بررسی اثر استویا و اینولین بر روی ساختار، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی رژیمی

نسا غیبی[1]، زینب رفتنی امیری[2*]، محمدرضا کسائی[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ٩٤/٤/٨ تاریخ پذیرش: ٩٤/٦/٧)

چکیده

در این تحقیق از استویا و اینولین، به ترتیب به عنوان جایگزین ساکارز و چربی در فرمولاسیون بستنی رژیمی استفاده شد. روش سطح پاسخ به منظور بهینه-سازی فرمولاسیون با سطوح جایگزینی ۱۰۰-۰ درصد برای استویا و ۸۵-۰ درصد برای اینولین مورد استفاده قرار گرفت. متغیرهای وابسته شامل وزن مخصوص، ویسکوزیته، اورران، سفتی، زمان اولین قطره ذوب و مقدار ذوب بودند. نتایج به دست آمده نشان داد که وزن مخصوص با جایگزینی استویا رابطه عکس و با جایگزینی اینولین رابطه مستقیم داشت. ویسکوزیته با افزایش سطح جایگزینی استویا تا ۱۰۰ درصد کاهش یافت، در حالیکه اورران با افزایش سطح جایگزینی ساکارز با استویا افزایش یافت. تمام سطوح جایگزینی استویا و اینولین منجر به افزایش معنی‌دار سفتی شد. کمترین مقدار ذوب برای نمونه حاوی ۱۰۰ درصد جایگزینی استویا و نمونه حاوی صفر درصد اینولین مشاهده گردید. سطوح بهینه جایگزینی استویا و اینولین در بستنی رژیمی به ترتیب ٤٢ درصد و ٦٢/٩ درصد تعیین شد. در ارزیابی حسی از نظر پذیرش کلی بین بستنی رژیمی و بستنی معمولی (شاهد) که دارای ۱۰ درصد چربی و ۱۵ درصد ساکارز بود اختلاف معنی‌دار وجود نداشت ($P>0/05$)، ولی بستنی رژیمی از نظر شدت کریستالی و سردی امتیاز پایین‌تری کسب کرد. مقدار کالری بستنی رژیمی تهیه شده ۲۸ درصد کمتر از نمونه شاهد بود.

کلید واژگان: بستنی رژیمی، استویا، اینولین، روش سطح پاسخ

*مسئول مکاتبات: zramiri@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

۱- مقدمه

بستنی یک سیستم فیزیکوشیمیایی است که در این سیستم بلورهای یخ، حباب‌های هوا و گویچه‌های چربی در یک فاز پیوستهحاوی ساکارز، پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌های شیر پخش شده‌اند[۱]. قندها به صورت محلول حقیقی، چربی‌ها به صورت امولسیون، قوام دهنده‌ها و مواد جامد بدون چربی به صورت کلوئیدی وجود دارند[۲]. بستنی معمولی حاوی ۱۶-۱۰ درصد چربی و ۱۵ درصد ساکارز می‌باشد، تحقیقات نشان داده که میزان چربی و ساکارز بالا باعث ایجاد بیماری‌هایی از قبیل چاقی،ناراحتی قلبی، دیابت، فشار خون بالا و بسیاری از سرطان-ها می‌شود[۳ و ٤]. از طرف دیگر چربی و ساکارز موجب تولید کالری بالایی می‌شوند. از آنجایی که مشکلاتی در سلامت مصرف کنندگان با دریافت کالری بالا ایجاد می‌گردد امروزه تقاضا برای استفاده از محصولات کم کالری با چربی و ساکارز کاهش یافته افزایش یافته است.چربی که عمدتاً از چربی شیر، کره و خامه تأمین می‌شود تولید کننده کالری، مسئول ایجاد بافت خامه‌ای، پایدارکننده کف، پایین آورنده مقدار ذوب بستنی، ایجاد کننده پوشش دهانی مناسب[1]،تقویت کننده طعم و نرمی بافت است[۱]. محصولات با چربی کمتر با مشکل کاهش کیفیت مربوط به طعم و ساختار رو به رو هستند[٤]. ساکارز نیز با تنظیم ماده جامد، مقدار یخ و سفتی بستنی را تعیین می‌کند و باعث ایجاد شیرینی و تولید کالری می‌شود[۵]. با کاهش و یا حذف این دو جزء آسیب جدی به بافت، خصوصیات رئولوژیکی و طعم محصول وارد می‌شود که باید از جایگزین‌های مناسب چربی و ساکارز جهت رفع این مشکلات استفاده کرد.

امروزه، تلاش فراوانی برای استفاده از محصولات طبیعی در مواد غذایی می‌شود یکی از این محصولات که بیشتر مورد توجه قرار گرفته است گیاهی به نام «استویا ربودیانا»[2] می‌باشد که به «گیاه برگ عسلی» نیز معروف است. استویا فاقد کالری می‌باشد و عدم وجود گلوکز، فروکتوز، ساکارز و مالتوز در آن اثبات شده است [٦]. این گیاه دارای برگ‌های شیرین است که منبعی از چند گلیکوزید دی‌ترپنی با مزه شیرین می‌باشدکه تحت عنوان گلیکوزیدهای استویول شناخته می‌شوند، ربودیوزیدآ[3]یکی از گلیکوزیدهای استویا است که ٤۰۰-۳۰۰ برابر شیرین‌تر از ساکارز می‌باشد[۷]و نقش مهمی در کیفیت گلیکوزیدهای استویا دارد و در مقایسه با شیرین‌کننده‌هایی مانند ساخارین و آسه سولفام در دهان تلخی ایجاد نمی‌کند[۸ و ۹].اینولین کربوهیدرات غیر قابل هضم ذخیره شده در گیاهانی مانند کاسنی، پیاز، سیر، موز، تره فرنگی، کنگر فرنگی و سیب زمینی ترشی است که حاوی فروکتوالیگوساکاریدهای طبیعی می‌باشد. دلیل استفاده از اینولین در محصولات غذایی ویژگی‌های تغذیه‌ای، تکنولوژیک و خاصیت پری‌بیوتیکی آن است. اینولین در معده و روده کوچک انسان هضم نشده و در آن‌جا رشد گونه‌های *بیفیدوباکتریوم* و *لاکتوباسیلوس* را که برای انسان مفید هستند تشدید می‌کند. این کربوهیدرات هنگامی که با آب مخلوط می‌شود، شبکه ژلی سه بعدی را به وجود آورده و سبب بهبود احساس دهانی با بافت قابل گسترش می‌شود به همین دلیل می‌تواند به عنوان جایگزین چربی در مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد[۱۰ و ۱۱].

دشموخ و همکاران (۲۰۱٤) استویا را در بستنی با طعم‌های مختلف به کار برده و مشاهده کردند که نمونه حاوی استویا کالری پایین‌تری نسبت به نمونه شاهد و فاقد استویا ایجاد می‌کند [۱۲]. گیری و همکاران (۲۰۱۲) اثر استویا را در سه غلظت ۰/۰۵، ۰/۰٦ و ۰/۰۷ درصد در محصول لبنی با نام محلی kulfi بررسی کرده و اعلام کردند که تیمارهای حاوی استویا به خاطر پایین آمدن ماده خشک وزن مخصوص پایین‌تری داشتند، از نظر مقدار ذوب و سفتی بافت نیز نمونه تیمار شده با استویا به دلیل افزایش رطوبت و اندازه کریستال‌های یخ به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را داشت[۱۳]. گوگیسبرگ و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر جایگزینی ساکارز با استویا بر خصوصیات رئولوژیکی و

1. Mouthcoating
2. Stevia Rebaudiana
3. Rabaudioside A

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

حسی ماست قالبی کم چرب را مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که کمترین ویسکوزیته ظاهری مربوط به نمونه حاوی استویا بود [١٤].

