

بررسی اثر جایگزینی شکر با دو شیرین کننده قند مایع خرما و شیره خرما بر ویژگی های فیزیکی - شیمیایی، میکروبی و حسی بستنی کم کالری و فراسودمند

ندا ابراهیمی سرای^۱، افشین جوادی^۲، صمد بدبدک^{۳*}

۱- دانش آموخته دوره کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ممقان، ممقان، ایران.

۲- دانشیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز، ایران.

۳- دانشجوی دکتری تخصصی تکنولوژی مواد غذایی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۰۹)

چکیده

خرما از محصولات مهم کشاورزی در ایران است که ضایعات آن به علت عدم توجه به فرآورده های جانبی و نحوه فرآوری آن زیاد می باشد. هدف این پژوهش، مقایسه اثرات جایگزینی شکر با دو شیرین کننده طبیعی قند مایع خرما و شیره خرما بر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و حسی بستنی بود. بدین منظور قند مایع خرما و شیره خرما در ۵ سطح (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪)، به عنوان جایگزینی ساکارز در فرمولاسیون بستنی مورد استفاده قرار گرفتند. ویژگی های شیمیایی (محتوای قند، چربی، مواد جامد کل، خاکستر، اسیدیته، پروتئین و pH)، فیزیکی (ویسکوزیته، افزایش حجم، شوک حرارتی، مقاومت به ذوب، حفظ شکل)، میکروبی (شمارش کلی میکروب های مزوفیل هوازی، اشرشیاکلی، کپک، مخمر و استافیلوکوکوس اورئوس) و حسی (بافت، مزه، رنگ، بو، پذیرش کلی) ارزیابی شد. نتایج نشان داد که بار میکروبی در نمونه های حاوی شیره خرما به دلیل ویژگی های شیره خرما کاهش یافت. با افزایش سطح جایگزینی شیره یا قند مایع خرما تا ۵۰٪ میزان افزایش حجم و ویسکوزیته مشابه نمونه کنترل بود، ولی در سطوح جایگزینی ۱۰۰ و ۷۵٪ کاهش یافت. با افزایش نسبت جایگزینی شیره و یا قند مایع خرما، مقاومت به ذوب و حفظ شکل بستنی به طور معنی دار کاهش و میزان حساسیت به شوک حرارتی افزایش یافت ($P \leq 0/05$). نتایج ویژگی های حسی نشان داد که جایگزینی قند مایع خرما تا سطح ۷۵٪ و شیره خرما در سطوح جایگزینی ۲۵ و ۵۰٪ اثر معنی داری بر ویژگی های حسی نداشت ($P > 0/05$) و می تواند در فرمولاسیون بستنی استفاده شود.

کلیدواژگان: بستنی فراسودمند، جایگزین شکر، شیره خرما، قند مایع خرما

* مسئول مکاتبات: bodbodak@gmail.com

۱- مقدمه

مصرف غذاهای کم‌کالری، سبب کاهش خطر ابتلا به چاقی و اضافه وزن می‌شود. از این رو در سال‌های اخیر تولید غذاهای کم‌کالری با مقدار قند یا چربی پایین مورد توجه فراوان قرار گرفته است. مصرف فرآورده‌هایی با کربوهیدرات‌های با قابلیت جذب پایین می‌تواند روش موثری برای کاهش مصرف کالری روزانه باشد [۱]. بستنی جز فرآورده‌های غذایی است که در سراسر دنیا مصرف و محبوبیت زیادی در بین افراد با گروه‌های سنی مختلف دارد. واژه بستنی طیف وسیعی از انواع دسرهای منجمد را در برمی‌گیرد که به شکل منجمد مصرف می‌شوند. یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های کارخانه‌های بستنی، تولید محصولی با کیفیت مناسب از لحاظ ظاهر، بافت، بو و مزه با میزان انرژی‌زایی کمتر می‌باشد اما کاهش و یا حذف شکر تأثیرات نامطلوبی بر ویژگی‌های حسی، فیزیکی و بافتی فرآورده دارد. شکر در فرمولاسیون بستنی نقش‌های مختلفی را مانند شیرین‌کننده، پرکننده و کنترل‌کننده اندازه کریستال‌های یخ بر عهده دارد. هرچه محتوای قند محصول بیشتر باشد، بستنی سفت‌تر شده و نقطه انجماد آن پایین‌تر خواهد بود [۲]. به دلیل برخی مشکلات سلامتی به خصوص افزایش سطح گلوکز خون، ایجاد پلاک و پوسیدگی دندان‌ها و افزایش وزن، امروزه سعی بر آن است که از قندهای مختلفی به عنوان جایگزین شکر در بستنی استفاده شود و مقدار قند مصرفی کاهش یابد. مطالعات مختلفی در زمینه استفاده از شیر و قند مایع خرما به عنوان شیرین‌کننده و طعم‌دهنده در فرآورده‌های غذایی انجام شده‌است [۳ و ۴]. خرما دارای شیرینی طبیعی و طعم متمایز مطبوعی است. علاوه بر بو و مزه مطلوب، خرما به عنوان یک غذای سهل‌الهضم مورد توجه است [۴]. ایران با تولید بیش از یک میلیون تن خرما در سال، بعد از مصر و عربستان، سومین تولیدکننده بزرگ خرما در جهان است [۵]. سالانه بیش از ۲۰۰ هزار تن خرما درجه ۳ و ۴ (خرمای صنعتی) به دلیل عدم فرآوری مناسب دور ریخته می‌شود [۶]. شیر خرما به دلیل ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و دارا بودن مواد معدنی نظیر؛ آهن، فسفر، پتاسیم و کلسیم، ارزش غذایی بالا، برای حفظ سلامتی و جلوگیری از بیماری‌های التهابی و انواع سرطان مفید بوده و می‌تواند در تهیه محصولات غذایی مانند بستنی استفاده شود [۷].

شیره خرما دارای ۷۰٪ قند می‌باشد طوری که درصد بالای آن را قند اینورت تشکیل می‌دهد که جاذب الرطوبه بوده و به کندی کریستاله می‌شود [۸ و ۹]. مقدار کالری‌زایی قند اینورت نسبت به ساکارز به دلیل نحوه جذب در بدن کمتر بوده و به دلیل شیرینی بالا، مقدار مصرف این قند برای ایجاد شیرینی مشابه ساکارز، کمتر می‌باشد [۱۰ و ۱۱]. قند مایع خرما ماده‌ای طبیعی حاصل از استخراج عصاره خرما بدون هیچ‌گونه افزودنی و دارای ظاهری کاملاً شفاف و زرد رنگ است که تحت فرآیند شفاف‌سازی و رنگبری قرار می‌گیرد (در تهیه شیره خرما این مراحل صورت نمی‌گیرد) که طی شفاف‌سازی مواد غیرمحلول، مواد رنگی (محلول) و مواد مانند پکتین حذف می‌شود. قند خرما شامل قندهای فروکتوز و گلوکز و مقدار بسیار کمی از سایر قندها است. فروکتوز موجود در خرما ۲/۱ برابر بیشتر از ساکارز است که باعث می‌شود میزان مصرف آن از نظر وزنی در بریکس مساوی در صنعت کاهش یابد و از نظر اقتصادی قابل رقابت با سایر شیرین‌کننده‌ها باشد [۱۲]. با توجه به اینکه شیره و قند مایع خرما از خرماهای درجه دو و سه که بازار فروش خوبی ندارند، تهیه می‌شود و مصرف انرژی و همچنین هزینه تولید آن نسبت به تولید شکر کمتر می‌باشد، از نظر اقتصادی استفاده از شیره و قند مایع خرما در صنعت غذا به عنوان جایگزین شکر نیز حائز اهمیت می‌باشد. همچنین نخل خرما نیاز آبی پایینی نسبت به چغندر قند و نیشکر دارد و استفاده از خرما و فرآورده‌های قندی آن در شرایط بحرانی کمبود آب توصیه می‌شود. شیره خرما در محصولاتی که رنگ تیره داشته و یا رنگ فاکتور مهمی در ارزیابی آن نمی‌باشد، می‌تواند جایگزین شکر معمولی شود ولی استفاده از قند خرما که شباهت‌های زیادی از نظر رنگ با محلول‌های شکر دارد، می‌تواند جایگزین مناسب شکر در محصولاتی شود که روشنی رنگ فاکتور مهمی می‌باشد [۱۲]. از شیره و قند مایع خرما می‌توان در تهیه محصولات قنادی و نانویی، نوشیدنی‌ها مانند نوشابه، محصولات لبنی مثل بستنی نرم و محصولات تخمیری نظیر ماست و شیر طعم‌دار، انواع دسرها و مرباها و غیره استفاده کرد (۳). گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) طی پژوهشی تأثیر شیره خرما در ۴ سطح ۲۵ و ۵۰ و ۷۵ و ۱۰۰٪، به عنوان جایگزین شکر بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی نرم را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که با افزایش سطح

و داخل فریزر در دمای ۱۸- درجه سلسیوس قرار داده شد. پس از ۳۰ دقیقه از فریزر خارج و با همزن هم زده شد، این عمل ۵ بار تکرار شد. نمونه‌ها داخل یخچال ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد تا دوره رسیدن طی شود. سپس در دمای ($18 \pm 2^\circ\text{C}$) تا انجام آزمایشات نگهداری گردید [۱۳].

