology research journal, 4(1), 37-47 [In Persian].

Bahramparvar, M., Haddadkhodaparast, M. H. & Mohammad Amini, A. (2009). Effect of substitution of carboxy methyl cellulose and salep gums with Lallemantiaroy leana hydrocolloid on ice cream properties. Iranian Journal of Food Science and Technology Research, 4(1), 37-47. [In Persian].

Damodaran, S. (2007). Inhibition of ice crystal growth in ice cream mix by gelatin hydrolysate. Journal of agricultural and food chemistry, 55(26), 10918-10923.

Ervina, I., surjawdan, S. & Abdullah, E. (2017). The potential of avocado paste (Persea American) as fat substitute in non-dairy ice cream. food and Argo – biodiversity,102.

Faraji kafshgari, S., Alami, M., Khomeiri, M., Moatamedzadegan, A. & Akbarian, M. (2014). Optimization of Low Fat Ice Cream Formulation Using Microbial Transglutaminase And Protein Based Fat Replacers. Journal Of Research and Innovation In Food Science and Technology, 3, 3, 227-244.

Gelroth, J. & Ranhorta, G. S. (2001). Food uses of fibre. In Song soo cho & In MS. Dreher (Eds), Hand book of dietary fibre.New york, Taylor and Francis, 117.

Goff, H. D. & Sahagian, M. D. (1996). Glass transition in aqeous carbohydrate solotion and their repellence to frozen food stability. Food science technology

Guven, M., Kalender, M. & Taspinar, T. (2018). Effect of Using Different Kinds and Ratios of Vegetable Oils on Ice Cream Quality Characteristics. Faculty of Agriculture, Food Engineering Department, Cukurova University, 7, 104.

Habibi, P. & Khodaeian Chegini, F. (2015). The effect of substituting grape seed oil instead of milk fat on the physicochemical and sensory properties of ice cream. Iranian Journal of Food Science and Technology, 3, 91-100. [In Persian]

Hortum, N. E., Gohen Stuart, M. A., Van vlielt, A. & vanAken, G. A. (2004). Spreading of partially crystallized oil droplets on an air/water inter face. Colloids Surf A, 40(2), 83-92.

Hwang, J. Y. S. & Hsu, K.(2009). Grape winelees Simprovious properties to ice cream. LWT-Food Science and technology, 42(1)312-318.

Inyang, U. E. & Nwadimkpa, C. U. (1992). Functional properties of de-hulled sesame (Sesamumindicum L.) seed flour. Journal of the American Oil Chemists Society, 69(8), 819-822

Jajuseputra, A. & Widystati, T. (2017). Potential of coconut milk and mung bean extract combination as foam stabilizer in non-dairy ice cream. International Food Research Journal, 24(3).1199-1203.

Kamaran, S. (2014). Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream. Technique for order preference by similary to ideal solution to determine optimum concentration, Journal of dairy sciene, 91(1), 91-110.

Mahdian, E., Mazaheri Tehrani, M. & Shahidi, F. (2011). Evaluation of the effect of soy flour on rheological properties of icecream. Journal of Food Science and Technology, 8(13), 107-114. [In Persian]

Martinou-voulasiki, I. S. & Zerfirids, G. K. (1990). Effects of som stabilitizerson textural and sensory characterics of yogurt ice cream from sheep's milk. Journal of Food Science, 55(3), 703-707.

Mehdian Sabri, S. & Mehraban Nag Atash, M. (2013). Investigation of the effects of increasing citrus pulp on physicochemical and sensory properties. [In Persian]

Moeenfard, M. & Tehrani, M. M. (2008). Effect of some stabilizers on thephysicochemical and sensory properties of icecream type frozen yogurt. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 4(5), 584-589. [In Persian]

Nadeem, M.& Abdullah, K. (2010). Effect of incorporating rape seed oil on quality of ice cream. meditter, 3, 121-126.

Ogden, L., Carol, M. D., Curtin, L. R., Tabak, C. J. & Flegal, K. M. (2006). Prevalence of overweight and obesity in United State. 295, 1549-1555.