مهدیان و همکاران (١٣٩٢) در آزمایشی تأثیرافزودن اینولین در بستنی کم چرب حاوی ٥ درصد چربی را بررسی کرده و اعلام کردند که ویسکوزیته ظاهری و مقاومت به ذوب نمونه‌های حاوی اینولین بالاترین مقدار را داشت، همچنین اینولین باعث کاهش اورران نمونه‌های بستنی شد[١٠]. ایسیک و همکاران (٢٠١١) در تحقیقی با هدف تولید ماست منجمد کم کالری از اینولین و ایزومالت در سه غلظت ٥، ٦/٥ و ٨ درصد به عنوان جایگزین چربی و ساکارز استفاده کرده و مشاهده کردند که با افزایش مقدار اینولین و ایزومالت ویسکوزیته افزایش یافت، از لحاظ خصوصیات حسی و افزایش حجم اینولین با غلظت ٦/٥ درصد و ایزومالت با غلظت ٦/٥ درصد شبیه نمونه شاهد بودند، همچنین مقاومت به ذوب نمونه حاوی ایزومالت و اینولین از تیمار شاهد بالاتر بود[١٥]. در این تحقیق با هدف کاهش مقدار چربی و ساکارز در بستنی که هر دو موجب تولید کالری، افزایش وزن، فشار خون بالا و ابتلا به انواع بیماری ها می‌شود، از اینولین به عنوان جایگزین چربی و از ربودیوزید A به عنوان جایگزین ساکارز استفاده شد و اثر آنها بر کیفیت فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی مورد مطالعه قرار گرفت.

٢- مواد و روش

در این پژوهش شیر استریلیزه و هموژنیزه (با ١/٥ درصدچربی) و خامه استریلیزه و هموژنیزه (با ٣٠ درصدچربی) از شرکت دامداران تهران خریداری شد، شیر خشک (با ٠/٠١ درصد چربی) نیز از شرکت گلا آمل تهیه شد. ربودیوزید A با خلوص ٩٧درصد از شرکت تکفا تهران، اینولین HPX با خلوص ٩٩/٥ درصد، بلند زنجیر با درجه پلیمریزاسیون بیشتر از ٢٣ از شرکت حلمی نماینده شرکت بنئوارفتی آلمان در ایران، صمغ کربوکسی متیل سلولز[4] ساخت شرکت سان رز ژاپن از شرکت بایر شیمی تهران، ساکارز با مارک کاترین و وانیل نیز از فروشگاه محلی خریداری شد.

فرمولاسیون بستنی بر پایه

١٠ درصد مخلوط چربی و اینولین، شیرینی معادل ١٥ درصد ساکارز (مخلوط ساکارز و استویا)، ١٢ درصد ماده خشک بدون چربی شیر، ٠/١ درصد وانیل و ٠/٤ درصد کربوکسی متیل سلولز تهیه شد. متغیرهای مورد بررسی جایگزینی ساکارز با استویا در سطوح ١٠٠-٠ درصد و جایگزینی چربی با اینولین در سطوح ٨٥-٠ درصد بودند.

٢-١- روش تهیه بستنی

تولید بستنی بر اساس روش آکالین و اریسیر، (٢٠٠٨) انجام شد. بعد از توزین مواد اولیه ابتدا شیر تا دمای ٤٥-٤٠ گرم شد سپس شیر و خامه با همزن دستی (Black & Decker.250w، ساخت انگلستان) به مدت ١ دقیقه یکنواخت گردیدند، ساکارز و استویا به همراه سایر اجزای خشک شامل پودر شیر خشک و اینولین به مخلوط افزوده شده و به مدت ٥ دقیقه با همزن مکانیکی (پارس آزما ساخت ایران) با دور ٧٠rpm هم زده شدند. حلالیت اینولین در آب در دمای ٢٥ یک گرم بر لیتر است. مخلوط حاصله به مدت ٣٠ دقیقه در دمای ٧٠ در بن ماری پاستوریزه و در نهایت به کمک ماده سرمازا (یخ و آب نمک) تا دمای٥ خنک گردید سپس مرحله رساندن[5] را در دمای٦-٤ در یخچال به مدت ٢٤ ساعت طی کرد. وانیل نیز به مخلوط اضافه شد و مخلوط در دستگاه بستنی ساز غیر مداوم (Cuisinart ساختآمریکا) به مدت ٣٠ دقیقه مرحله انجماد را در دمای٤- گذراند در نهایت بستنی نرم در ظروف پلاستیکی درب‌دار از جنس پلی اتیلن بسته بندی شد تا به مدت ٢٤ ساعت مرحله سخت شدن را در فریزر با دمای١٨- سپری کند. بستنی آماده شده تا انجام آزمایش‌ها در این دما باقی ماند [١٦].

4. Carboxymethyl Cellulose
5. Aging

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

۲-۲- آزمایشات مخلوط بستنی و بستنی آماده شده

۲-۲-۱- وزن مخصوص[6]

این روش روی مخلوط بستنی و بعد از مرحله رساندن توسط روش پیکنومتری در دمای ۲۵ انجام گرفت. روش کار به این صورت بود که وزن پیکنومتر خشک و خالی (G)، وزن پیکنومتر همراه با آب مقطر (G_1) و وزن پیکنومتر به همراه نمونه (G_2) را اندازه گرفته و وزن مخصوص با فرمول زیر محاسبه شد: [۱۷]

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{G2 - G}{G1 - G}$$

۲-۲-۲- ویسکوزیته

ویسکوزیته آمیخته بستنی توسط ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (ProDV-+، ساخت آمریکا) در دمای ۵ به مدت ۲۰ ثانیه روی مخلوط بستنی با حجم ۶۰۰ میلی گرم با اسپیندل شماره ٦٤ و سرعت ۵۰rpm انجام گرفت [۱۸، ۱۹].

۲-۲-۳- اورران

افزایش حجم به روش وزنی با مقایسهحجم مشخصی از مخلوط بستنی قبل از انجماد(M_1) و بعد از انجماد (M_2) و محاسبه درصد اختلاف آنها توسط رابطه زیر بهدست آمد [۲۰]

$$\%OR = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \times 100$$

۲-۲-٤- سفتی بافت

جهت تعیین سفتی نمونهها با قطر ۵۰ میلیمتر بعد از طی مرحله سفت شدن از دستگاهآنالیز بافت (SANTAM، ایران) با پروب استوانهای ۵ میلیمتر، سرعت نفوذ ۱ میلیمتر بر ثانیه و مقدار نفوذ ۱۰ میلیمتر استفاده شد[۲۱].

۲-۲-٦- مقدار ذوب

نمونه بستنی به مقدار ۳۰ گرم در دمای ۲۵ روی یک صفحه فلزی مشبک در دهانه ارلن مایر در داخل انکوباتور قرار داده شد و وزن مقدار بستنی ذوب شده بر حسب درصدی از نمونه اولیه بعد از گذشت ٤۰ دقیقه اندازه گیری شد [۲۰ و ٦].

6. Specific Gravity

۲-۲-۵- زمان اولین قطره ذوب

نمونه بستنی به مقدار ۳۰ گرم در دمای ۲۵ روی یک صفحه فلزی مشبک در دهانه ارلن مایر در داخل انکوباتور قرار داده شد و زمان اولین قطره ذوب یادداشت گردید [۲۰].