۲-۳- آزمون‌ها

ویسکوزیته نمونه‌های بستنی قبل و پس از رساندن در ۲۰ درجه سلسیوس با ویسکومتر بروکفیلد (Brookfield LV DVII+), اسپندل S62، با دور چرخش ۳۰rpm در زمان ۱۵ ثانیه بعد از شروع چرخش اسپندل برحسب سانتی‌پواز (cp) اندازه‌گیری شد. افزایش حجم براساس وزن و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد [۱۴]:

$$100 \times (\text{وزن بستنی آماده} / \text{وزن بستنی آماده} - \text{وزن مخلوط}$$

بستنی) = افزایش حجم

مقاومت به ذوب با استفاده از روش ارائه شده توسط آلوارز و همکاران (۲۰۰۵) و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد [۱۳]:

$$100 \times [30 - (W_2 - W_1)] / [30] = \text{مقاومت به ذوب}$$

که در آن W_1 وزن ظرف خالی و W_2 وزن ظرف همراه بستنی ذوب شده می‌باشد. حفظ شکل بستنی براساس ویژگی‌های ۲۰ دقیقه آخر آزمون مقاومت ذوب ارزیابی شد و همچنین قطر و ارتفاع نمونه در حال ذوب براساس میلی‌متر توسط دستگاه کولیس و با استفاده از روش ارائه شده توسط آلوارز و همکاران (۲۰۰۵) اندازه‌گیری گردید [۱۳]. مقاومت نمونه نسبت به شوک حرارتی با استفاده از تشخیص حسی محصول منجمد بعد از قرار گرفتن تحت شرایط سخت فیزیکی دمایی و با استفاده از روش ارائه شده توسط آلوارز و همکاران (۲۰۰۵) اندازه‌گیری گردید [۱۳]. آزمون‌های شیمیایی شامل اندازه‌گیری قند، پروتئین، چربی، ماده خشک، اسیدیته، pH، خاکستر به روش AOAC [۱۵] و آزمون‌های میکروبی شامل شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی، تشخیص و شمارش کپک و مخمر، استافیلوکوکوس اورئوس و تشخیص اشرشیاکلی براساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۵۰ [۱۵] و آزمون‌های حسی شامل رنگ، عطر و بو، بافت، قابلیت ذوب دهانی و پذیرش کلی براساس مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای و براساس روش ارائه شده توسط نظری و همکاران (۱۳۹۲) و

جایگزینی تا ۵۰٪ میزان افزایش حجم، افزایش و پس از آن در سطوح جایگزینی ۷۵ و ۱۰۰٪ کاهش یافت. با افزایش نسبت جایگزینی، دمای انجماد بستنی هنگام خروج از دستگاه بستنی ساز به طور معنی‌دار کاهش و ویسکوزیته افزایش یافت [۴]. احمد نیا و همکاران (۱۳۸۷) طی یک تحقیق از پودر خرما به عنوان جایگزین شکر در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ در فرمولاسیون تافی شکلاتی استفاده کردند و دریافتند که تافی تولیدی با جایگزینی ۵۰ و ۷۵٪ پودرخرما امتیاز حسی بالاتری نسبت به تافی معمولی داشت [۶].

در این پژوهش امکان استفاده از شیر و قند مایع خرما به عنوان جایگزین شکر و تاثیر آن در کاهش محتوای کالری حاصل و ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی، میکروبی و حسی بستنی مورد مطالعه قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

در این پژوهش، شیر و قند مایع خرما سهیل (کارخانه شهد باب پارس)، شیر پاستوریزه با ۱/۵٪ چربی، خامه صبحانه ۳۰٪ چربی (کارخانه پگاه تبریز)، پودر شیر (شرکت صنایع پودر شیر مشهد)، ثعلب (سان رز ژاپن) و وانیل استفاده شدند. مواد شیمیایی (با درجه تجزیه‌ای) و محیط‌های کشت از شرکت مرک و سیگما تهیه شدند.

۲-۲- روش آماده‌سازی آمیخته بستنی

برای تهیه بستنی در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ شیر و قند مایع خرما به عنوان جایگزین شکر و نمونه کنترل، شیر پاستوریزه ۱/۵٪ چربی، در ظروف جداگانه ریخته شد. برای تهیه مخلوط بستنی ابتدا شیر را تا دمای ۴۰ درجه سلسیوس حرارت داده و ۴/۰٪ استابلاز (ثعلب) و ۲۰٪ شکر و یا مخلوط شکر و شیر یا قند مایع خرما در نسبت‌های مختلف و ۴٪ شیر خشک و ۱۰٪ خامه ۳۰٪ (هموژنیزه) به شیر اضافه و آهسته هم زده شد تا مواد حل شده و مخلوط غلیظ شود. سپس مخلوط در دمای ۶۳ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزه شده و در ظروف استیل داخل یخ قرار داده شد. سپس با همزن، مخلوط مدتی هم زده شد

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویسکوزیته بستنی

رئولوژی بستنی بسیار پیچیده است و بستگی به تعداد، اندازه و شکل ذرات یخ، چربی و هوای داخل آن، غلظت قندها، پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها و دمای آن دارد [۱۸]. نتایج مقایسه میانگین آماری مربوط به ویسکوزیته قبل و بعد از رساندن نشان داد که بین نمونه کنترل با ویسکوزیته قبل از رساندن (۶۱۱/۲۲cp) و بعد از رساندن (۶۲۵/۵۷cp) و نمونه حاوی شیر و قند مایع خرما در سطوح جایگزینی (۵۰-۲۵٪) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی بین نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار ($P \leq 0.05$) مشاهده گردید. نمونه حاوی شیر خرما در سطح جایگزینی ۱۰۰٪ کمترین ویسکوزیته قبل از رساندن (۱۴۳/۱۲cp) را دارا بود. با توجه به شکل (۱)، نمونه‌های حاوی شیر خرما در سطوح جایگزینی ۲۵٪ از نظر ویسکوزیته بعد از رساندن مشابه نمونه کنترل با ویسکوزیته ۶۲۶/۷۰cp بوده ولی بین سایر نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$).

مرتضوی و همکاران (۱۳۸۵) انجام شد [۱۶ و ۱۷]. نتایج حاصل از امتیازدهی بر ویژگی‌های حسی در ضرایب در نظر گرفته شده (مزه = ۴۵، بافت = ۳۰، بو = ۱۵، قابلیت ذوب = ۵ و رنگ = ۵ امتیاز) ضرب و سپس آنالیز شدند.

۲-۴- طرح آماری

در این پژوهش، تاثیر درصدهای مختلف جایگزینی شکر با شیر خرما و قند مایع خرما بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی، میکروبی و حسی بستنی در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. شیر خرما و قند مایع خرما به طور جداگانه در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ جایگزین شکر شدند. آنالیز واریانس با روش ANOVA یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. تیمارها در ۳ تکرار انجام شدند و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل رسم شدند.

