

فرمولاسیون و تهیه بستنی با جایگزینی شکر با سوکرالوز و تأثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی بستنی

بهروز نظری^{۱*}، سیمین حق نظری^۲ و مرضیه بلندی^۳

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۱۳

^۱ کارشناس ارشد، مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان

^۲ استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه زنجان

^۳ استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان

* مسئول مکاتبه: E-mail: nazari.shahrooz@gmail.com

چکیده

بستنی مخلوط منجمدی از ترکیبات اجزاء شیر، مواد شیرین کننده، پایدار کننده، امولسیفایر و مواد مولد عطر و طعم که به دلیل وجود اجزای مختلف در ساختار خود نظیر کریستال‌های یخ و حباب‌های هوای پراکنده در فاز سرمی دارای ویژگی‌های کلوئیدی متنوعی است. در این پژوهش ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی بستنی با جایگزینی نسبت‌های مختلف سوکرالوز به عنوان جایگزین شکر در فرمولاسیون بستنی رژیمی بررسی شد. بستنی وانیلی با میزان قند ۱۹ درصد به عنوان نمونه کنترل در نظر گرفته شد و سوکرالوز در پنج سطح (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰٪) جایگزین شکر موجود در فرمولاسیون گردید و، سپس ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی آن تعیین شد. بررسی نتایج نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی سوکرالوز میزان افزایش حجم بستنی، ویسکوزیته، دمای خروج از ذوب و وزن مخصوص بستنی کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: بستنی، سوکرالوز، شکر، جایگزین شکر

Formulation and preparation of ice cream replacing sugar with sucralose and its effect on physicochemical properties of ice cream

B Nazari^{1*}, S Haghazari² and M Bolandi³

Received: April 7, 2012 Accepted: August 3, 2012

¹MSc, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University of Damghan, Damghan, Iran

²Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, University of Zanjan, Zanjan, Iran

³Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture President, Islamic Azad University of Damghan, Damghan, Iran

*Corresponding author: E-mail: nazari.shahrooz@gmail.com

Abstract

Ice cream is frozen mixture of milk materials, sweeteners, stabilizers, emulsifiers and flavor which has a variety of colloidal features because of different component in its structure such as ice crystals and dispersed air cells in serum phase. In this study, physicochemical properties of ice-cream were studied by using different ratios of sucralose as a substitute of sugar in the ice cream formulation. Vanilla ice cream with 19% sugar was used as a control sample and sucralose in five levels (20, 40, 60, 80 and 100%) was used as a substitute for sugar in the formulation, then its physicochemical properties were investigated. Results showed that by increasing sucralose overrun, viscosity, specific gravity and melting temperature of ice cream decreased.

Keywords: Ice cream, Sucralose, Sugar, Sugar substitute

مقدمه

یکی از پرمصرف ترین مواد غذایی انسان، شیر و فرآورده های وابسته به آن در غذای روزانه می باشد. بستنی، مخلوط منجمدی از ترکیبات اجزاء شیر، مواد شیرین کننده، پایدار کننده، امولسیفایر و مواد مولد عطر و طعم است. بخش قابل توجهی از قیمت بستنی مربوط به شکر مصرفی می باشد. با توجه به نقش شکر در رژیم غذایی افراد و ضرورت کاهش مقدار آن در سبد غذایی روزانه، انتخاب فرمولاسیون مناسب و تولید یک دسر منجمد با میزان شکر پایین با هدف سلامتی زایی، در کنار حفظ ویژگی های حسی و بافتی محصولات مورد پذیرش مصرف کنندگان، در صنعت مواد غذایی نوعی چالش به شمار می رود (باررولد ۱۹۹۳). با تمام فوایدی که ساکاروز به عنوان یک شیرین کننده ی طبیعی با ویژگی های عملکردی ممتاز دارد، به دلیل ارتباط با

برخی مشکلات سلامتی نظیر فشار خون، بیماری های قلبی، فساد دندان، چاقی و افزایش سطح گلوکز خون که به ویژه برای دیابتی ها مضر است و از طرفی به دلیل مسائل اقتصادی و تکنولوژیکی، پژوهش های روز افزونی جهت جایگزینی مناسب شکر با سایر شیرین کننده ها در دست انجام است (سوکولیس و همکاران ۲۰۱۰). سوکرالوز با فرمول شیمیایی C₁₂H₁₉Cl₃O₈ و بانام تجاری اسپلندا، شیرین کننده بسیار قوی با قدرت شیرینی ۶۰۰ برابر بیش از شکر است که در انواع مختلف غذاهای فرآوری شده و نوشیدنی ها با تایید سازمان های بین المللی از جمله اف دی ای، سازمان مشترک غذا و کشاورزی، کمیته تخصصی مواد افزودنی، کمیته علمی غذایی اتحادیه اروپا، شاخه حفاظت سلامتی، وزارت رفاه و سلامت کانادا و استاندارد غذایی استرالیا و نیوزلند، به عنوان جایگزین