۲-۲-۷- کالری تولید شده

کالری تولید شده نمونه بهینه و نمونه شاهد از طریق رابطه زیر محاسبه شد [۲۲]

(۹×چربی) + (٤×پروتئین) + (٤×کربوهیدرات) =کالری زایی

به منظور اندازه گیری رطوبت و خاکستر بستنی از روش استاندارد AOAC (۲۰۰۵) [۲۳]، پروتئین به روش کلدال و مقدار چربی توسط روش ژربر اندازه گیری شد، مقدار کربوهیدرات نیز از کم کردن تمام ترکیبات (پروتئین، خاکستر، چربی و رطوبت) از ۱۰۰ حاصل گردید.

۲-۲-۸- آزمونهای حسی

ارزیابی حسی نمونهها بعد از ۱ روز نگهداری در دمای۱۸- و با آزمون هدونیک ۵ نقطهای توسط ۱۰ داور (۸ زن و ۲ مرد) مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات مورد بررسی: رنگ، طعم، شدت سردی[7] ، بافت غیر دهانی، پوشش دهانی، سفتی، شدت کریستالی، وضعیت آب شدن در دهان و پذیرش کلی[8] از نظر داوران بود [٢٤ و ۲۵].

۲-۲-۹- تجزیه و تحلیل آماری

جهت بررسی اثر استویا و اینولین بر متغیرهای وابسته که شامل وزن مخصوص، ویسکوزیته، اورران، سفتی، زمان اولین قطره ذوب و مقدار ذوب بود از روش سطح پاسخ استفاده شد و بهینه-سازی فرمولاسیون به روش کاملاً تصادفی در قالب طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر در پنج سطح و شش تکرار در نقطه مرکزی انجام گرفت. در جدول ۱ متغیرهای مستقل، کد و سطوح مربوطه آنها آورده شده است. آنالیز دادهها (در سطح ۹۹٪ و ۹۵٪) و رسم شکلها توسط نرم افزار Design Expert 7.0.0 انجام گردید. برای آنالیز حسی نیز نرم افزار SPSS.21 بهکار گرفته شد.

7. Intensity of coldnes
8.Total acceptance

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

Table1 Independent variables and their contents

Independent variables	Experimental and coded values			
				+1.4110-1-1.41
X_1^*	10050	85.36	0	14.64
X_2		72.6	8542.512.40	

.*$X_1$and X_2, is Stevia and Inulin replacement, respectively.

۳- نتایج و بحث

نتایج ضرایب رگرسیون برای پیش‌بینی مدل توسط نرم افزار Design Expert در جدول ۲ نشان داده شده است، مطابق تجزیه واریانس نشان داده شده در جدول ۳ مدل‌های پیش‌بینی شده توسط روش RSM برای وزن مخصوص، ویسکوزیته، اورران، سفتی، زمان اولین قطره ذوب و مقدار ذوب معنی‌دار بوده‌اند ($P<۰/۰۵$). $R^۲$ بالاتر از ۹۰ درصد برای وزن مخصوص، ویسکوزیته و مقدار ذوب، بالاتر از ۸۰ درصد برای اورران و سفتی و ۷۵ درصد برای زمان اولین قطره ذوب و همچنین غیر معنی دار بودنتست عدم برازش نشان دهنده کارآمد بودن طرح برای پیش‌بینی تأثیر متغیرهای مستقل بر پاسخ‌ها بود.

Table 2 Regression coefficients for the response surface models

Term	Specific Gravity	Viscosity	Overrun	Hardness	First Drop	Melting Content
Intercept	1.06	2475.83	46.17	22.41	21.93	75.58
X_1	-0.012*	-812.27*	5.94*	11.56*	6.32*	-24.65*
X_2	0.0219*	-94.71	1.40	3.33*	-0.56	-7.35*
X_{11}	2.81×10^{-3}	-135.6	-4.65*	-	-	-9.79*
X_{22}	-0.010*	287.15*	-3.40*	-	-	-1.04
X_{21}	0.0005	-15	1	-	-	3.25

*Stars in the same column indicate significant differences ($P < 0.01$).

Table 3 Analysis of variance for the predicted response surface models

Dependent Variable		Model	Pure error	Total	Lack of fit	R^2(%)
Specific Gravity	degrees of freedom	5	5	13	3	91.2
	sum of squares	5.675×10^{-3}	2.615×10^{-4}	6.22×10^{-3}	2.853×10^{-4}	
	ValueP	0.0005			0.2607	
Viscosity	sum of squares	6.145×10^{6}	1.205×10^{5}	6.456×10^{6}	1.911×10^{5}	95.17
	ValueP	<0.0001			0.1608	
Overrun	sum of squares	530.27	34.83	649.43	84.32	81.65
	ValueP	0.0081			0.0837	
Hardness	sum of squares	1158.68	59.21	1347.2	129.32	86.01
	ValueP	<0.0001			0.2638	
Melting Content	sum of squares	6044.43	113.21	6487.09	329.45	93.18
	ValueP	0.0002			0.0609	
First Drop	sum of squares	321.6	16	426.9	89.29	75.3
	ValueP	0.0005			0.056	

۳-۱- وزن مخصوص

وزن مخصوص تیمارهای مختلف از ۱/۰۸۹- ۱/۰۱ متغیر بود. وزن مخصوص آمیخته بستنی با توجه به ترکیب آن از ۱/۱۲- ۱/۰۵ متغیر است[۱۷]. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش سطح جایگزینی استویا تا ۱۰۰ درصد وزن مخصوص آمیخته بستنی کاهش یافت که دلیل آن کاهش مقدار ماده خشک کل در راستای کاهش مقدار ساکارز تا صفر درصد بود، گیری و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی تأثیر استویا در سه سطح جایگزینی ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درصد به عنوان جایگزین ساکارز در بستنی محلی به نام Kulfi به این نتیجه رسیدند که با افزایش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

سطح جایگزینی استویا وزن مخصوص نمونه‌ها کاهش یافت[۱۳]؛ عباسی و سعیدآبادیان (۲۰۱۵) نیز مشاده کردند با کاهش مقدار شکر در فرمولاسیون بستنی وزن مخصوص آمیخته کاهش یافت[۲٦]. با افزایش سطح جایگزینی اینولین تا ۸۵ درصد وزن مخصوص آمیخته بستنی افزایش یافت. با افزایش درصد جایگزینی اینولین مقدار چربی بستنی کاهش داده شد و جدا کردن چربی شیر از بستنی باعث افزایش مقدار وزن مخصوص گشت. بالاترین مقدار وزن مخصوص برای نمونه حاوی صفر درصد استویا ۱/۰۸۹ و برای تیمار حاوی ۸۵ درصد جایگزینی اینولین ۱/۰۸۲ به دست آمد.

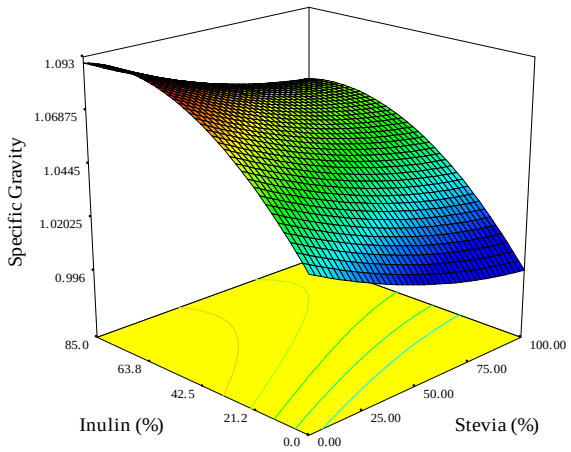

Fig 1 Response Surface for the effect of replacing Stevia and Inulin on Specific Gravity.