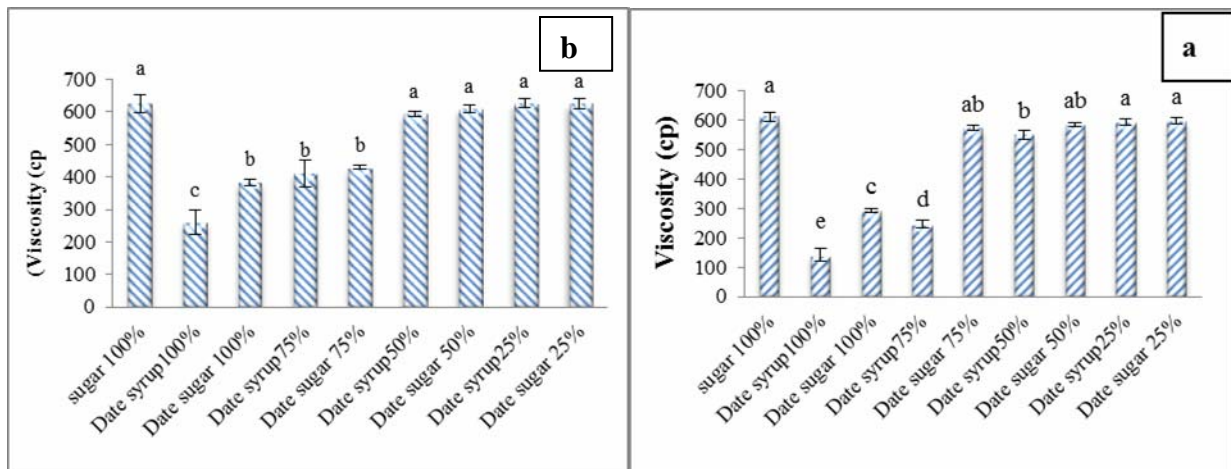


Fig 1 Effects of different date syrup and liquid date sugar replacement ratios on ice cream viscosity a) before and b) after ageing. Each value is Mean±SE. Means with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

داشت. نمونه حاوی شیر خرما در سطح جایگزینی ۱۰۰٪ کمترین ویسکوزیته بعد از رساندن را دارا بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود شکر به عنوان شیرین‌کننده، بیشترین و مناسب‌ترین ویسکوزیته را ایجاد نمود. با افزایش میزان جایگزینی شیر خرما و قند مایع خرما، ویسکوزیته بستنی کاهش

نمونه حاوی شیر خرما در سطح جایگزینی ۱۰۰٪ کمترین ویسکوزیته بعد از رساندن (۲۶۰/۷cp) را دارا بود.

نمونه کنترل با ویسکوزیته ۶۲۵/۵۷cp بالاترین مقدار ویسکوزیته را دارا بوده طوری که با سایر نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار

نتایج مقایسه میانگین آماری مربوط به مقاومت به ذوب نشان داد که بین نمونه کنترل با مقاومت $0.70/83\%$ و نمونه حاوی قند مایع خرما در سطح جایگزینی 25% با مقاومت $0.69/82\%$ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، ولی بین نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). کمترین مقاومت به ذوب، مربوط به نمونه‌های حاوی شیره $0.57/85\%$ و قند مایع خرما $0.57/60\%$ در سطوح جایگزینی 100% و بیشترین مقدار مربوط به نمونه‌های حاوی قند مایع خرما در سطوح جایگزینی متوسط ($0.25-50\%$) بود. شکل (۲) میزان مقاومت به ذوب نمونه‌های حاوی مقادیر مختلف شیره و قند مایع خرما را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج حاصل می‌توان چنین بیان کرد با توجه به شباهت قند خرما به محلول‌های شکر، مقاومت به ذوب بستنی‌های حاوی قند مایع خرما در سطوح جایگزینی متوسط ($0.25-50\%$) شبیه نمونه کنترل بود، ولی در سطوح جایگزینی بالا وجود شیره و قند مایع خرما باعث کاهش مقاومت به ذوب نمونه‌ها گردید، چون بافت حاصله در برابر تنش‌های حرارتی با توجه به عدم انسجام بافتی کافی بدلیل بالا بودن درصد قند احیاء کننده مقاومت کافی را دارا نبود. مقاومت به ذوب بستنی به ترکیب اجزاء موجود در فرمولاسیون بستنی بستگی دارد. در بین اجزاء تشکیل‌دهنده بستنی، نوع قند به کاررفته تاثیر زیادی بر مقاومت ذوب بستنی دارد. قندهای با وزن مولکولی پایین‌تر باعث کاهش مقاومت به ذوب بستنی می‌شوند. گروشنر (۱۹۹۸) در پژوهشی از عسل به عنوان جایگزین شکر در فرمولاسیون بستنی استفاده کرد و کاهش مقاومت به ذوب را در نمونه‌های حاوی عسل گزارش کرد و این افت نقطه انجماد را به تفاوت نوع قندهای موجود در عسل (که عمدتاً گلوکز و فروکتوز) نسبت داد [۲۴].

۳-۳- حفظ شکل بستنی

حفظ شکل شاخصی است که نشان‌دهنده مقاومت بافت بستنی نسبت به تغییرات دمایی می‌باشد. عوامل بسیاری از جمله مواد تشکیل‌دهنده بستنی تاثیر به سزایی در حفظ شکل بستنی دارند [۱۳]. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین نمونه کنترل و نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). شکل (۳) میزان حفظ شکل نمونه‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود کمترین ارتفاع و بیشترین قطر که نشان‌دهنده کم بودن

یافت که دلیل آن افزایش میزان قند احیاء کننده در محصول بود. تلیس و همکاران (۲۰۰۷) با مقایسه ویسکوزیته محلول‌های آبی ساکارز، فروکتوز و گلوکز در دماها و غلظت‌های مختلف به این نتیجه رسیدند که ویسکوزیته محلول فروکتوز و گلوکز به مراتب کمتر از ویسکوزیته محلول ساکارز می‌باشد [۲۳]. نتایج حاصل در مورد ویسکوزیته بستنی با نتایج گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) مطابقت ندارد. آنها گزارش کردند که با افزایش درصد جایگزینی شیره خرما، مقدار ویسکوزیته بستنی افزایش می‌یابد [۴].

بذرافشان و همکاران (۱۳۹۳) از شیره خرما به عنوان جایگزین شکر در تولید مربای آلبالو استفاده کردند و مشاهده کردند که ویسکوزیته و بریکس نهایی مربای حاوی شیره خرما کمتر از مربای کنترل تهیه شده از شکر بود [۲۱].

۳-۲- مقاومت به ذوب بستنی

ذوب شدن یک پارامتر فیزیکی است که به عواملی مانند هدایت گرمایی، ظرفیت گرمایی، ساختار و فرمولاسیون بستگی دارد و به کمک آن می‌توان به عنوان مثال تاثیر تغییر فرمولاسیون یا فرآیند را بر ویژگی‌های بستنی بررسی کرد [۲۲].

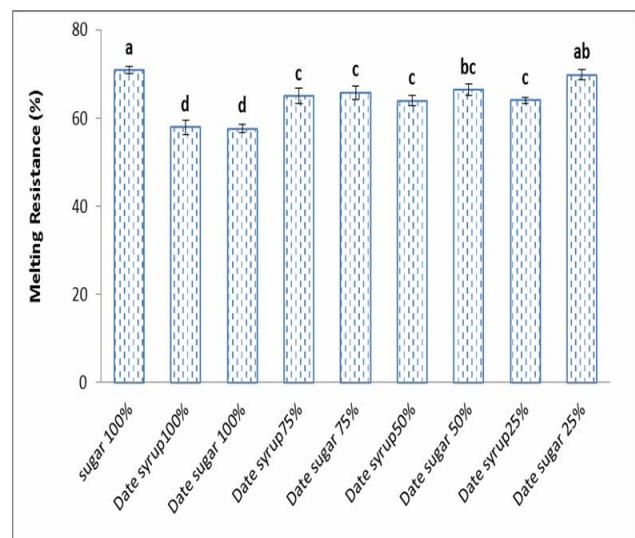


Fig 2 Effects of different date syrup and liquid date sugar replacement ratios on ice cream melting resistance. Each value is Mean±SE. Means with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

مربوط به نمونه‌های حاوی شیر و قند مایع خرما در سطوح جایگزینی متوسط (۲۵ و ۵۰٪) بود.