دمای 70°C با همزن برقی مواد جامد آن بصورت محلول در آمدند. پاستوریزاسیون نمونه‌ها در دمای 75°C به مدت ۱۵ دقیقه انجام پذیرفت و هموژنیزاسیون دو مرحله‌ای با استفاده از هموژنایزر آزمایشگاهی در فشارهای 2000psi در مرحله اول 500psi در مرحله دوم اعمال گردید. مخلوط بستنی پس از هموژنیزاسیون بلافاصله تا دمای 5°C سرد شده و برای طی نمودن دوره رسانیدن به مدت ۱۶ ساعت در سردخانه 5°C قرار گرفت (کادنا و همکاران ۲۰۱۲) پس از پایان مرحله رسانیدن مخلوط‌های بستنی مرحله انجماد را طی نموده و تبدیل به بستنی گردید. بستنی‌های تولیدی در ظروف پلاستیکی بسته بندی و برای طی نمودن مرحله سخت کردن در فریزر آزمایشگاهی با دمای 18°C - منجمد گردیده و نگهداری شدند (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۸۱).

جدول ۱- فرمولاسیون بستنی معمولی

مواد اولیه	میزان مصرف (%)
شیرخشک	۴٪
شیر (۷٪ چربی)	۶۶/۶٪
خامه (۵۰٪ چربی)	۱۰/۰۵٪
وانیل	۰/۰۵٪
پانیسول	۰/۳٪
شکر	۱۹٪
جمع	۱۰۰٪

آزمایشات فیزیکی شیمیایی

همه آزمون‌های این پژوهش طبق استانداردهای ملی ایران با شماره‌های ۴۵۷، ۴۱۹ و ۲۴۵۰ و با سه تکرار انجام و میانگین آنها گزارش گردید (آلوارز و همکاران ۲۰۰۵).

شکر استفاده می‌شود (جانسن و همکاران ۲۰۰۷). سوکرالوز بدون متابولیزه شدن در بدن، از آن عبور کرده و به سرعت دفع می‌شود در نتیجه شیرین کننده مناسب برای دیابتی‌ها محسوب می‌گردد. اگر چه سوکرالوز از قند ساخته شده است، ولی برای باکتری‌های دهانی که باعث پوسیدگی دندان می‌شود قابل استفاده نبوده و در نتیجه فرد در معرض خطر افزایش پوسیدگی دندان نیز قرار نمی‌گیرد (گروتز و همکاران ۲۰۰۹). با این حال شکر در مقایسه با سوکرالوز، علاوه بر شیرین کنندگی، نقش عملکردی فراوانی نظیر پر کنندگی، تثبیت آب (مؤثر در زمان ماندگاری) و کنترل نقطه ی انجماد در محصولات ایفا می‌کند (کریمی ۱۳۸۰) که بایستی در تهیه بستنی لحاظ گردد.

هدف از انجام این پژوهش تولید بستنی رژیمی پایدار، فاقد کالری با طعمی مشابه شکر، فاقد عوارض نامطلوب برای سلامتی، قابل استفاده برای همه گروه‌های سنی و جنسی با جایگزینی سوکرالوز به جای ساکاروز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد استفاده شده در فرمولاسیون بستنی عبارت بودند از شکر، شیرخشک، امولسیفایر، وانیل، شیر ۳٪ چربی، خامه ۵۰٪ چربی و سوکرالوز. در جدول ۱ نسبت‌های استفاده شده از این مواد در فرمولاسیون بستنی معمولی ارائه شده است. در جدول ۲ نیز تیمارهای آزمایش شده در این مطالعه آورده شده است.

روش تولید بستنی حاوی قند رژیمی سوکرالوز

مواد اولیه شکر، شیرخشک، امولسیفایر، وانیل و سوکرالوز با ترازویی که دقت آن $0/001$ بود وزن شدند. پس از توزین مواد خشک آنها را با شکر و شیر خشک به طور کامل مخلوط نموده تا از کلوخه شدن جلوگیری نماید سپس مخلوط مواد اولیه خشک به شیر در حال جوش اضافه گردیدند و به مدت ۱۰ دقیقه در

جدول ۲- مقدار سوکرالوز برحسب درصد بر پایه شکر

اصلی در نظر گرفته شد.

فرمول	شیرخشک (چربی)	شیر (۷٪)	وانیل	امولسیفایر	شکر	سوکرالوز
A0	٪۴	٪۷۶/۶۵	٪۰/۱۰۵	٪۰/۳	٪۱۹	۰
A1	٪۴	٪۷۶/۶۵	٪۰/۱۰۵	٪۰/۳	٪۱۵/۲	٪۰/۰۰۶
A2	٪۴	٪۷۶/۶۵	٪۰/۱۰۵	٪۰/۳	٪۱۶/۴	٪۰/۰۱۲
A3	٪۴	٪۷۶/۶۵	٪۰/۱۰۵	٪۰/۳	٪۷/۶	٪۰/۰۱۹
A4	٪۴	٪۷۶/۶۵	٪۰/۱۰۵	٪۰/۳	٪۲/۸	٪۰/۰۲۵
A5	٪۴	٪۷۶/۶۵	٪۰/۱۰۵	٪۰/۳	۰	٪۰/۰۳۱