۳-۲- ویسکوزیته

ویسکوزیته یا مقاومت در برابر جریان ویژگی فیزیکی مهمی است که بر کیفیت حسی و ساختار بستنی تأثیر عمده‌ای می‌گذارد[۲۷]. مقدار ویسکوزیته مخلوط بستنی نشانگر مناسبی برای شناسایی عوامل مؤثر بر مخلوط بستنی می‌باشد [۱۷]. ویسکوزیته ظاهری آمیخته بستنی تیمارهای مختلف از ۳٤٦۷-۱۲٤۸ سانتی پوآز متغیر بود. ساکارز توسط گروه عاملی هیدروکسیل در ساختار خود به همراه صمغ کربوکسی متیل سلولز به دلیل آب دوستی شدید با قسمت مایع آمیخته پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند لذاویسکوزیته آمیخته بستنی را افزایش داده که در نهایت محلول بسیار غلیظ تولید می‌گردد [۱۷، ۱۰، ۲۸، ۲۹، ۱۹].همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود با افزایش سطح جایگزینی ساکارز با استویا ویسکوزیته آمیخته بستنی کاهش یافت و کمترین مقدار ویسکوزیته در جایگزینی کامل با استویا مشاهده شد. مقدار استویای جایگزین شده در فرمولاسیون بستنی شیرینی معادل ۱۵ درصد ساکارز را در محصول ایجاد می‌کند و از آنجایی که استویا ۳۰۰ برابر شیرین‌تر از ساکارز است مقدار کمتری استویا در فرمولاسیون به کار برده شد که باعث کاهش مقدار ماده خشک و در نهایت کاهش ویسکوزیته آمیخته بستنی گشت. مطابق با این یافته‌ها گوگیسبرگ و همکاران (۲۰۱۱)؛ علیزاده و همکاران (۲۰۱٤) نیز گزارش کردند با افزایش جایگزینی ساکارز با استویا به ترتیب ویسکوزیته ظاهری در ماست قالبی کم چرب و بستنی کاهش می‌یابد [۱٤، ۲۹].چربی تأثیر به سزایی بر ویسکوزیته مخلوط بستنی دارد چون تجمع گلبول‌های چربی در بستنی مسئول افزایش ویسکوزیته می‌باشند[۲۷]. در مطالعه‌ای که مصطفوی و همکاران (۱۳۹۳) بر تأثیر چربی بر ویسکوزیته آمیخته بستنی انجام دادند مشاهده کردند که با کاهش مقدار چربی از ۱۰ درصد به ۲ درصد مقدار ویسکوزیته ظاهری کاهش یافت[۳۰]. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در مقادیر جایگزینی کمتر از ٤۲/۵ درصد اینولین با کاهش چربی ویسکوزیته کاهش یافت ولی با جایگزینی اینولین در سطوح بالاتر از ٤۲/۵ درصد تأثیر چربی بر ویسکوزیته توسط اینولین جبران گردید و با افزایش درصد جایگزینی اینولین افزایش یافت، به طوریکه در بیشترین مقدار جایگزینی در سطح ۸۵ درصد ویسکوزیته آمیخته همانند نمونه حاوی ۱۰۰ درصد چربی شد. همانطور که در جدول ۲ دیده می‌شود تأثیر درجه دو اینولین بر ویسکوزیته معنی‌دار بود، در مقادیر بالاتر اینولین به خاطر وزن مولکولی بالای این پلی ساکارید با درجه پلیمریزاسیون بیشتر از ۲۳، باند شدن با مولکول‌های آب و توانایی برهم‌کنش با پروتئین‌های شیر ویسکوزیته ظاهری آمیخته بستنی حتی با کاهش مقدار چربی بیشتر شد. مهدیان و همکاران (۱۳۹۲) نیز در مقایسه تأثیر افزودن اینولین و کنسانتره پروتئینی شیر در سه سطح ۰، ۲ و ٤ درصد در بستنی کم چرب حاوی ۵ درصد چربی به این نتیجه رسیدند که با افزایش مقدار اینولین و کنسانتره پروتئینی شیر ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های بستنی افزایش می‌یابد ولی نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئینی شیر در مقایسه با نمونه‌های حاوی اینولین ویسکوزیته بالاتری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

داشتند[١٠]؛ ایسمایل و همکاران (٢٠١٣) با مطالعه تأثیر افزودن اینولین در بستنی کم چرب حاوی ٣ درصد چربی شیر در سطوح ٠، ٢/٥ و ٥ درصد اینولین مشاهده کردند با افزایش سطح اینولین تا ٢/٥ درصد ویسکوزیته افزایش ولی در سطح ٥ درصد ویسکوزیته کاهش یافت [٣١].

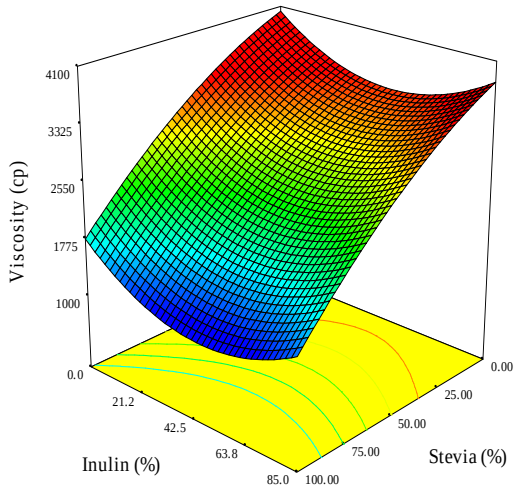

Fig 2 Response Surface for the effect of replacing Stevia and Inulin on Viscosity (cP).