انسجام بافتی بود مربوط به نمونه‌های حاوی شیر خرمای در سطوح جایگزینی بالا (۱۰۰٪) با قطر ۶۲ mm و ارتفاع ۱۳/۷۸ mm و بیشترین مقدار ارتفاع و کمترین مقدار قطر

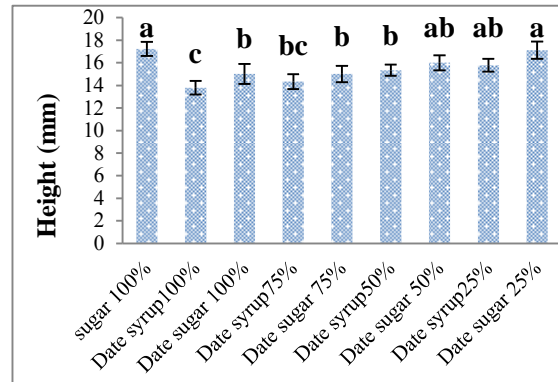
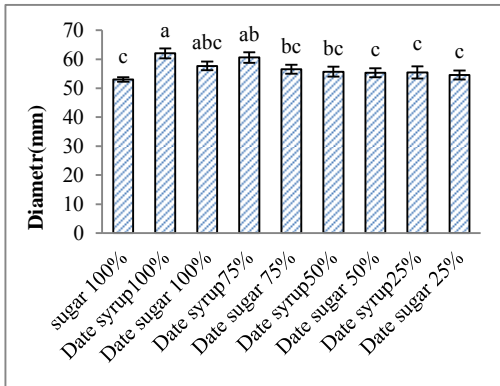


Fig 3 Effects of different date syrup and liquid date sugar replacement ratios on ice cream form stability (Height and diameter). Each value is Mean±SE. Means with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

(اورران) نشان داد که بین نمونه کنترل و نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی دار وجود داشت ($P \leq 0.05$).

با توجه به نتایج حاصل می‌توان چنین بیان کرد با توجه به شباهت قند مایع خرما به محلول‌های شکر [۱۲]، حفظ شکل نمونه‌های بستنی حاوی قند مایع خرما در سطوح جایگزینی متوسط ۲۵ و ۵۰٪ شبیه نمونه کنترل بود، ولی در سطوح جایگزینی بالا وجود شیر و قند مایع خرما باعث کاهش انسجام بافتی نمونه‌ها گردید چون بافت حاصله مقاومت کافی در برابر تنش‌های حرارتی را ندارد. این امر به بالا بودن مقدار قندهای فروکتوز و گلوکز در ترکیب شیر و قند خرما نسبت داده می‌شود. نتایج حاصل با نتایج گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) در مورد حفظ شکل و بافت بستنی مطابقت دارد [۴]. گروشنر (۱۹۹۸) کاهش استحکام بافت بستنی حاوی عسل به عنوان جایگزین شکر را به پایین بودن دمای کریستالیزاسیون قندهای فروکتوز و گلوکز در مقایسه با ساکارز نسبت دادند [۲۴].

۳-۴- افزایش حجم (اورران) بستنی

هوادهی در فرآوری بستنی بسیار حائز اهمیت است، چرا که بر ویژگی‌های فیزیکی، حسی و پایداری بافت در طی نگهداری تاثیر دارد. بستنی‌های صنعتی معمولاً ۱۰۰-۷۰٪ افزایش حجم دارند. هوادهی به عواملی نظیر ترکیب مخلوط بستنی، فرآیند و رسیدن مخلوط، نوع چربی به کار رفته و همچنین عوامل موثر در انجماد بستگی دارد [۲۵]. تجزیه و تحلیل آماری مربوط به افزایش حجم

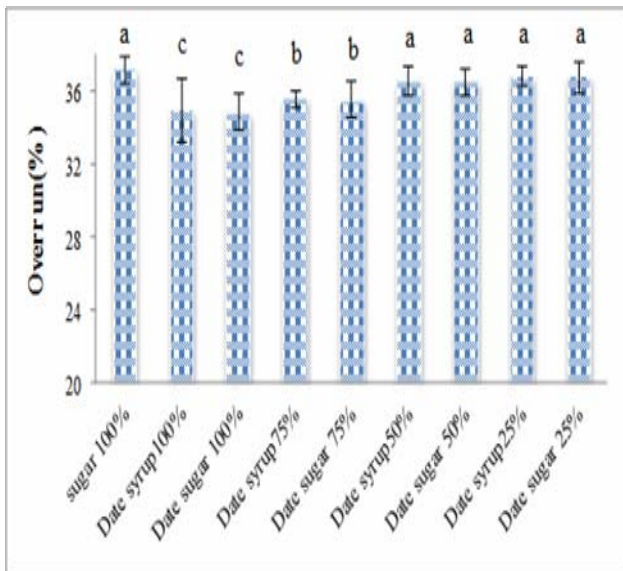


Fig 4 Effects of different date syrup and liquid date sugar replacement ratios on ice cream overrun Each value is Mean±SE. Means with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

کمترین افزایش حجم مربوط به نمونه‌های حاوی شیر خرمای ۳۴/۹۵٪ و قند مایع خرما ۳۴/۸۵٪ در سطوح جایگزینی بالا (۱۰۰٪) و بیشترین مقدار مربوط به نمونه‌های حاوی شیر و قند

می‌توان به وجود ناخالصی‌هایی مانند یون‌های فلزی، ترکیبات فنلی و غیره در شیر خرمای نسبت داد که می‌تواند بر عملکرد استابلازیر تأثیر بگذارد. لیندمود و همکاران (۱۹۸۹) با بررسی تأثیر هیدرولیز ساکارز و لاکتوز بر مقاومت در برابر شوک حرارتی بستنی دریافتند که هیدرولیز این قندها به قندهایی با وزن مولکولی پایین‌تر مانند گلوکز، گالاکتوز و فروکتوز تأثیری بر مقاومت در برابر شوک حرارتی بستنی ندارد [۲۷].

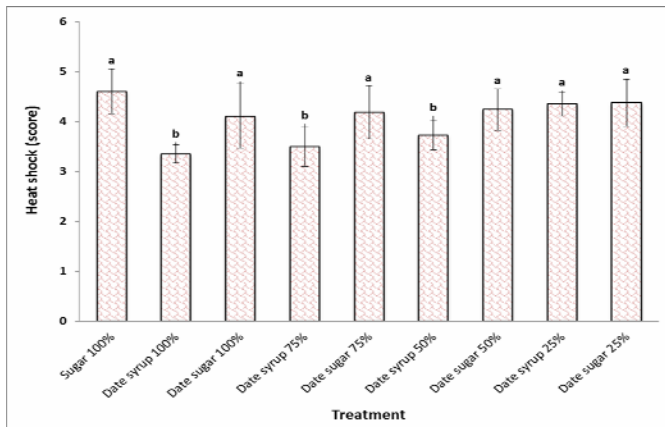


Fig 5 Effects of different date syrup and liquid date sugar replacement ratios on ice cream Heat shock. Each value is Mean±SE. Means with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

۳-۶- اسیدیتیه بستنی

در مورد بستنی‌های شیری، اسیدیتیه کل، برحسب اسید لاکتیک بیان می‌شود (۲۸). تجزیه و تحلیل آماری مربوط به اسیدیتیه نشان داد که با توجه به pH اسیدی شیر خرمای (۳/۴-۴/۳) افزودن آن به بستنی به عنوان شیرین‌کننده در درصدهای بالا (۱۰۰-۷۵٪) با اسیدیتیه ۰/۳۲-۰/۳۱٪ باعث افزایش مقدار اسیدیتیه نسبت به نمونه کنترل با اسیدیتیه ۰/۲٪ می‌شود. سایر نمونه‌های تهیه شده با قند مایع و شیر خرمای در درصدهای پایین جایگزینی (۵۰-۲۵٪) مشابه نمونه کنترل بود (جدول ۱). با توجه به خاصیت بافری شیر و تأثیر ترکیبات موجود در فرمولاسیون بستنی می‌توان از قند مایع و شیر خرمای در درصدهای جایگزینی مختلف استفاده کرد. البته در درصدهای جایگزینی بالا، تا حدودی مقدار اسیدیتیه افزایش می‌یابد که این مقدار محسوس نبوده و از نظر فرآوری و حتی مزه و بوی محصول مشکلی ایجاد نمی‌کند.

مایع خرما در سطوح جایگزینی پایین (۲۵٪) بود. شکل (۴) میزان تغییرات افزایش حجم را در نمونه‌ها نشان می‌دهد. با توجه به رابطه مستقیمی که بین ویسکوزیته و میزان افزایش حجم وجود دارد هر چه ویسکوزیته نمونه کاهش یابد، میزان افزایش حجم نیز کاهش می‌یابد و ویسکوزیته نمونه‌های حاصل از جایگزینی شیر و یا قند مایع خرما در سطوح جایگزینی بالا کاهش یافته در نتیجه میزان افزایش حجم نیز کاهش می‌یابد. بیشترین افزایش حجم در سطوح جایگزینی متوسط (۲۵ و ۵۰٪) حاصل شد. نتایج به دست آمده در این پژوهش با نتایج گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) و اوزدمیر و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد [۲۶ و ۲۷]. اوزدمیر و همکاران (۲۰۰۸) اظهار کردند که با افزایش سطح جایگزینی شربت‌های گلوکز، فروکتوز و مخلوط آنها ویسکوزیته و افزایش حجم کاهش می‌یابد. آنها دلیل این امر را به افت نقطه انجماد بستنی با افزایش مقدار قندهای فروکتوز و گلوکز نسبت دادند [۲۶].