روش‌های تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی جهت مقایسه میانگین نتایج در سه تکرار جهت بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف با کمک نرم افزار اس پی اس اس و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری ۰/۰۵٪ و رسم نمودارها با نرم افزار اکسل 2007 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمون پروتئین نشان می‌دهد که بین تیمارها اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد وجود ندارد (p>0/05). با توجه به اینکه اندازه گیری پروتئین بستنی جزء الزامات بستنی نمی‌باشد اما یکی از فاکتورهای تعیین کیفیت محصول، میزان پروتئین می‌باشد. با توجه به اینکه تنها عامل ایجاد پروتئین بستنی، شیر و شیر خشک به کار رفته در آن می‌باشد و در همه نمونه‌ها از یک نوع و یک میزان شیر استفاده شده‌اند، بنابراین نتایج نشان می‌دهد که پروتئین با نوع قند ارتباط ندارد (مهدیان و همکاران ۱۳۸۹).

نتایج حاصل از آزمون چربی نشان می‌دهد که بین تیمارها اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد وجود ندارد (p>0/05). با توجه به اینکه تنها عامل ایجاد چربی بستنی، شیر و شیر خشک به کار رفته در آن می‌باشد و در همه نمونه‌ها از یک نوع و یک میزان شیر

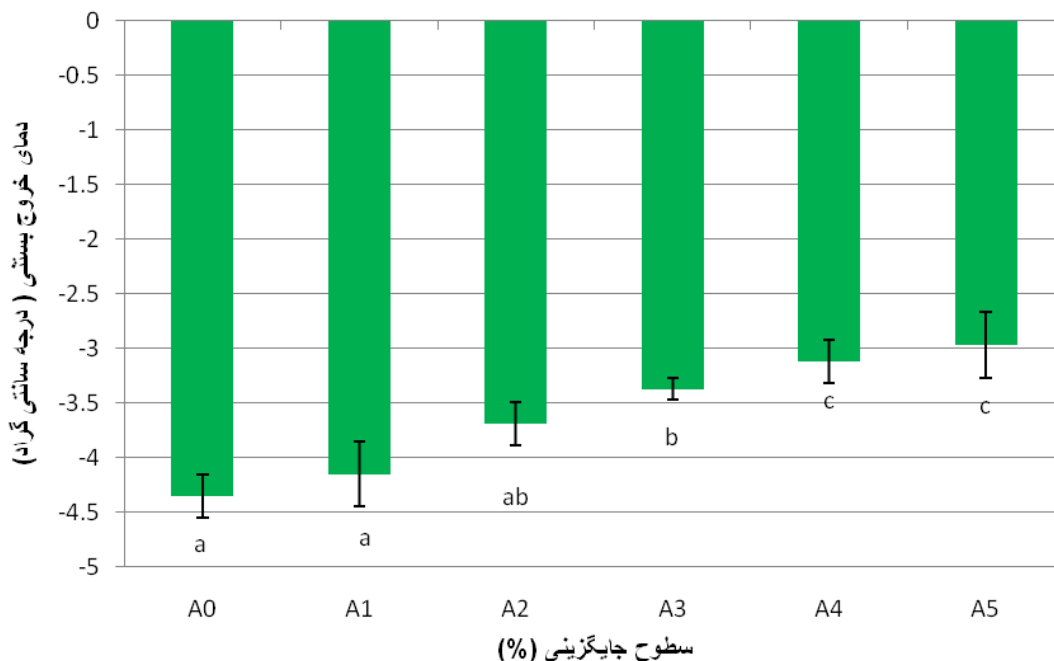
استفاده شده‌اند، فقط میزان قند آن تغییر کرده است این نتایج قابل توجیه می‌باشد (مرتضوی و همکاران ۱۳۷۴). نتایج حاصل از آزمون اسیدیته نشان می‌دهد که بین تیمارها اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد وجود ندارد (p>0/05). میزان اسیدیته بستنی در حد استاندارد ملی ایران و زیر ۰/۲٪ بود. که نشانگر استفاده از شیرهای بهداشتی و تازه در تولید بستنی می‌باشد. با توجه به اینکه تنها عامل ایجاد اسیدیته بستنی، شیر و خامه به کار رفته در آن می‌باشد و همه نمونه‌ها از یک نوع و یک میزان شیر خامه استفاده شده‌اند، این نتایج قابل توجیه می‌باشد (حسینی نژاد و همکاران ۱۳۹۰).