٣-٣- اورران

اورران بر پایداری کف، سفتی بافت و خصوصیات حسی بستنی تأثیر می‌گذارد همچنین از رشد کریستال‌های یخ در حین انجماد می‌کاهد، مقدار ذوب را کاهش داده و پایداری کف را در طی نگهداری افزایش می‌دهد[٣٢]. اورران تیمارهای مختلف از ٥٢-٢٩ درصد متغیر بود. با افزایش مقدار جایگزینی ساکارز با استویا تا ٨٥/٣٦ درصد حجم نمونه‌های بستنی نیز افزایش پیدا کرد احتمالاً دلیل این افزایش حجم کاهش مقدار ویسکوزیته است[١٩]، چون در صورت کم شدن مقدار ساکارز ویسکوزیته نیز کاهش می‌یابد و در اثر کاهش ویسکوزیته همزدن سریع شده و ساختمان ژلی و خوشه‌های گلبول‌های چربی پاره و از هم گسیخته می‌شوند که در نهایت باعث اختلاط هوا با مخلوط گشته و اورران بیشتر می‌شود[٢٠]، ولی در ١٠٠ درصد جایگزینی استویا اورران کمتر از سطح جایگزینی ٨٥/٣٦ درصد بود، کاهش بیش از حد ماده خشک و جایگزین شدن آب در مرحله انجماد باعث کاهش اورران در سطح ٠ درصد ساکارز شد. نتایج به دست آمده در این پژوهش با گزارش ارائه شده توسط علیزاده و همکاران (٢٠١٤)؛ پون و همکاران (٢٠١٥) مطابقت داشت [٢٩، ٦]. با افزایش مقدار جایگزینی اینولین تا ٤٢/٥ درصد اورران افزایش یافت ولی در مقادیر بالاتر از ٤٢/٥ درصد جایگزینی اورران کاهش پیدا کرد، دلیل تغییر در اورران با جایگزینی اینولین را می توان به تغییر در مقدار ویسکوزیته ظاهری آمیخته نسبت داد به این صورت که در مقادیر جایگزینی کمتر از ٤٢/٥ درصد کاهش ویسکوزیته باعث افزایش سرعت هوادهی به مخلوط بستنی شد ولی در مقادیر جایگزینی بیشتر از ٤٢/٥ درصد، اینولین به عنوان جایگزین چربی به دلیل داشتن خاصیت تجمع کنندگیبا افزایش مقاومت به جریان، مانع از افزایش اورران شد. آکالین و اریسیر(٢٠٠٨) نیز گزارش کردند اورران بستنی نیم چرب با ٦ درصد چربی که از اینولین به مقدار ٤ درصد به عنوان جایگزین چربی استفاده کردند بیشتر از نمونه شاهد با ١٠ درصد چربی و بدون اینولین بود ولی نمونه کم چرب با ٣ درصد چربی و ٤ درصد اینولین اورران کمتری نسبت به نمونه شاهد داشت[١٦]؛ایسمایلو همکاران (٢٠١٣) اعلام کردند که با افزایش سطح اینولین در بستنی کم چرب حاوی ٣ درصد چربی به دلیل بالا رفتن ویسکوزیته اورران نسبت به نمونه کم چرب فاقد اینولین کمتر بود[٣١].

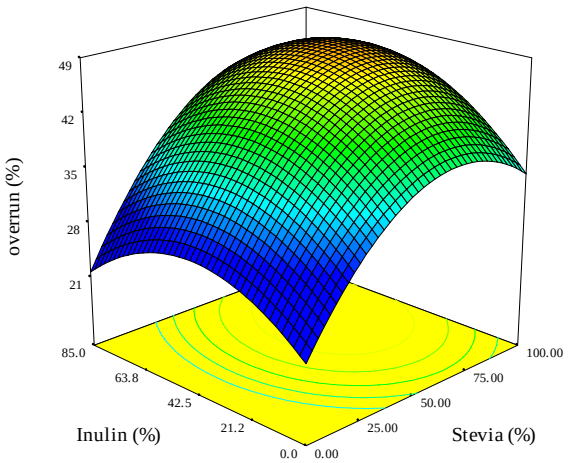

Fig 3 Response Surface for the effect of replacing Stevia and Inulin on Overrun (%).

٣-٤- سفتی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

سفتی بستنی مقاومت آن در برابر تغییر شکل توسط نیروی خارجی تعریف می‌شود و توسط فاکتورهایی مانند اورران، سایز کریستال یخ و حجم فاز یخی تحت تأثیر قرار می‌گیرد[۳۲]. سفتی بافت تیمارهای حاوی جایگزین چربی و ساکارز در محدوده ۴۷-۷/۷۵ نیوتن بود. همانطور که در شکل ٤ مشاهده می‌شود افزایش سطح جایگزینی استویا تا ۱۰۰ درصد باعث افزایش سفتی بافت بستنی شد دلیل افزایش سفتی بافت کاهش ماده خشک به دلیل پایین آمدن مقدار ساکارز در فرمولاسیون بستنی بود که آب جایگزین ساکارز در مخلوط گشته و در حین انجماد در اثر افت دمای نقطه انجماد حجم فاز یخی افزایش یافت، همچنین ساکارز با افزایش ویسکوزیته آمیخته و با محدود کردن انتقال جرم از مهاجرت مولکول‌های آب به سطح کریستال-های یخ جلوگیری کرده و سرعت رشد کریستال‌های یخ کاهش می‌یابد[۱۸، ۳۳]، که در اثر کاهش مقدار ساکارز با افزایش سطح جایگزینی استویا کریستال‌های یخ بیشتری در حین انجماد رشد کرده و سفتی بافت افزایش می‌یابد. در تحقیق صورت گرفته توسط گیری و همکاران در سال ۲۰۱۲ نتیجه مشابهی مشاهده گردید کمترین مقدار سفتی برای نمونه شاهد که حاوی ۱۰۰ درصد ساکارز بود به‌دست آمد ولی در نمونه‌های حاوی استویا به عنوان جایگزین ساکارز سفتی بیشتر شد که دلیل این افزایش را کاهش ماده خشک بستنی‌های تیمار شده با استویا اعلام کردند[۱۳]؛عباسی و سعیدآبادیان (۲۰۱۵) نیز افزایش سفتی بافت بستنی با کاهش مقدار ساکارز در فرمولاسیون را افزایش حجم فاز یخی گزارش کردند[۲٦]. همانطور که در جدول ۲ دیده می-شود تأثیر اینولین نیز بر سفتی بافت معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) به این صورت که با افزایش سطح جایگزینی اینولین از صفر تا ۸۵ درصد سفتی بافت به صورت معنی‌دار افزایش یافتتجمع گلبول-های چربی از افزایش سفتی بافت جلوگیری می‌کند با کاهش چربی ویژگی ترکیب جریان احاطه کننده سلول‌های هوا که با خوشه‌های چربی پوشانده شده بودند تغییر کرد و با اینولین که حاوی زنجیره بلند با درجه پلیمریزاسیون بالایی است جایگزین شد و درنهایت سفتی بافت افزایش یافت. مطابق با این نتایج ناگار و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند سفتی بافت بستنی کم چرب (۵ درصد چربی) با افزایش اینولین نسبت به نمونه شاهد (حاوی ۱۰ درصد چربی) بیشتر شد[۳٤]؛آکالین و اریسیر (۲۰۰۸) هم در بررسی خود نشان دادند که سفتی بافت نمونه‌های کم چرب حاوی اینولین نسبت به بستنی شاهد بیشتر بود [۱٦].

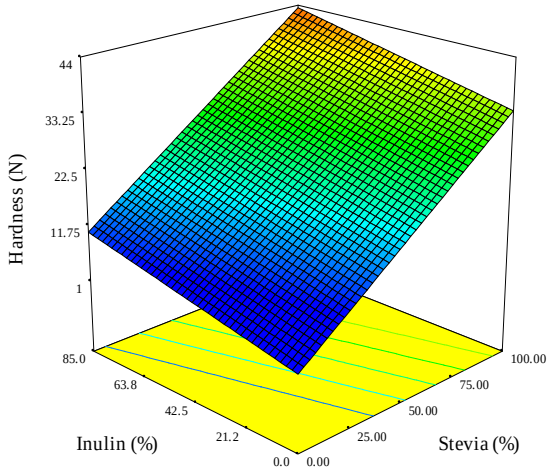

Fig 4 Response Surface for the effect of replacing Stevia and Inulin on Hardness (N).