۳-۵- مقاومت در برابر شوک حرارتی

شوک حرارتی^۲ زمانی اتفاق می‌افتد که بستنی ذوب شده و دوباره منجمد شود. طی این پدیده مولکول‌های آب موجود در بستنی به هم متصل و تشکیل کریستال‌های بزرگ یخ را می‌دهد که سبب یخی و شنی شدن بافت بستنی می‌شود. وجود استابلازیر در فرمولاسیون بستنی به جلوگیری از اتصال مولکول‌های آب کمک می‌کند [۱۳]. تجزیه و تحلیل آماری مربوط به شوک حرارتی نشان داد که بین نمونه کنترل با مقاومت ۰/۴۶٪ و نمونه‌های حاوی قند خرما و نمونه‌های تهیه شده با شیر خرمای اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، ولی نمونه حاوی شیر خرمای با سطح جایگزینی ۱۰۰٪ به‌طور معنی‌داری کمترین مقدار مقاومت در برابر شوک حرارتی (۳/۳۴٪) را داشت ($P \leq 0.05$). شکل (۵) میزان تغییرات شوک حرارتی در نمونه‌ها را نشان می‌دهد.

با توجه به اینکه مقاومت در برابر شوک حرارتی به نوع و مقدار استابلازیر مورد استفاده در فرمولاسیون بستنی بستگی دارد و به همین دلیل جایگزینی شیر خرمای (۷۵-۱۰۰٪) و قند خرما (۰-۱۰۰٪) تأثیر معنی‌داری بر این شاخص نداشت. پایین بودن مقدار مقاومت در برابر شوک در نمونه‌های بستنی حاوی شیر خرمای را

۳-۷- pH بستنی

مقایسه میانگین نمونه‌ها مربوط به pH نشان داد که بین نمونه کنترل با pH=۶/۵۳ و نمونه‌های حاوی قند خرما در سطوح (۷۵-۲۵٪) جایگزینی و نمونه‌های تهیه شده با شیر خرما در درصدهای پایین (۵۰-۲۵٪) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، ولی بین نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار ($P \leq 0/05$) بود. همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود کمترین pH مربوط به نمونه‌های حاوی شیر خرما در سطوح جایگزینی (۱۰۰-۷۵٪) با pH=۶/۲۵-۶/۰۸ می‌باشد. این نتیجه با نتایج حاصل از اسیدیته مطابقت داشت و این می‌تواند به دلیل pH پایین شیر خرما باشد. مردانی و همکاران (۱۳۹۳) ویژگی‌های حسی و شیمیایی کنسانتره و قند مایع خرما را با محلول شکر مورد مقایسه قرار داده و بیان کردند که شیر خرما pH کمتر و اسیدیته بیشتری نسبت به قند مایع خرما و شکر دارد [۱۲]. فرحناکی و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی مشابه اظهار کردند که pH و اسیدیته شیر خرما و قند مایع خرما به ترتیب کمتر و بیشتر از محلول ساکارز با بریکس مشابه هست [۲۹].

۳-۸- ماده جامد کل بستنی

مواد جامد کل نشان‌دهنده تمام املاح، مواد معدنی و مواد تشکیل‌دهنده ماده غذایی می‌باشد که شامل پروتئین، چربی و غیره می‌باشد (۱۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که از نظر مواد جامد کل بین نمونه کنترل با مقدار ماده خشک ۳۲/۵۵٪ و نمونه‌های حاوی قند خرما در سطوح جایگزینی (۷۵-۲۵٪) اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید، ولی اختلاف بین نمونه‌های آزمایشی معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$). همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود بیشترین مقدار ماده خشک مربوط به نمونه‌های حاوی شیر خرما در سطوح جایگزینی (۱۰۰-۲۵٪) با مقدار ماده خشک ۳۴/۶۷-۳۵/۰۷٪ بود. با توجه به نتایج حاصل می‌توان چنین بیان کرد که به دلیل وجود املاح و مواد معدنی بالا در شیر خرما محتوای ماده خشک موجود در نمونه‌های بستنی در صورت جایگزینی شیر خرما در درصدهای مختلف، افزایش اما با توجه به جدا شدن بخشی از مواد جامد محلول از قند مایع خرما در حین تصفیه و فرآوری، استفاده از آن به عنوان جایگزین شکر در بستنی تاثیری بر مقدار ماده خشک محصول نداشت.

Table 1 Chemical properties of ice cream samples

Ice-cream samples	Total Solid	pH	Acidity (based on %Lactic Acid)
Sugar 100%	32.55±0.33 ^b	6.53±0.06 ^a	0.20±0.04 ^d
Date syrup 100%	35.07±0.12 ^a	6.08±0.01 ^c	0.32±0.02 ^a
Date Liquid sugar 100%	33.96±0.21 ^b	6.41±0.03 ^a	0.22±0.01 ^{cd}
Date syrup 75%	34.86±0.22 ^a	6.25±0.01 ^b	0.31±0.01 ^a
Date Liquid sugar 75%	32.43±0.20 ^b	6.32±0.03 ^{abc}	0.22±0.01 ^{cd}
Date syrup 50%	34.73±0.23 ^a	6.33±0.04 ^{ab}	0.24±0.03 ^b
Date Liquid sugar 50%	32.32±0.24 ^b	6.42±0.8 ^{ab}	0.21±0.00 ^{cd}
Date syrup 25%	34.67±0.15 ^a	6.47±0.7 ^a	0.21±0.02 ^c
Date Liquid sugar 25%	32.27±0.16 ^b	6.49±0.1 ^a	0.23±0.00 ^{bcd}

*Means with Different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$)

۳-۹- مقدار قند کل، قند احیا و غیراحیاء بستنی

قند دو وظیفه عمده در بستنی دارند؛ الف) ایجاد طعم شیرین در بستنی و ب) کنترل میزان و رشد کریستال‌های یخ [۱۸]. قندها سبب کاهش نقطه انجماد محلول‌ها و در نتیجه کاهش حجم یخ می‌شوند. قند به دلیل تاثیر بر ویسکوزیته می‌تواند تاثیر زیادی بر بهبود بافت بستنی داشته باشد [۲۵]. نتایج تجزیه و تحلیل آماری مربوط به قند کل نشان داد که بین نمونه کنترل با قند کل

(۱۹/۷۴٪) و نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P \leq 0/05$). همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود کمترین قند کل مربوط به نمونه حاوی قند مایع خرما در سطح جایگزینی ۲۵٪ با قند کل ۱۸/۵۷٪ و بیشترین مقدار قند کل مربوط به نمونه حاوی شیر خرما در سطح جایگزینی (۱۰۰-۵۰٪) با قند کل ۲۰/۵۳-۲۰/۸۳٪ بود. بیشترین مقدار قند احیا مربوط به نمونه حاوی شیر و قند مایع خرما در سطوح جایگزینی (۱۰۰-۷۵٪) با

جدول (۲) تغییرات مقدار قند در نمونه‌ها را نشان می‌دهد. همایونی و همکاران (۱۳۹۶) نیز با بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیر خرمای در تهیه نوشیدنی کوشاب دریافتند که مقدار قند احیا نمونه‌های حاوی شیر خرمای بیشتر از نمونه کنترل حاوی شکر بود ولی از نظر قند کل بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج حاصل در این تحقیق نیز با نتایج همایونی و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت داشت [۳۰].

۱۳/۹۴-۱۱/۹۱٪ قند احیا و کمترین مقدار قند احیا مربوط به نمونه کنترل با ۳/۱٪ قند احیا بود. به دلیل میزان بالای قند احیا در شیر و قند مایع خرما، مقدار قند احیا در نمونه‌های تهیه شده با آن در سطوح جایگزینی بالا، افزایش یافت. کمترین مقدار قند غیراحیا مربوط به نمونه حاوی قند مایع و شیر خرمای در سطح جایگزینی (۱۰۰٪) با ۶/۲۴-۴/۸۴٪ قند غیراحیا و بیشترین مقدار قند غیراحیا مربوط نمونه کنترل با ۱۵/۱۸٪ قند غیراحیا بود.