نتایج حاصل از آزمون اندازه گیری کل مواد خشک در بستنی در شکل ۱ نشان می‌دهد که بین تیمارها اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد (p<0/05). تیمار A0 با تیمار A1 اختلاف داشت اما معنی دار نبودند (p>0/05) اما با تیمارهای دیگر اختلاف معنی داری دارند (p<0/05). همچنین تیمار A2 با تیمارهای A4 و A5 اختلاف معنی داری دارند (p<0/05) اما با تیمار A3 اختلافشان معنی دار نمی‌باشد (p>0/05). بالاترین میزان مواد خشک مربوط به نمونه A0 و کمترین مقدار مربوط به نمونه A5 می‌باشد. با توجه به اینکه ۹۹٪ اجزاء تشکیل دهنده بستنی شیر و شکر می‌باشد و تنها عامل ایجاد مواد خشک بستنی، شیر و شکر هستند و با جایگزینی شکر با سوکرالوز از میزان کمتری ماده خشک استفاده می‌شود نتایج قابل توجیه می‌باشد (بیتمن و همکاران ۱۹۹۰).

شکل ۲ چگونگی ذوب بستنی در فرمولاسیون‌های مختلف را نشان می‌دهد. که بین تیمارها اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد (p<0/05). تیمارهای A0 و A1 با تیمار A2 اختلاف داشت اما معنی دار نبودند (p>0/05) اما با تیمارهای دیگر اختلاف معنی داری دارند (p<0/05). همچنین تیمار A3 با تیمارهای A4 و A5 اختلاف معنی داری دارند

A0 و کمترین مقدار مربوط به نمونه A5 می باشد (درویزوغلو و همکاران ۲۰۰۵).

($p < 0/05$) اما با تیمار A2 اختلاف معنی دار نمی باشد ($p > 0/05$). بالاترین دمای ذوب بستنی مربوط به نمونه

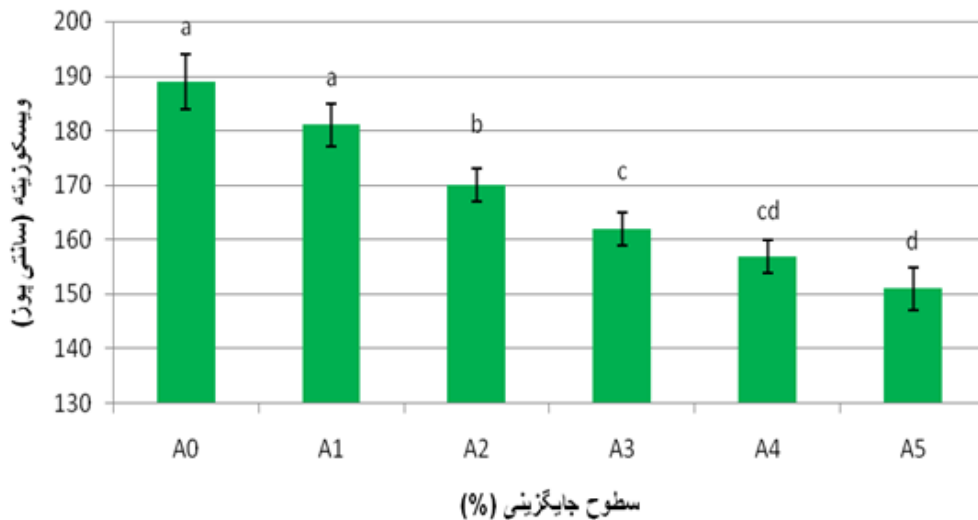


شکل ۱- میزان کل مواد خشک بستنی های تهیه شده با جایگزینی شکر، برای نوع تیمارها به جدول ۲ مراجعه شود.

نوع قند های موجود در عسل (که عمدتاً گلوکز و فروکتوز می باشند) نسبت به ساکاروز گزارش شده است (ترکاشوند ۱۳۸۴). رضوی و همکاران آب پنیر شیرین، شیر پس چرخ ودوغ کره را در سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ درصد را جایگزین اس ان اف بستنی سویای نرم با طعم پرتقالی نموده و نشان دادند که در تمامی نمونه ها با افزایش سطح جایگزینی، درصد پروتئین، میزان ویسکوزیته و مقاومت به ذوب کاهش می یابد (رضوی و همکاران ۱۳۸۰). ضمناً مخلوط بستنی که از ویسکوزیته ی بالاتری برخوردار است، مقاومت به ذوب آن نیز بالاتر می باشد (آشنز و همکاران ۱۹۹۷).

یکی از مهم ترین خصوصیات فیزیکی یک بستنی مرغوب، دیر ذوب شدن آن است. همان طور که در شکل، مشاهده می شود با افزایش جایگزینی سوکرالوز، میزان افت نقطه انجماد کاهش می یابد. نتایج بدست آمده مشابه نتایج سوکولیس و همکاران در سال ۲۰۱۰ می باشد نتایج آنها نشان داد با جایگزین نمودن ۳۰٪ ساکاروز با شیرین کننده های ماکرومولکول منجر به کاهش قابل توجهی در محتوای آب غیر منجمد می شود (سوکولیس و همکاران ۲۰۱۰).