۳-۵- مقدار ذوب

مقدار ذوب بستنی تحت تأثیر عواملی چون میزان هوای ورودی به بستنی و همچنین شکل گیری گلبول‌های چربی در حین انجماد، شکل و رشد کریستال‌های یخ، ناپایداری چربی و سفتی بافت بستنی می‌باشد [۳۲]. حرارت محیط باعث ذوب کریستال-های یخ می شود آب حاصل از ذوب کریستال‌های یخ در فاز سرمی غیر منجمد پخش شده و سپس مایع رقیق شده از ساختار کف مانند بستنی عبور کرده و در نهایت جریان می‌یابد [۳۵]. نمونه فاقد جایگزینی استویا با ۹٦ درصد ذوب بالاترین مقدار ذوب را داشت با توجه به شکل ۵ با افزایش درصد جایگزینی استویا مقدار ذوب بستنی کاهش یافت که دلیل آن پایین آمدن مقدار ماده خشک موجود در بستنی به خاطر جایگزین شدن ساکارز با استویا بود. کاهش ماده خشک باعث افزایش اورران در بستنی شد هرچه افزایش حجم بیشتر باشد به دلیل نقش عایق بودن هوا گرما به کندی در داخل بستنی نفوذ کرده و مقدار ذوب کاهش می‌یابد. گیری و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی تأثیر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

استویا در Kulfi گزارش کردند که نمونه‌های حاوی ٥٠، ٦٠ و ٧٠ درصد جایگزینی استویا مقدار ذوب کمتری نسبت به نمونه شاهد دارا بود دلیل آن را افزایش رطوبت و اندازه کریستال‌های یخ به خاطر کاهش ساکارز اعلام کردند [١٣]؛ پون و همکاران (٢٠١٥) نیز اعلام کردند که در بستنی حاوی استویا به عنوان جایگزین ساکارز به دلیل افزایش اورران و کاهش انتقال حرارت مقدار ذوب بستنی کاهش یافت [٦]. با افزایش مقدار جایگزینی اینولین مقدار ذوب بستنی افزایش یافت. که دلیل آن احاطه شدن سلول‌های هوا با گلبول‌های چربی بود و آنجایی که سرعت انتقال حرارت هدایتی چربی کمتر از آب می‌باشد نمونه‌های حاوی درصد چربی بالاتر مقدار ذوب کمتری داشتند همچنین در نمونه-های با چربی بالا شبکه منظم و بهم پیوسته‌ای از چربی در داخل سرم ایجاد می‌گردد که به حفظ ساختار بستنی کمک می‌کند در حالیکه در نمونه‌های حاوی درصد جایگزینی بالای اینولین مولکول‌های چربی به صورت گسسته در داخل فاز سرمی پخش شدند و اینولین نیز توانایی حفاظت از شکل بستنی در طول ذوب شدن را نداشته و در نهایت مقدار ذوب بستنی افزایش یافت. آکالین و اریسیر (٢٠٠٨)نیز اعلام کردند که با جایگزین شدن اینولین در سطح ٤ درصد در بستنی کم چرب به دلیل عدم توانایی اینولین در پایدار نگه داشتن شکل بستنی مقدار ذوب بستنی نسبت به نمونه شاهد حاوی ١٠ درصد چربی افزایش یافت [١٦]؛ ولی ناگار و همکاران (٢٠٠٢) گزارش کردند با افزایش اینولین مقدار ذوب ماست بستنی نسبت به نمونه شاهد (١٠ درصد چربی) کاهش یافت [٣٤]؛ ایسمایل و همکاران (٢٠١٣) اعلام کردند که افزایش سطح اینولین در بستنی کم چرب با مقدار ذوب نمونه ها رابطه معکوس داشت [٣١].

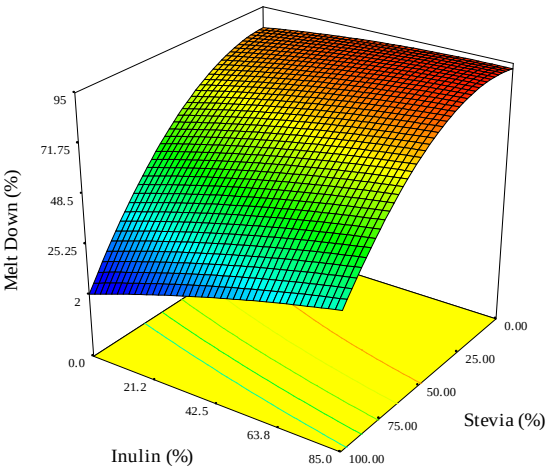

Fig 5 Response Surface for the effect of replacing Stevia and Inulin on Melting Content (%).

٣-٦- زمان اولین قطره ذوب

زمان اولین قطره ذوب تیمارهای مختلف از ٣٦-١٣ دقیقه متغیر بود. دو پدیده انتقال حرارت و انتقال جرم باعث ذوب بستنی می‌شوند به این صورت که حرارت محیط به تدریج از قسمت خارجی به داخل بستنی نفوذ کرده و سبب ذوب کریستال‌های یخ می‌شود [٣٥] که ذوب کریستال‌های یخ زمان اولین قطره ذوب را تعیین می‌کند. با افزایش سطح جایگزینی استویا زمان اولین قطره ذوب بستنی افزایش یافت به طوری‌که بیشترین زمان اولین قطره ذوب برای نمونه حاوی ١٠٠ درصد جایگزینی ساکارز با استویا مشاهده شد که دلیل آن کم شدن مقدار ساکارز در فرمولاسیون بستنی بود چون با کاهش ماده خشک به دلیل بالا بودن مقدار آب افت نقطه انجماد بیشتر شده و حجم فاز یخی افزایش می‌یابد که در اثر افزایش حجم فاز یخی سرعت رشد کریستال‌های یخ نیز بالا می‌رود و کریستال‌های یخ رشد کرده در بافت بستنی باعث افزایش میزان سفتی بافت می‌شود سفتی بافت نیز با زمان اولین قطره ذوب رابطه مستقیم دارد که در نهایت زمان اولین قطره ذوب افزایش می‌یابد. تأثیر جایگزینی چربی با اینولین بر این پارامتر غیر معنی‌دار بود، با کاهش چربی و جایگزین شدن اینولین اختلاف معنی‌داری در زمان اولین قطره ذوب در بستنی ایجاد نشد ($P>0/05$). اینولین با افزایش سفتی بافت بستنی و چربی از طریق کاهش انتقال حرارت سبب افزایش زمان اولین قطره ذوب می‌شوند اما چون این دو ترکیب اثر یکسانی در این زمینه دارند و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

جایگزین یکدیگر شده‌اند تغییر معنی‌داری در زمان اولین قطره ذوب مشاهده نشد.

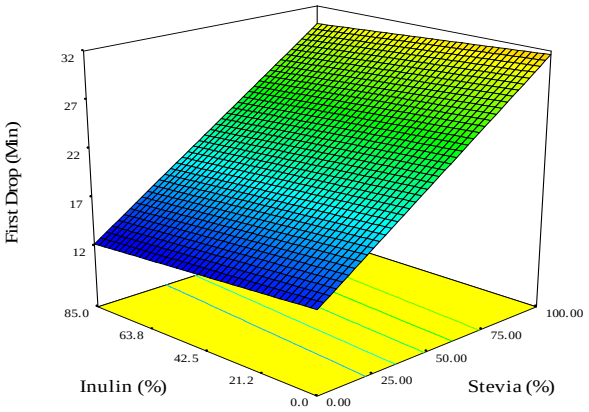

Fig 6 Response Surface for the effect of replacing Stevia and Inulin on First Drop (Min).