Table 2 Sugar analysis of ice cream samples

Ice-cream samples	Total sugar %	Reducing Sugar %	Non Reducing Sugar %
Sugar 100%	19.74±0.64 ^{abc}	3.10±0.27 ^c	15.80±0.37 ^a
Date syrup 100%	20.51±0.97 ^{abc}	13.94±0.28 ^a	6.24±0.70 ^{cd}
Date Liquid sugar 100%	18.78±0.54 ^{bc}	13.68±0.27 ^a	4.84±0.43 ^d
Date syrup 75%	20.92±0.92 ^a	13.06±0.51 ^{ab}	7.87±0.54 ^c
Date Liquid sugar 75%	19.27±0.59 ^{abc}	11.91±0.75 ^b	6.98±0.79 ^c
Date syrup 50%	20.83±0.58 ^{ab}	10.06±0.20 ^c	10.23±0.60 ^b
Date Liquid sugar 50%	20.18±0.48 ^{abc}	9.40±0.54 ^c	10.23±0.61 ^b
Date syrup 25%	19.29±0.78 ^{abc}	8.16±0.39 ^d	10.56±0.56 ^b
Date Liquid sugar 25%	18.57±0.34 ^c	7.92±0.33 ^d	10.12±0.21 ^b

*Means with Different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

پایین پروتئین (۱/۴ و ۰/۶۴)، چربی (۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۴) و خاکستر (۲/۱۸ و ۰/۰۲) بودند (۲۹) و در فرمول نمونه‌های بستنی در این تحقیق درصد ترکیبات شیرین‌کننده برابر با ۲۰٪ وزن کل بستنی می‌باشد، لذا جایگزینی شیر و قند خرما تاثیر معنی‌داری بر این ویژگی‌های شیمیایی نداشت ($P > 0.05$).

۳-۱۰- مقدار پروتئین، چربی و خاکستر بستنی

آنالیز واریانس و مقایسه میانگین نتایج پروتئین، چربی و خاکستر نمونه‌های مورد ارزیابی نشان داد که جایگزینی شیر و قند مایع خرما در مقادیر مختلف به عنوان شیرین‌کننده در بستنی تاثیر محسوسی بر میزان موارد یاد شده نداشت. با توجه به نتایج فرحناکی و همکاران (۲۰۱۶) شیر و قند مایع خرما حاوی مقادیر

Table 3 Chemical properties of ice cream samples (Ash, Fat, and Protein %)

Ice-cream samples	Ash (%)	Fat (%)	Protein (%)
Sugar 100%	0.73±0.01 ^a	4.57±0.10 ^a	2.44±0.01 ^a
Date syrup 100%	0.77±0.01 ^a	4.57±0.16 ^a	2.45±0.01 ^a
Date Liquid sugar 100%	0.74±0.02 ^a	4.56±0.11 ^a	2.45±0.04 ^a
Date syrup 75%	0.76±0.01 ^a	4.56±0.10 ^a	2.45±0.03 ^a
Date Liquid sugar 75%	0.74±0.02 ^a	4.56±0.08 ^a	2.45±0.04 ^a
Date syrup 50%	0.75±0.01 ^a	4.56±0.10 ^a	2.45±0.03 ^a
Date Liquid sugar 50%	0.73±0.03 ^a	4.56±0.13 ^a	2.45±0.03 ^a
Date syrup 25%	0.76±0.01 ^a	4.56±0.14 ^a	2.45±0.03 ^a
Date Liquid sugar 25%	0.73±0.02 ^a	4.56±0.13 ^a	2.45±0.04 ^a

*Means (dry weight base) with Different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

نتایج نشان داد که همه نمونه‌ها فاقد اشرشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس کوآگولاز مثبت و کپک و مخمر بوده و از نظر شمارش کلی میکروب‌های مزوفیل هوازی، بین نمونه کنترل

۳-۱۱- کیفیت میکروبی بستنی

از طرفی جایگزینی شیر خرمای در بستنی به دلیل وجود مقادیر بالای قندهای فروکتوز و گلوکز باعث ایجاد فشار اسمزی بالا در محصول، کاهش فعالیت آبی و خروج سریع آب از سلول تک-یاخته شده، در نتیجه میزان رشد میکروارگانیسم‌ها در نمونه حاوی شیر خرمای را کاهش می‌دهد. نتایج حاصل در این تحقیق نیز با نتایج گزارش شده توسط تالب و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد [۳۱]. همچنین شریعتی و همکاران (۱۳۸۸) طی پژوهشی دریافتند که عصاره خرمای و دانه خرمای دارای ویژگی ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی است [۳۲].

($2/961 \log \text{cfu/ml}$) و نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P \leq 0/05$). همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود بیشترین تعداد میکروب‌ها مربوط به نمونه حاوی شیر و قند مایع خرمای در سطح جایگزینی ۲۵٪ با $2/999 \log \text{cfu/ml}$ و کمترین تعداد مربوط به نمونه‌های حاوی شیر خرمای در سطوح جایگزینی (۱۰۰-۷۵٪) با $2/79 \log \text{cfu/ml}$ بود. تالب و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تاثیر ضد میکروبی شیر خرمای بر انواع باکتری‌ها دریافتند وجود مقادیر بالای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند فنل‌ها، تانن‌ها و فلاونوئیدها در شیر خرمای و همچنین pH نسبتاً اسیدی آن، رشد باکتری‌ها را کاهش می‌دهد و

Table 4 Microbiological Quality of ice cream samples

Ice-cream samples	Total count (Log CFU/ml)	Staphylococcus aureus (CFU/ml)	E.coli (CFU/ml)	Mold (CFU/ml)	yeast (CFU/ml)
Sugar 100%	2.96±0.01 ^{ab}	0	0	0	0
Date syrup 100%	2.79±0.03 ^c	0	0	0	0
Date Liquid sugar 100%	2.83±0.02 ^{cd}	0	0	0	0
Date syrup 75%	2.79±0.02 ^c	0	0	0	0
Date Liquid sugar 75%	2.86±0.03 ^{bcd}	0	0	0	0
Date syrup 50%	2.87±0.04 ^{bc}	0	0	0	0
Date Liquid sugar 50%	2.72±0.04 ^d	0	0	0	0
Date syrup 25%	2.99±0.01 ^a	0	0	0	0
Date Liquid sugar 25%	2.99±0.11 ^a	0	0	0	0

*Means with Different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

بستنی وجود دارد که نشان می‌دهد با افزایش سطح جایگزینی شیر خرمای پذیرش محصول از نظر رنگ کاهش یافت [۴]. همچنین با توجه به این نتایج می‌توان پیشنهاد کرد که شیر خرمای تهیه شده از واریته‌های مختلف خرمای در تهیه بستنی‌های رنگی (قهوه‌ای، زرد و قرمز) با رنگ طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. بوی غیرعادی نقص عمده‌ای می‌باشد که ممکن است در اثر به کارگیری مواد اولیه نامناسب و کهنه و یا استفاده از مواد طعم-دهنده ارزان به جای مواد مناسب طعم‌دهنده باشد [۱۷]. نتایج مقایسه میانگین آماری نشان داد که از نظر آروما بین نمونه کنترل با امتیاز (۵) با نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P \leq 0/05$). همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود کمترین امتیاز آروما مربوط به نمونه‌های حاوی شیر خرمای در سطوح جایگزینی (۱۰۰-۷۵٪) با امتیاز ۳/۵ و بیشترین پذیرش بعد از نمونه کنترل مربوط به نمونه‌های حاوی قند خرمای (۷۵-۲۵٪) با

۳-۱۲- ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌های بستنی

رنگ بستنی از عوامل مهم در جلب توجه مشتری و افزایش پذیرش کلی محصول می‌باشد. امروزه می‌توان با استفاده از انواع مواد طعم‌دهنده، میوه و سایر افزودنی‌های مجاز، رنگ دلخواه و مشتری‌پسند را در محصول ایجاد کرد [۱۶]. تجزیه و تحلیل آماری مربوط به رنگ نشان داد که بین نمونه کنترل با نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P \leq 0/05$). همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود بیشترین پذیرش رنگ محصول مربوط به نمونه‌های حاوی قند مایع خرمای در سطوح جایگزینی (۷۵-۲۵٪) با امتیاز ۴/۷۵-۴/۸۸ و کمترین پذیرش مربوط به نمونه‌های حاوی شیر خرمای در سطوح جایگزینی (۱۰۰-۷۵٪) با امتیاز ۳/۳۸-۳/۶۳ بود. نتایج مشابهی توسط گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) در مورد تاثیر شیر خرمای بر ویژگی‌های حسی

وجود دارد ($P \leq 0/05$). همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود کمترین پذیرش مزه مربوط به نمونه‌های حاوی شیر خرمای در سطوح جایگزینی ۷۵ و ۱۰۰٪ به ترتیب با امتیاز ۳ و ۳/۳۸ و بیشترین پذیرش مربوط به نمونه‌های حاوی قند خرمای در سطوح جایگزینی ۲۵ و ۵۰٪ به ترتیب با امتیاز ۵ و ۴/۸۸ بود. گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) بیان کردند که با افزایش سطح جایگزینی شیر خرمای، پذیرش محصول از نظر بو و مزه با توجه به غالب شدن بو و مزه خاص خرمای کاهش یافت [۴].