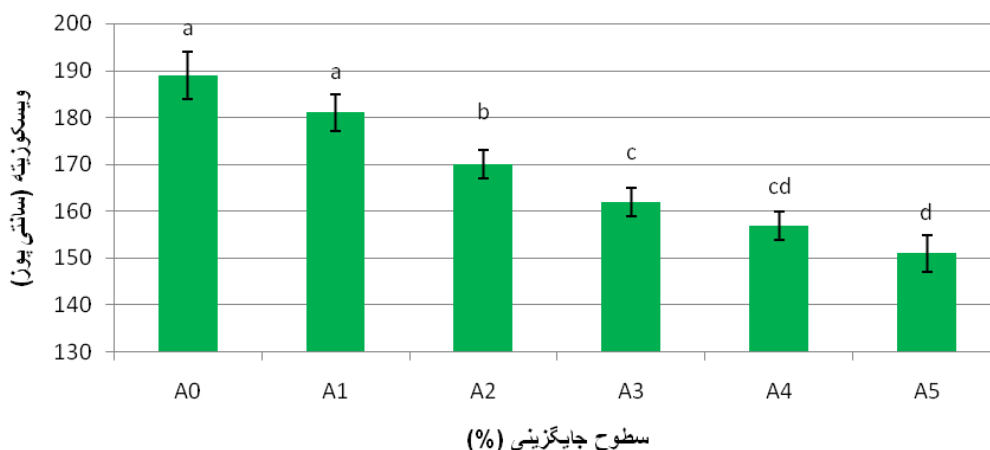
ویلن و همکاران در سال ۲۰۰۸ عنوان کردند تری هالوز و مالتوز علیرغم وزن مولکولی مشابه با ساکاروز سبب افزایش دمای انتقال شیشه ای می شوند. و در پژوهشی که برادلی بخشی از شکر موجود در فرمولاسیون را با عسل جایگزین کرده بود، افت نقطه انجماد بین نمونه ی شاهد و نمونه ی آزمایشی مشهود بود (ویلن و همکاران ۲۰۰۸) این افت نقطه انجماد نیز به دلیل تفاوت



شکل ۲- دمای ذوب بستنی‌های تهیه شده با جایگزینی شکر، برای نوع تیمارها به جدول ۲ مراجعه شود.

می‌نمایند (سیف کردی ۱۳۸۷) و با توجه به ساختار مولکولی قندهای ساکاروز و سوکرالوز با افزایش گروه های عاملی قند ساکاروز نسبت به سوکرالوز، اتصالات هیدروژنی بیشتری تشکیل داده و با کاهش تحرک آب آزاد باعث افزایش ویسکوزیته ی مخلوط بستنی شده است. کوفرلی و همکاران نیز افزایش ویسکوزیته ی مخلوط بستنی را هنگام استفاده از شربت گلوکز به جای شکر گزارش کرده اند (گوهری اردبیلی ۱۳۸۴). سلیم و همکاران در سال ۱۹۸۹ استفاده از شیر سویا در مخلوط بستنی را مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی شیر سویا را در نسبت های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزین ماده خشک بدون چربی شیر در بستنی نمودند. کلیه مخلوط ها دارای دانسیته کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند. با افزایش مقدار شیر سویا ویسکوزیته افزایش و نقطه انجماد کاهش را نشان داده است (سلیم و همکاران ۱۹۸۹).

نتایج حاصل جایگزینی شکر با سوکرالوز بر ویسکوزیته بستنی در شکل ۳ نشان می دهد که بین تیمارها اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد ($p < 0/05$). تیمارهای A0 و A2 با تیمارهای دیگر اختلاف معنی داری دارند ($p < 0/05$). همچنین تیمار A2 با تیمارهای دیگر اختلاف معنی داری دارد ($p < 0/05$). تیمار A4 با تیمار های A3 و A5 اختلاف دارد اما معنی دار نمی باشد ($p > 0/05$). بالاترین دمای ذوب بستنی مربوط به نمونه A0 و کمترین مقدار مربوط به نمونه A5 می باشد (هرالد و همکاران ۲۰۰۸). ویسکوزیته یا مقاومت به جریان مهمترین ویژگی مخلوط است که مقدار معینی از آن برای همزدن مناسب و نگهداری هوا لازم است. اگرچه درباره ی ویسکوزیته ی بستنی و علل و عوامل مؤثر بر آن پژوهش های زیادی صورت گرفته است، اما پاسخ نهایی و قطعی برای این سؤال که چه مقدار ویسکوزیته مطلوب است، وجود ندارد. هر چه وزن مولکولی ساکاریدها کمتر باشد، تمایل به جذب آب افزایش یافته و ویسکوزیته بیشتر خواهد بود (مارشال و همکاران ۱۹۹۶). به طور کلی اکثر قندها به دلیل ویژگی آب دوستی شدید و حلالیت آن ها، محلول های بسیار غلیظ و اسمولال تولید می کنند. قندها توسط گروه هیدروکسیل با مولکول های آب پیوند هیدروژنی برقرار