۳-۷- تعیین سطوح بهینه استویا و اینولین

با توجه به نتایج به دست آمده از آنالیز فاکتورهای فیزیکوشیمیایی بستنی معمولی (۱۵ درصد ساکارز، ۱۰ درصد چربی)، در بهینه-یابی سطوح جایگزینی استویا و اینولین تلاش بر این شد که فاکتورهای ویسکوزیته، اورران، سفتی، اولین قطره ذوب و مقدار ذوب بستنی رژیمی بیشترین نزدیکی را به بستنی معمولی داشته باشد. افزایش حجم در بیشترین مقدار، سفتی در کمترین مقدار، ویسکوزیته در بالاترین مقدار، ۲۵-۲۰ دقیقه زمان برای اولین

قطره ذوب و ۹۶-۸۵ درصد مقدار ذوب در نظر گرفته شد. سطوح جایگزینی بهینه استویا و اینولین به ترتیب ٤۲ درصد و ٦۲/۹ درصد تعیین شد. نمونه بستنی با این سطوح جایگزینی تعیین شده توسط نرم افزار تهیه و آزمایشات مربوط به خواص فیزیکوشیمیایی تیمار بهینه انجام پذیرفت و با مقادیر پیش‌بینی شده توسط نرم افزار مورد مقایسه قرار گرفت مقایسه نتایج آزمایشگاهی با مقادیر پیش‌بینی شده نشان دهنده تأیید مدل بود (جدول ٤).

Table 4 Predicted content of dependent variables of optimized experimented sample

Sample	Viscosity (cP)	Overrun (%)	Hardness (N)	Melting Content (%)	First Drop (Min)
Predicted	2736.94[a*]	43.65[a]	21.83[a]	85[a]	20[a]
Experimented	2841± 20.55[a]	44.66± 1.20[a]	20.5± 1.44[a]	77.33± 1.85[a]	20.33± 0.33[a]

*Similar letters in the same column indicate insignificant differences ($P < 0.05$).

Table 5 Chemical composition and energy content of control and optimized dietetic ice cream

Sample	Dry Matter(%)	Fat (%)	Protein (%)	Ash (%)	Moisture (%)	Carbohydrate(%)	Energy (kCal)
Control ice cream	38.09	10	3.65	0.82	61.91	23.62	199.08
Dietetic ice cream	32.07	3.7	4.9	0.88	67.13	22.59	143.22

۳-۸- کالری زایی

همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود مقدار انرژی تولید شده توسط نمونه بهینه تقریباً ۲۸ درصد کمتر از تیمار شاهد بود.

۳-۹- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نمونه شاهد و نمونه بهینه‌شده در این مطالعه در جدول ٦ آورده شده است. تمام فاکتورهای حسی به جز شدت کریستالی و سردی نمونه بهینه امتیاز بالایی کسب کرده و اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند (P>۰/۰۵) ولی از نظر شدت کریستالی و شدت سردی بین نمونه شاهد و رژیمی اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). بستنی رژیمی از لحاظ شدت کریستالی امتیاز پایین‌تری نسبت به نمونه شاهد کسب کرد چون با جایگزینی استویا و اینولین در بستنی به دلیل کاهش ماده خشک و جایگزین شدن آن با آب حجم فاز یخی افزایش یافته

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

کریستال‌های یخ بیشتر رشد کرده و در هنگام خوردن در دهان احساس می‌شوند. از نظر سردی نیز امتیاز داده شده به بستنی رژیمی پایین‌تر از نمونه شاهد بود . شدت سردی بعد از ذوب شدن نمونه بستنی در دهان ایجاد می‌شود، چربی و ساکارز باعث کاهش احساس سردی در دهان شده در نتیجه انتظار می‌رود با کاهش چربی و ساکارز شدت سردی تشدید گردد و امتیاز داده شده به بستنی رژیمی پایین باشد[٢٧].

Table 6 Sensory evaluation of control and dietetic ice cream

Sample	Colour	Texture	Hardness	Flavour	Crystalline intensity	Mouth coating	Coldness intensity	Melting rate	Total acceptance
Control	4.7± 0.15[a*]	4.5± 0.22[a]	4.5± 0.26[a]	4.6± 0.22[a]	4.8± 0.13[a]	4.6± 0.16[a]	4.8± 0.13[a]	4.9± 0.1[a]	4.7± 0.15[a]
Dietetic	5[a]	4.6± 0.16[a]	4.6± 0.16[a]	4.4± 0.22[a]	3.6± 0.26[b]	4.6± 0.16[a]	4± 0.21[b]	4.7± 0.15[a]	4.66± 0.22[a]

* Different letters in the same column indicate signifcant differences ($P < 0.05$).

٤- نتیجه گیری

با افزایش سطح جایگزینی استویا تا ١٠٠ درصد ویسکوزیته و مقدار ذوب کاهش، اورران، سفتی، زمان اولین قطره ذوب افزایش یافت. با افزایش درصد جایگزینی اینولین نیز، سفتی و مقدار ذوب افزایش یافت به طوری‌که کمترین مقدار ذوب و سفتی در نمونه حاوی ١٠٠ درصد چربی مشاهده شد. در ارزیابی حسی پذیرش کلی بستنی معمولی و بستنی رژیمی بهینه شده اختلاف معنی داری باهم نداشتند ولی بستنی رژیمی از نظر شدت کریستالی و سردی امتیاز پایین‌تری کسب کرد. فرمولاسیون بستنی رژیمی بهینه شده با جایگزینی ٤٢ درصد ساکارز با استویا و ٦٢/٩ درصد چربی با اینولین حاوی ١٤٨ کیلوکالری غذایی به ازای هر ١٠٠ گرم بستنی تعیین شد که علاوه بر کاهش مقدار چربی و ساکارز میزان کالری تولید شده توسط این بستنی ٢٨ درصد کمتر از بستنی شاهد بود. قیمت به ازای هر ١٠٠٠ گرمبستنی رژیمی،٦٨٤١٠ ریال و بستنی معمولی ٧٠٥٤٠ ریال برآورد شده کهاز نظر اقتصادی نیز برای مصرف کننده با صرفه‌تر است. نتایج این پژوهش نشان داد که می توان از استویا و اینولین به ترتیب، به عنوان جایگزین مناسب ساکارز و چربی در فرمولاسیون بستنی رژیمی استفاده کرد.

٥- منابع

[1] Clarke, C. (2004). The Science of ice cream. The Royal Society of Chemistry, 38-59.

[2] Granger, C., Langendorff, V., Renouf, N., Barey, P., Cansell, M. (2004). Short Communication: Impact of Formulation on Ice Cream Microstructures: an Oscillation Thermo-Rheometry Study. Dairy Science, 87: 810-812.

[3] Maki, K., Davidson, M., Tsushima, R., Matsuo, N., Tokimitsu, I., Umpororowicz, D., Dickeli,. M., Foster, G., Ingram, K., Anderson, B., Frost, S., Bell, M. (2002).Consumption of diacylglycerol oil as part of a reduced-energy diet enhances loss of body weight and fat in comparison with consumption of a triacylglycerol control oil.American Society for Clinical Nutrition, 76: 1230-1236.

[4] McGhee, Ch. E., Jones, J. O., Park, Y. W. (2015), Evaluation of textural and sensory characteristics of three types of low-fat goat milk ice cream. Small Ruminant Research, 123: 293-300.

[5] Farahnoudi, F. (1377). Dairy Processing Handbook. Tehran.PublicationsResearchand EducationTehranJahad, 323-328. [in persian].

[6] Pon, S. Y., Lee, W. J., Chong, G. H. (2015). Textural and rheological properties of stevia ice cream. International Food Research Journal, 22 (4): 1544-1549.