امتیاز ۴/۷۵ بود. گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) بیان کردند که با افزایش سطح جایگزینی شیر خرمای پذیرش محصول از نظر آروما کاهش می‌یابد [۴].

بو و مزه یکی از مهم‌ترین عوامل در کیفیت بستنی می‌باشند، زیرا بر این اساس است که خریدار محصول مورد نظر را انتخاب می‌کند. وجود هرگونه تغییر مزه و بوی در بستنی از نظر مشتری نامطلوب است [۱۷]. تجزیه و تحلیل آماری مربوط به مزه نشان داد که بین نمونه کنترل با نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار

Table 5- Sensory analysis of ice cream samples

Ice-cream samples	Color	Aroma	Taste	Melting	Texture	Total acceptance
Sugar 100%	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.30±0.20 ^a	4.10±0.10 ^a	94.00±2.10 ^a
Date syrup 100%	3.40±0.20 ^d	3.50±0.30 ^b	3.40±0.30 ^{cd}	3.40±0.30 ^b	3.30±0.20 ^b	67.10±1.60 ^c
Date Liquid sugar 100%	4.25±0.16 ^{cd}	4.00±0.18 ^{bc}	3.88±0.22 ^b	3.63±0.26 ^{bc}	3.25±0.16 ^b	74.25±3.10 ^c
Date syrup 75%	3.60±0.30 ^{cd}	3.50±0.20 ^b	3.00±0.00 ^c	3.30±0.30 ^b	3.30±0.20 ^b	63.90±1.60 ^c
Date Liquid sugar 75%	4.75±0.16 ^{abc}	4.75±0.16 ^{ab}	4.38±0.18 ^{ab}	4.00±0.18 ^{abc}	3.50±0.18 ^b	83.38±1.20 ^{bc}
Date syrup 50%	4.10±0.10 ^{bc}	4.10±0.20 ^b	4.00±0.10 ^{bc}	3.40±0.20 ^b	3.60±0.20 ^{ab}	77.60±3.20 ^b
Date Liquid sugar 50%	4.88±0.12 ^{ab}	4.63±0.18 ^{ab}	4.88±0.00 ^a	4.63±0.26 ^a	3.75±0.16 ^b	89.75±2.90 ^{ab}
Date syrup 25%	4.50±0.20 ^{ab}	4.00±0.20 ^b	4.10±0.10 ^b	3.80±0.20 ^{ab}	3.50±0.20 ^b	78.4±1.60 ^b
Date Liquid sugar 25%	4.88±0.12 ^{ab}	4.75±0.16 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	4.25±0.25 ^{ab}	3.75±0.16 ^{ab}	90.88±2.58 ^{ab}

*Means with Different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

ویژگی قابلیت ذوب دهانی علاوه بر اینکه بیانگر سرعت ذوب بستنی در دهان است، ویژگی‌های دیگری همچون قوام و پوشش دهانی را نشان می‌دهد. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که از لحاظ قابلیت ذوب دهانی بین نمونه کنترل با امتیاز (۴/۲۵) و نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P \leq 0/05$). نتایج آزمون حسی در جدول (۵) نشان می‌دهد که ضعیف‌ترین قابلیت ذوب مربوط به نمونه حاوی شیر خرمای در سطوح جایگزینی ۱۰۰-۷۵٪ با امتیاز ۳/۳۸-۳/۲۵ و بیشترین قابلیت ذوب مربوط به نمونه حاوی قند خرمای در سطوح جایگزینی ۵۰-۲۵٪ با امتیاز ۴/۶۳-۴/۲۵ بود. نتایج به دست آمده از این آزمون حسی مشابه نتایج حاصل از آزمون فیزیکی مقاومت به ذوب می‌باشد.

۳-۱۴- پذیرش کلی

عوامل بسیاری همچون رنگ، عطر و بو، قابلیت ذوب دهانی، مزه و بافت و پیکره و حتی بسته‌بندی محصول در پذیرش نهایی محصول نقش مهمی دارند. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که از لحاظ پذیرش کلی بین نمونه کنترل با امتیاز ۹۴ و

پیکره و بافت دومین عاملی است که در امتیازبندی بستنی حائز اهمیت است. پیکره عبارت است از مقاومت در مقابل ذوب شدن هنگام مصرف. بافت تحت عنوان حالت نرمی یا یکنواختی بستنی بر روی زبان تعریف می‌شود. عیوب پیکره به انواع ضعیف یا پف کرده، خیس، صمغی و ترد تقسیم می‌شود [۱۷]. نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که از لحاظ بافت بین نمونه کنترل با نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P \leq 0/05$). همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود ضعیف‌ترین پذیرش بافت مربوط به نمونه‌های حاوی شیر خرمای در سطوح جایگزینی ۷۵ و ۱۰۰٪ با امتیاز ۳/۲۵ و بیشترین پذیرش بعد از نمونه کنترل با امتیاز ۴/۱۳ مربوط به نمونه‌های حاوی قند خرمای در سطوح جایگزینی (۵۰-۲۵٪) با امتیاز ۳/۷۵ بود. گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) بیان کردند که افزایش سطح جایگزینی شیر خرمای سبب ایجاد بافت ضعیف در بستنی و کاهش سطح پذیرش آن از جانب مشتری می‌شود [۴].

۳-۱۳- قابلیت ذوب دهانی

۶- منابع

- [1] Fizman, Carrillo, E., Prado-Gascó, V., S Varela, P. (2012). How personality traits intrinsic personal characteristics influence the consumer's choice of reduced-calorie food.
- [2] Mourtazavi, S. A., Ghouds rohani, M.Joyandeh, H. (1995). Milk and dairy technology, Publications, Ferdowsi University of Mashhad, p 185.
- [3] Al-Farsi, M. (2003). Clarification of date juice. *International Journal of Food Science and Technology* 38: 241-245.
- [4] Gohari Ardabili., A. (2004). Effect of date syrup as a substitute for sugar on the physicochemical and sensory properties of soft ice cream. *Journal of Food Science No. 2, Vol. 1: 23-32.*
- [5] FAO, (2011). (Food and Agriculture Organization) statistics.
- [6] Ahmadnia, A. and Sahari, M.A (2008). Using date Powder in Formulation of Chocolate Toffee. *Journal of Food Science and Technology. 5: 1-8.*
- [7] Dillard, C.J., and German, J.B. (2000) Phytochemicals: Nutraceuticals and human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture. 80: 1744 – 1756.*
- [8] Al-Hooti, S.N., Sidhu, J.S., and Qabazard, H. (1997). Physicochemical characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Foods for Human nutrition. 50: 101-113.*
- [9] Ahmed, I.A., and Ahmed, W. K. (1995). Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry. 54: 305–309.*
- 10- Dragsted, L.O., Strube, M., and Larsen, J.C. (1993). Cancer-protective factors in fruits and vegetables: biochemical and biological background. *Pharmacology and Toxicology. 72: 116-135.*
- [11] Al-Mamary, M., Al-Habori, M., and Al-Zubairi, A.S. (2011). The in vitro antioxidant activity of different types of palm dates (*Phoenix dactylifera*) syrups. *Arabian Journal of Chemistry*. In Press, Corrected Proof-Note to users.
- [12] Mardani, M. (2014). Evaluation of Some Chemical and Sensory Properties of Date

نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ($P \leq 0/05$). همچنین با مشاهده جدول (۵) می‌توان دریافت که کمترین پذیرش مربوط به نمونه‌های حاوی شیره خرما در سطح جایگزینی ۷۵٪ با امتیاز ۶۳ و بیشترین پذیرش مربوط به نمونه‌های حاوی قند مایع خرما در سطوح جایگزینی ۵۰-۲۵٪ با امتیاز ۸۹/۷۵-۹۰/۸۸ می‌باشد. گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) بیان کردند که با افزایش سطح جایگزینی شیره خرما با توجه به ویژگی‌های آن و بو و مزه غالب خرما و رنگ تیره آن پذیرش کلی محصول کاهش می‌یابد [۴].