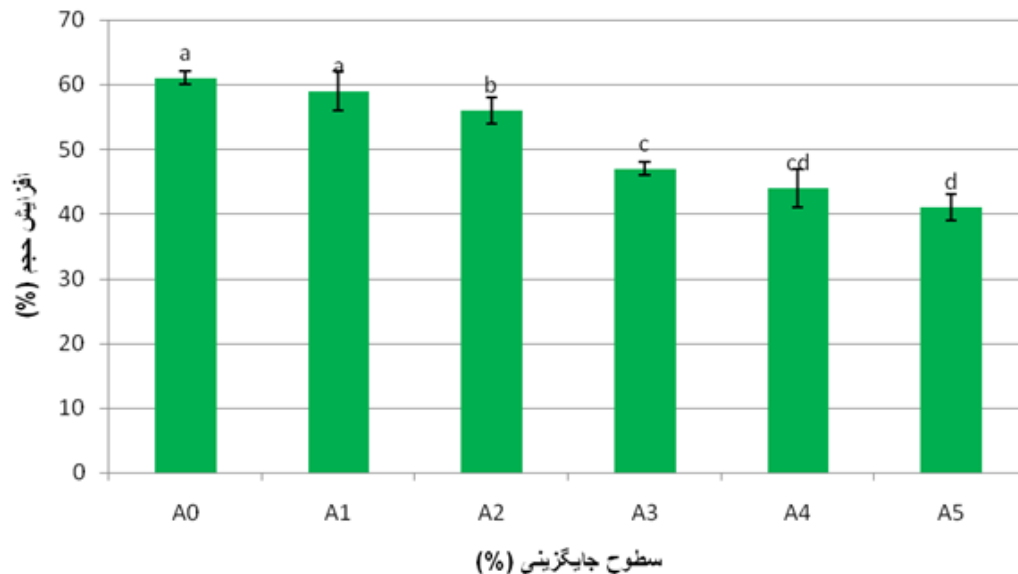
شکل ۳- ویسکوزیته بستنی‌های تهیه شده با جایگزینی شکر، برای نوع تیمارها به جدول ۲ مراجعه شود.

ویسکوزیته مخلوط بر جای گذاشت، به نظر می‌رسد بتوان تغییرات مشاهده شده در اورران را با مکانیسم‌هایی که باعث تغییر ویسکوزیته سیستم شده‌اند، مرتبط دانست. اورران تحت تأثیر مستقیم ویسکوزیته مخلوط بستنی می‌باشد به طوری که با افزایش ویسکوزیته مخلوط، اورران افزایش و با کاهش ویسکوزیته مخلوط، اورران کاهش می‌یابد. در کنار مکانیسم‌هایی که در توجیه ارتباط وابستگی افزایش اورران به ویسکوزیته می‌توان توجیه کرد محبوس شدن بیشتر هوا در بین غلظت مولکول‌ها می‌باشد اما باید در نظر داشت که چنانچه ویسکوزیته بیشتر از حد معمول شود مکانیسم آن تغییر کرده و در زمانی که ویسکوزیته در حین فرآیند انجماد به خاطر ایجاد کریستال‌های یخ، در اثر پدیده ی تغلیظ انجمادی فاز غیر منجمد مرتباً نیز به طور ثانوی افزایش پیدا می‌کند و بدین ترتیب حرکت آب از بخش مایع غیر منجمد که جهت ایجاد کریستال لازمه‌ی عمل تبلور است، بسیار دشوار می‌شود و در نهایت کریستالیزاسیون و حجم یخ تشکیل شده کمتر بوده و باعث کاهش اورران می‌شود (کریمی، ۱۳۸۰ و میرچولی برانزق، ۱۳۸۹). از طرفی به نظر می‌رسد بتوان کاهش اورران را به وزن مولکولی نسبت

با جایگزینی شکر با سوکرالوز اورران نمونه‌ها به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفت همان طور که در نمودار ۴ نشان داده شده است، تیمارهای A0 و A2 با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($p < 0/05$). همچنین تیمار A2 با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری دارد ($p < 0/05$). تیمار A4 با تیمارهای A3 و A5 اختلاف دارد اما معنی‌دار نمی‌باشد ($p > 0/05$). بالاترین اورران بستنی مربوط به نمونه A0 و کمترین مقدار مربوط به نمونه A5 می‌باشد (میتال و همکاران، ۲۰۱۱). افزایش حجم بستنی نسبت به حجم مخلوط بستنی به دلیل ورود هوا در مخلوط می‌باشد و میزان اورران تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع اجزای مخلوط می‌باشد. میزان چربی، شیرین‌کننده‌ها و حضور پایدارکننده‌ها از عوامل مؤثر بر اورران هستند (گروتز و همکاران، ۲۰۰۹). از آن جا که در این پژوهش تنها عامل متغیر تفاوت نوع شیرین‌کننده می‌باشد تغییرات مشاهده شده در اورران را باید از روی تغییراتی که به دلیل تغییر دادن نوع قند ایجاد شده است، توجیه نمود. از آن جا که در بررسی منابع روابطی بین اورران و ویسکوزیته وجود دارد و از طرفی در این پژوهش جایگزین کردن شکر با سوکرالوز تأثیر معنی‌داری بر

در سال ۲۰۱۰ استفاده از پلی‌ال‌ها (میکرومولکول‌ها) که منجر به افزایش معنی‌داری در اورران و کاهش قطر سلول‌های هوا در بستنی را نشان داد تأیید کننده آن می‌باشد.