Pon, S. & Lee, W. (2015). Textural and reelogical of stevia ice cream. International Food Research Journal, 22(4), 1544.1549.

Pourfarzad, A. & Mehrpour, G. (2017). Healt benefits of hazelnuts. Department of food science and technology. Factury of agricultural science. univercity of gilan. [In Persian]

Razavi, M., Ghaderi, S. & Tehrani, M. (2018). Optimization of vegetable ice cream formulation based on soy milk and sesame milk and comparison of its features with ordinary ice cream. Journal of Food Science and Technology, 76 - 15. [In Persian]

Rehman, S. U., Nawaz, H., Ahmad, M., Hussain, S., Murtaza, A. & Shahid, S. (2007). Physico –Chemical and sensory evaluation of ready to drink soy – cow milk blend. Pakistan Journal of Nutrition, 6(3), 283-285.

Samree, A. (2015). Preparation and quality characterization of soy milk based on-dairy ice cream. International of food and Allied science. 01

Sofjan, R. P. & Hartel, R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. International Dairy Journal, 14(3), 255-262.

Soukoulis, C. & Tzia, C. (2008). Impact of the acidification process, hydrocolloids and protein fortifiers on the physical and sensory properties of frozen yogurt. International journal of dairy technology, 61(2), 170-177.

Tantipaibulvunt, S. & Soontoorensophan, C. (2012), Fermentation of rosell juice by lactic acid bacteria.

Walstra, P. (1995). Physical Chemistry of milk fat globules. Advanced dairy chemistry, 2, 131-178.

Zaidan, J. & Tamimi, A. (2016). Effect of almond on body measurement and blood pressure. Food and nutrition science, 466-471

Optimization of Vegetable Ice Cream Formulation Based on Almond Milk and Hazelnut Oil

M. Ramezani [a], S. Jafarian [b*], M. Ahmadi [c], L. Roozbeh Nasiraei [b]

[a] PhD Student of the Department of Food Science and Technology, Noor Branch, Islamic Azad University, Noor, Iran.

[b] Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Noor Branch, Islamic Azad University, Noor, Iran.

[c] Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.

Received: 30 October 2021 Accepted: 23 February 2022

Abstract

Introduction: Ice cream is one of the most popular dairy products that due to its high calorie, fat contents and lactose in milk, many people avoid it. The use of plant products as sources of vegetable protein and fat in ice cream, in addition to increasing the beneficial nutritional and health properties of plant compounds in ice cream, leads to the production of new highly beneficial products. The aim of this study was to optimize the formulation of beneficial ice cream based on almond milk, hazelnut oil and grape juice.

Materials and Methods: In order to carry out this research work, treatment was performed based on the ice cream formulation and the highest response level. Independent variables included percentage of hazelnut oil (0-20), percentage of almond milk (30-100) and percentage of grape juice (0-50) and response variables included; melting point, increase of volume, viscosity and overall acceptance. The functional relationship between the parameters affecting the ice cream formulation was determined using the Benken Box experimental design.

Results: In this study, the aim of optimization is to achieve the highest percentage of volume and maximum resistance to melting, which is one of the important quality indicators of ice cream in consumer acceptance. Based on the selected models, the optimal formulation selected by the software included 10.57% hazelnut oil, 63.26% almond milk and 25.81% grape juice.

Conclusion: The presence of almond milk, grape juice and hazelnut oil in the ice cream formula improved the effective properties such as firmness, volume and melting resistance of ice cream in promoting marketability and product acceptance by consumers. Almond milk increased the volume and decreased the melting point by increasing its viscosity and high protein content. by the addition of grape juice and hazelnut oil, the overall acceptance rate was higher. These plant compounds with beneficial nutritional and health properties can be used in ice cream formulations and while maintaining the texture and melting properties of ice cream, lead to the production of useful products.

***Keywords**: Almond Milk, Hazelnut Oil, Melting Resistance, Viscosity, Volume Increase.*

***** Corresponding Author: drsjafarian@yahoo.com