۴- نتیجه گیری

در مجموع با توجه به نتایج آزمون‌های فیزیکی- شیمیایی، میکروبی و حسی در این پژوهش به نظر می‌رسد نمونه‌های حاوی شیره و قند مایع خرما در سطح جایگزینی (۵۰-۲۵٪) ضمن حفظ ویژگی‌های فیزیکی (از جنبه تولید) و مقرون به صرفه بودن با توجه به مصرف کمتر آنها نسبت به شکر برای ایجاد شیرینی مناسب و هزینه تولید کمتر در مقایسه با شکر، از نظر مصرف‌کننده نیز قابل قبول می‌باشند. با امکان تولید این محصول علاوه بر افزایش ارزش تغذیه‌ای و کاهش عوارض ساکارز از جمله کاهش مقدار کالری دریافتی از محصول با توجه به درصد بالای قند احیا در شیره و قند مایع خرما و همچنین شیرینی ۱/۷ برابری فروکتوز نسبت به ساکارز که بیشترین سهم قندی شیره و قند مایع خرما را تشکیل می‌دهد و نیز نحوه متابولیسم آن در بدن، با جایگزینی آنها به جای شکر می‌توان محصولی کم‌کالری با شیرینی مناسب تولید کرد. همچنین با توجه به تهیه شیره و قند مایع خرما از خرما نامرغوب درجه ۲ و ۳ که مناسب تازه‌خوری نمی‌باشد و هزینه تولید آن در مقایسه با شکر، سبب ایجاد ارزش افزوده نیز می‌گردد.

۵- تشکر و قدردانی

از کارخانه شهد باب پارس که حمایت مالی این پروژه پژوهشی را بر عهده داشته و صمیمانه امکانات انجام این پژوهش را فراهم ساختند، قدردانی می‌شود.

- [23] Telis, V. R. N., Telis-Romero, J., Mazzotti, H. B., & Gabas, A. L. (2007). Viscosity of aqueous carbohydrate solutions at different temperatures and concentrations. *International Journal of food properties*, 10(1), 185-195.
- [24] Groschner, P. (1998). Production of ice cream by using honey instead of sugar. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 94(7), pp 214-217.
- [25- Sofjan, R.P. and Hartel, R.W. (2004). "Effect of Overrun on Structural and Physical characteristics of Ice Cream, "International Dairy Journal, Vol. 14, No. 3, pp 255-262.
- [26- Ozdemir, C., Dagdemir, E., Ozdemir, S., & Sagdic, O. (2008). The effects of using alternative sweeteners to sucrose on ice cream quality. *Journal of food quality*, 31(4), pp 415-428.
- [27] Lindamood, J. B., Grooms, D. J., & Hansen, P. M. T. (1989). Effect of hydrolysis of lactose and sucrose on firmness of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 3(5), 379-388.
- [28- Meshkat, A. and Chegi, B. (2010). *Science and Technology of Ice cream*. , Aiizh Edition No.170-230.
- [29] Farahnaky, A., Mardani, M., Mesbahi, G., Majzooobi, M., & Golmakani, M. T. (2016). Some Physicochemical Properties of Date Syrup, Concentrate, and Liquid Sugar in Comparison with Sucrose Solutions. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18(3), pp 657-668.
- [30] Homayouni-Rad, A., Hajieghrary, F., Khodavirdvand Keshtiban, A. (1396). The effects of sucrose substitution with date syrup on rheological and organoleptic properties of Kooshab. *JFST No. 64, Vol. 14. pp 25-35.*
- [31] Taleb, H., Maddocks, S. E., Morris, R. K., & Kanekanian, A. D. (2016). The antibacterial activity of date syrup polyphenols against *S. aureus* and *E. coli*. *Frontiers in microbiology*, 7, pp 43-53.
- [32] Shariati, A., Pordeli, H. KHademian, A., Kyai, A. (2009). Evaluation of anti microbial effect of date extract and its seed against resistor *Staphylococcus aureus*. *Journal of Food Science and nutrition*. Vol. 7. pp 44-47.
- Syrup, Date Concentrate, Date Liquid Sugar in Comparison With Sugar Solutions. *Journal of production and preservation of food*. Vol. 6 (1): 85-101.
- [13] Alvarez, V., Wolters, B. C., Vodovotz, L. Y., and Ji, T. J. (2005). Physical Properties of Ice Cream Containing Milk Protein Concentrates. *American Dairy Science Association* 88:862-871.
- [14] Arbuckle, W. S., (1986). *Ice cream*, Fourth Edition, Van Nostrand Reinhold, New York
- [15] AOAC, (2005). *Official methods of analysis, ice cream and frozen dessert*, 18th editions. Association of Official Analytical Chemists, Washington, pp. 93-96.
- [16] Nazari, B. (2015). Formulation and preparation of ice cream replacing sugar with sucralose and its organoleptic characteristics. *JFST No. 49, Vol. 12. pp:145-153.*
- [17] Mourtazavi, S. A., Ghouds rohani, M.Joyandeh, H. (2005). *Milk and dairy technology*, Publications, Ferdowsi University of Mashhad, pp 114-119.
- [18- Akalin, A.S. and Erisir, D. (2008). Effects of inulin and oligo fructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. *Journal of Food Science*, 73(4): M184-M188.
- [19] Fatemi, H., (2006). *Food chemistry*. Tehran Publications. Vol.3. pp 218-242.
- [20] Ahmadi, H. (2011). Evaluation of replacement of date liquid sugar as replacement for invert syrup in a layer cake. *JFST Vol. 8, No. 1. pp 643-656.*
- [21] Homayouni-Rad, A., Bazrafshan, M. (2014). Effect of sucrose substitution by date sugar on the physicochemical and sensory properties of sour cherry jam. *JFST No. 43, Vol. 11. pp 25-31.*
- [22] Adapa, S. Dingeldein. H. Schmidt, K. A. and Herald. T.J. (2000). Rheological Properties of Ice Cream Mixes and Frozen Ice Creams Containing Fat and Fat Replacers. *Journal of Dairy Science* Vol. 83 No. 10.2224-22295.

Effect of Sugar Replacement with two sweeteners of date liquid sugar and date syrup on physico-chemical, microbiological and sensory properties of low calorie and functional ice cream.

Ebrahimisaray, N.¹, Javadi, A.², Bodbodak, S.^{3*}

1. M.Sc. Graduated, Department of Food Technology, Mamegan Branch, Azad University, Mamegan, Iran.
2. Associate Prof. of Department of Food Hygiene, Tabriz Branch, Azad University, Tabriz, Iran.
3. PhD Student of Food Technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

(Received: 2017/02/21 Accepted:2017/07/31)

Date is one of the important agricultural products in Iran and due to lack of attention to its by-products and its process; a large amount of this valuable product is annually lost. The aim of this study was to compare the physico-chemical, microbiological and sensory properties of ice cream with two sweeteners of date liquid sugar and date syrup. For this purpose, sugar was replaced with date liquid sugar and date syrup in ice cream formulation, at 5 levels (0, 25, 50, 75 and 100%). Chemical (sugar, fat, total solid, ash, acidity, protein, pH), physical (viscosity, over run, thermal shock resistance to melting, the shape retention and sensory (texture, taste, color, odor, general acceptance) and microbiological (aerobic mesophilic, *E. coli*, molds, yeasts and *Staphylococcus aureus*) properties were evaluated. The results showed that the microbial count of date syrup containing samples was reduced due to the anti microbial properties of date syrup. Over run and viscosity were similar to control samples in replacement levels up to 50% replacement by date liquid sugar and date syrup, but they decreased with further increase of replacement ratio (75 and 100%). By the increasing replacement ratio of date liquid sugar and date syrup, ice cream melting resistance and shape retention significantly decreased and sensitivity to thermal shock increased ($P \leq 0.05$). The results of the sensory properties showed that replacement in level of (25-50%) date syrup and (25-75%) of date liquid sugar had no significant effect on the organoleptic properties, and could be applied in ice cream formulation.

Keywords: Date liquid sugar, Date syrup, Functional ice cream, Sugar replacer

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