داد. همان طور که قبلاً اشاره شد سوکرالوز وزن مولکولی بیشتری نسبت به ساکاروز دارد و ساکاروز که وزن مولکولی کمتری دارد می‌تواند سلول‌های هوای بیشتری را محبوس کند و باعث افزایش اورران گردد (سیف کردی ۱۳۸۷). همچنین نتایج سوکولیس و همکاران

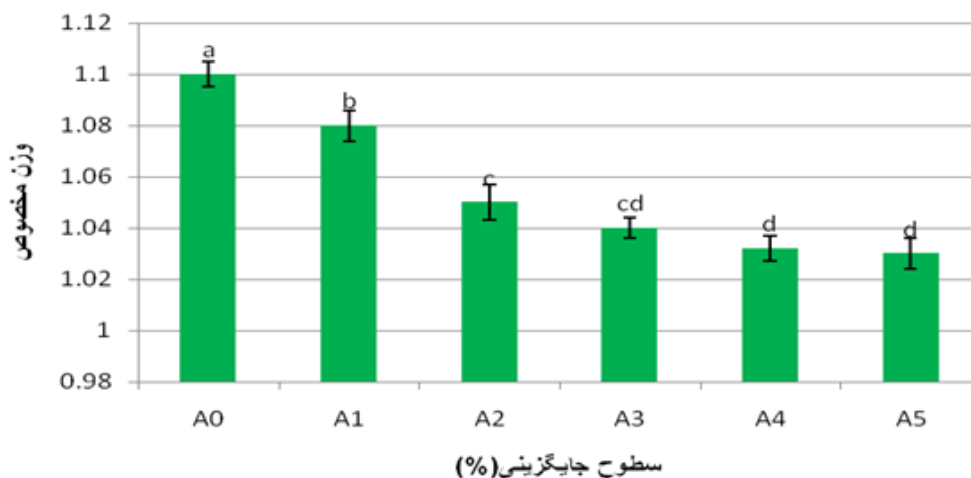


مواد جامد بدون چربی شیر وجود دارد (گوپال و همکاران ۱۹۸۶ و ردی و همکاران ۱۹۸۷).

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به نتایج آزمون‌های فیزیکی شیمیایی در این پژوهش به نظر می‌رسد نمونه‌های حاوی ۲۰ و ۴۰ درصد سوکرالوز مصرف کننده نیز قابل قبول می‌باشند. با امکان تولید این محصول علاوه بر کاهش عوارض ساکاروز که ارتباط مستقیمی با برخی مشکلات سلامتی نظیر فشار خون، بیماری‌های قلبی، فساد دندان، چاقی و افزایش سطح گلوکز و انسولین خون که به ویژه برای دیابتی‌ها مضر است وجود دارد و همچنین به دلیل مسائل اقتصادی و تکنولوژیکی با جایگزینی ساکاروز با سوکرالوز می‌توان این مشکلات را کاهش داد و محصولی با کیفیت بهتر تولید نمود.

با جایگزینی شکر با سوکرالوز وزن مخصوص نمونه‌های به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفت همان طور که در نمودار ۵ نشان داده شده است، تمامی تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($p < 0/05$) به جز تیمارهای A4 و A5 که اختلاف ندارند و همچنین این دو تیمار به همراه تیمار A2 با تیمار A3 اختلاف دارد اما معنی‌دار نمی‌باشد ($p > 0/05$). بالاترین وزن مخصوص بستنی مربوط به نمونه A0 و کمترین مقدار مربوط به نمونه A5 می‌باشد. وزن مخصوص به ترکیبات مخلوط بستنی بستگی دارد و شکر یکی از مواد اولیه مؤثر بر وزن مخصوص بستنی می‌باشد (واتر هوس و همکاران ۲۰۱۱). تحقیقات گوپال و ردی نیز نشان داد با افزایش نسبت جایگزینی مواد جامد آب پنیر، وزن مخصوص مخلوط افزایش می‌یابد که علت آن شباهت زیادی می‌باشد که بین مواد جامد آب پنیر و



شکل ۵- وزن مخصوص بستنی‌های تهیه شده با جایگزینی شکر، برای نوع تیمارها به جدول ۲ مراجعه شود.