[7]Safdarzadeh, M., Askar, M. (1392). Stevia-healthy Society-healthy life,Second National Conference on FoodScience and Technology. Guchan. Iran. [in persian].

[8] Nabros, L. (2001). Altarnative Sweeteners. 3rd ed. Marcel Dekker. United States of America.

[9] Karimi, M., Hashemi, J., Ahmadi, A., Abbasi, A., Esfahani, M. (2014).Study on the bioactivity of steviol and isosteviol in stevia (Stevia rebaudiana Bertoni).Acta Physiologiae Plantarum, 36: 3243-3248.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

[10]Mahdian, E., Karajian, R., Sabri, S. (1392). The effect of inulin and milk protein consantrate on physicochemical and sensory properties of low fat ice cream.Innovation In Food Processing, 5 (4): 44-51. [in Persian].

[11] Meyer, D., Bayarri, S., Tárrega, A., Costell, E. (2011). Inulin as texture modifier in dairy products.Food Hydrocolloids, 25: 188-1890.

[12] Deshmukh, Y., Sirsat, A., Hande, P., Zele, SH., More, M. (2014). Preparatin of ice cream using natural sweetener stevia.Food Science Research Journal, 5 (1): 30-33.

[13] Giri, A., Rao, H., Ramesh, V. (2012).Effect of partial replacement of sugar with stevia on the quality of kulfi.Food Science Technology, 51 (8): 1612-1616.

[14] Guggisberg, D., Piccinali, P., Schreier, K. (2011).Effects of sugar substitution with Stevia, Actilight_ and Stevia combinations or Palatinose_ on rheological and sensory characteristics of low-fat and whole milk set yoghurt.International Dairy Journal, 21: 636-644.

[15] Isik, U., Boyacioglu, D., Capanoglu, E., Erdil, D. (2011). Frozen yogurt with added inulin and isomalt.Dairy Science, 94: 1647-1656.

[16] Akalin, A., Erisir, D. (2008).Effects of Inulin and Oligofructose on theRheological Characteristics and Probiotic CultureSurvival in Low-Fat Probiotic Ice Cream.Food Microbiology and Safety, 4: 184-188.

[17] Goff, H., Hartel, R. (2013). Ice cream. 7th. Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 403-430.

[18] Livney, T., Hartel, R. (1996).Ice Recrystallization in Ice Cream: Interactions Between Sweeteners and Stabilizers.Dairy Science, 80: 447-456.

[19] Amiri, Z. R., Ahmadi, M. E. (1393). The possibility of substitution of carboxy methyl cellulose and tragacanth gum on the physical and sensory properties of ice cream. Journal of Food Research. 24 (2): 279-290. [in Persian].

[20] Marshall, R.T., Arbuckle, W.S. 1996. The science of Ice cream. 5thed. Torkashvand, Y. Eta. Tehran. [in Persian].

[21] Soukoulis, C., Rontogianni, E., Tzia,C. (2010). Contribution of thermal, rheological and physical measurements to the determination of sensorially perceived quality of ice cream containing bulk sweeteners.Journal of Food Engineering, 100: 634-641.

[22] Arabshahi, S., Alami, M., Amiri, S. S. (1393).The effects of basil seed mucilage as fat replacer on physicochemical. Rheological, textural and sensory properties of low-fat mayonnaise, ResearchJournal ofFood, 24 (2): 249- 256. [in persian].

[23]AOAC, 2005. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Vol. II. Arlington. VA:Association of Official Analytical Chemists.

[24] Moeenfard, M., Tehrani, M. (2008).Effect of Some Stabilizers on the Physicochemical and Sensory Properties of Ice Cream Type Frozen Yogurt.American-Eurasian , Agric and Envirinment Science, 4: 584-589.

[25] Hettiarachchi, C. A., Illeperuma, D. C. K. (2015). Developing a trained sensory panel for comparison of different brands of vanilla ice cream using descriptive sensory analysis. Journal.Natn.Science.Foundation Sri Lanka, 43 (1): 45-55.

[26] Abbasi, S., Saeedabadian, A. (2015). Influences of lactose hydrolysis of milk and sugar reduction on some physical properties of ice cream. Journal Food Science Technology, 52 (1): 367-374.

[27] Aime, D., Arntfield, S., Malcolmson, L., Ryland, D. (2001). Textural Analsis of reduced vanilla ice cream products.Food Research International, 34: 237-246.

[28] Kaya, S., Tekin, A. (2001).The effect of salep content on the rheological characteristics of a typical ice-cream mix. Journal of Food Engineering, 47: 59-62.

[29] Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., Kheirouri, S. (2014). Impact of Using Stevia on Physicochemical, Sensory, Rheology and Glycemic Index of Soft Ice Cream.Food and Nutrition Sciences, 5: 390-396.

[30] Mostafavi, F., Tehrani, M., Mohebbi, M. (1393). The effectof fat on the physical and rheological properties of vanilla ice cream.Journal of Food Science & Technology, 45 (11): 55-64. [in persian].

[31] Ismail, E. A., Al-Saleh, A., Metwalli, M. (2013). Effect of Inulin Supplementation on Rheological Properties of Low-Fat Ice

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

Cream.Life Science Journal, 10 (3): 1742-1746.
[32] Muse, M., Hartel, R. (2004). Ice crem structural elements that affect melting rate and hardness.Journal of Dairy Science, 87: 1-100.
[33] Hagiwara, T., Hartel, R. W. (1994). Effect of Sweetener, Stabilizer, and Storage Temperature on Ice Recrystallization in Ice Cream. Journal of Dairy Science, 79: 735-744.
[34] Nagar, G., Clowes, G., Tudorica, C., Kuri, V., Brennan, C. (2002). Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin.International Journal of Dairy Technology, 55: 89-93.
[35] Amiri Ogadaie, S., Alami, M., Rezaie, R., Dadpour, M., Khomeiri, M. (1391). effect of Basil seeds and Psyllium mucilage on the physiological, rheological and sensory properties of soft ice cream. Journal ofFood Science and TechnologyResearch andInnovation, 1 (1): 23-36. [in Persian].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

Effect of stevia and inulin on the structure, physicochemical and sensory properties of dietetic ice cream

Gheybi, N. [1], RaftaniAmiri, Z. [2*], Kasaai, M. R.[3]

1. M. Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

(Received: 94/4/8 Accepted: 94/6/7)

In this research, stevia and inulin was used as sugar and fat replacer in dietetic ice cream formulation, respectively. Ice cream formulation with stevia (0-100%) and inulin (0-85%) was optimizedusing Response Surface Methodology.Dependent variables included specific gravity (SG), viscosity, overrun, first drop and melting. The results showed that SG had converse relation with replacing stevia and positive correlation with replacing inulin. Viscosity was decreased by increasing substitution of stevia up to 100%, while increasing replacement of sucrose with stevia led to increase overrun. All levels of substitution of stevia and inulin led to significant increase of hardness. The lowest melting rate was observed in sample containing 100% stevia and sample containing 0% inulin. Optimum content of stevia and inulin was determined 42% and 62.9% respectively, in Dietetic ice cream. In sensory evaluation there was no significant difference in total acceptance between diet and control sample that contained 15% sugar and 10% fat (P>0.05) but dietetic ice cream had lower score for intensity of crystalline and coldness. The calorie of diet ice cream was 28% lower than control sample.

Key Words: Dietetic ice cream, Stevia, Inulin, Response Surface Methodology

* Corresponding Author E-Mail Address: zramiri@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]