منابع مورد استفاده

- سیف کردی ع، ارجمند م و قاسم خانلو ف. ۱۳۸۷. هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی فرمولاسیون پودر شیر کاکائوی رژیمی با استفاده از سوکرالوز
- کریمی گ، ۱۳۸۰. «شیر و فرآورده های آن» انتشارات جهاد دانشگاهی. ص: ۲۶۷-۲۶۰.
- مرتضوی س ع، قدس روحانی م و جوینده ح، ۱۳۷۴. تکنولوژی شیر و فرآورده های لبنی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۱۸۵.
- ترکاشوند، ی. (۱۳۸۴). (بستنی) انتشارات ااتا. ص: ۲۰-۳۰
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۱. شیر و فرآورده های آن - ویژگی ها و روشهای آزمون میکروبیولوژی استاندارد ملی ایران. شماره ۲۴۰۶.
- میرچولی برازق، ع. مظاهری تهرانی، م. (۱۳۸۹). بررسی تأثیر جایگزینی مواد جامد کل بستنی با بادام بر ویژگی های فیزیکی و حسی آن. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. جلد ۳، صفحات ۱۹-۲۶
- حسینی نژاد، م. محتشمی، م. کمالی، س. (۱۳۹۰). بررسی امکان جانشینی کامل ساکاروز با ایزومالت و سوکرالوز در تهیه پودر زله پرتقالی بیستمن کنگره ملی علوم و صنایع غذایی
- مهدیان، ا. مظاهری تهرانی، م. شهیدی، ف. (۱۳۸۹). بررسی اثر کاربرد آرد کامل سویا بر خصوصیات رئولوژیک بستنی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. جلد ۸، صفحات ۱۱۴-۱۰۸
- نظری ب، حق نظری س و بلندی م، ۱۳۹۱. سوکرالوز و امنیت غذایی، دومین سمینار ملی امنیت غذایی، سوادکوه
- نظری ب، حق نظری س و بلندی م، ۱۳۹۱. نانو و صنعت غذا، کنگره ملی پژوهشگران و نخبگان ایمنی مواد غذایی (از مزرعه تا سفره)، تهران
- نظری ب. حق نظری س و بلندی م، ۱۳۹۱. امنیت غذایی فرآورده های لبنی با جایگزینی سوکرالوز، دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، قوچان
- Alvarez V B, Wholters C L, Vodovotz Y, Ji T. 2005. Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. *Journal of Dairy Science* 88, 862– 871.
- Ashes, J. R., Gulati, S. K., and Scott, T. W. 1997. Potential to alter the content and composition of milk fat through nutrition. *Journal of Dairy Science*, 80: 2204-2212.
- Barrevelde W H. 1993. Date palm products. *FAO Agricultural Services Bulletin* 101 .Rome. Italy.

- Bitman, J., and D. L. Wood. (1990). Change in the milk fat phospholipids during lactation. *Journal of Dairy Science* 73:1208-1211
- Cadena R S, Cruz A G, Faria J A F, Bolini H M A, 2012. Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping . *Journal of Dairy Science*, (95) 4842-4850.
- Dervisoglu, M., Yazici, F., and Aydemir, O. 2005. The effect of soy protein concentrate addition on the physical, chemical, and sensory properties of strawberry flavored ice cream, *European Journal of Food Research and Technology*, 221, 466-470.
- Gopalu, N.P, T.J. Rao, M.P.Ali, and P.M. Sastri. 1986. Effect of utilization of whey in ice cream. *Indian Journal of Dairy Science*. 39 (1): 94-95
- Grotz V L, Henry R R, McGill, J.B., Prince, M.J., Shamoan, H., Trout, R., Pi-Sunyer, X.F., 2002. Lack of Effect of Sucralose on Glucose Homeostasis in Subjects with Type 2 Diabetes. *Diabetes* 51: 167-171
- Grotz, V.L., Kruger, C.L., Flora, G., Hayes, A.W., 2009. Mutagenicity review of sucralose, a popular no calorie sweetener. *International Journal of Toxicology*. 28: 57-61
- Herald, T. J., Aramouni, F. M., and Abu- Ghoush, M. H. 2008. Comparison study of egg yolks and egg alternatives in French Vanilla ice cream, *Journal of Texture Studies*, 39, 284-295.
- Janssen, A.M., Terpstra, M.E.J., de Wijk, R.A., Prinz, J.F., 2007. Relations between rheological properties and saliva induced structure breakdown and sensory texture attributes of custards. *Journal of Texture Studies* 38, 42-49.
- Marshall R T and Arbuckle W S. 1996. *Ice Cream*. 5th ed., Chapman and Hall, New York.
- Mittal S, Bajwa U (2011) Effect of fat and sugar substitution on the quality characteristics of low calorie milk drinks. *Journal of Food Science and Technology* 49: 704-712
- Saleem, R. M. Shaker, K. A., and Al- Waeely, M. S. 1989. The use of soy milk in ice cream mixes. *Egyptian Journal of Dairy Science*: 17: 281-288.
- Soukoulis, C., Tzia, C., 2010. Response surface mapping of the sensory characteristics and acceptability of chocolate ice cream containing alternate sweetening agents. *Journal of Sensory Studies* 25: 50-75.
- Waterhouse D, Edmonds, L, Wadhwa, S.S, Wibisono, R. 2011. Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. *Food Research International*. 50: 647-656
- Whelan, A.P., Regand, A., Vega, C., Kerry, J.P., Goff, H.D., 2008. Effect of trehalose on the glass transition and ice crystal growth in ice cream. *International Journal of Food Science and Technology* 43: 510-516.