

# اثر جایگزینی شکر با شیرین کننده های کم کالری سوربیتول بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی و حسی مارمالاد توت فرنگی

لایا عافی<sup>۱</sup>، لیلا روفه گری نژاد<sup>۲\*</sup>، میترا صوفی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۳- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۲۲)

## چکیده

مارمالاد نوعی مربا است که در آن تکه های میوه به صورت همگن مخلوط شده و قابل رویت نمی باشند. با تغییر فرهنگ زندگی و کم شدن تحرک بدنی انسان ها و بروز مشکلاتی نظیر چاقی، اضافه وزن و فشارخون، استفاده از ساکارز و مشتقات آن در فرمولاسیون مواد غذایی محدود و باعث شده تلاش برای تولید مواد غذایی با چربی، شکر، نمک کم و فیبر بیشتر افزایش یابد. در همین راستا، امکان سنجی تولید مارمالاد توت فرنگی با جایگزینی ساکارز با سوربیتول در نسبت های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور ویژگی های فیزیکی و شیمیایی (pH، فعالیت آبی، بریکس، قوام و کالری کاهش یافته) و ویژگی های حسی نمونه های تولید شده در مقایسه با نمونه کنترل در طول ۹۰ روز نگهداری مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده؛ جایگزینی شکر با سوربیتول بر pH نمونه ها تاثیر معنی دار نداشت و با افزایش نسبت جایگزینی شکر با سوربیتول در مقدار بیش از ۳۸ درصد، از میزان بریکس نمونه ها به طور چشمگیری کاسته شد ( $P < 0.05$ ). همچنین با افزایش جایگزینی شکر با سوربیتول فعالیت آبی کاهش و با افزایش زمان نگهداری فعالیت آبی افزایش یافت که این افزایش از روز ۶۰ به بعد بیشتر بود. در درصدهای بالای سوربیتول مورد استفاده، میزان قوام کاهش یافت. اثر زمان نگهداری بر بریکس بی تاثیر بود، ولی تاثیر کاهشی بر قوام نمونه ها داشت. به طور کلی با در نظر گرفتن برآیند نتایج به دست آمده چنین نتیجه گیری می شود که با استفاده از سوربیتول حداکثر تا مقدار ۳۸ درصد میزان شکر مصرفی در تولید مارمالاد کم کالری توت فرنگی می توان به محصولی با ویژگی ها و با مقبولیت مشابه با نمونه کنترل دست یافت.

کلید واژگان: توت فرنگی، سوربیتول، شکر، کم کالری، مارمالاد

\* مسئول مکاتبات: l.roufegari@iaut.ac.ir

## ۱- مقدمه

تغییر فرهنگ زندگی، کم شدن تحرک بدنی انسان ها و بروز مشکلاتی نظیر چاقی و فشارخون و همچنین شیوع بیماری های قلبی و عروقی از طرف دیگر، نشان می دهد که توجه به تولید فرمولاسیون های غذایی کم کالری ضروری می باشد. در این راستا کاهش مصرف ساکارز و مشتقات آن توسط افراد چاق، کودکان، زنان باردار و بیماران دیابتی به دلیل کالری بالا و تأثیرات نامطلوب بر بدن، بیشتر توصیه می شود [۱ و ۲].

مربا منبعی از میوه ها است که تأمین کننده مواد مغذی و ترکیبات آنتی اکسیدانی به حساب می آید [۳]. تولید صنعتی مربا از حدود ۱۰۰ سال پیش آغاز شده و با حدود ۶۵۰۰۰ تن تولید سالانه دارای اهمیت اقتصادی بالایی می باشد [۴]. توت - فرنگی یکی از با ارزش ترین میوه ها است که شامل تقریباً ۹۰ درصد آب و ۱۰ درصد مواد جامد محلول بوده و محتوی ترکیبات غذایی بسیار با ارزشی مانند آنتی اکسیدان ها، ویتامین ها و مواد معدنی است که دارای ویژگی های ارگانولپتیکی (طعم، رنگ و مزه) مطلوبی می باشد [۵]. به علت فصلی بودن و محتوای رطوبتی بالای توت فرنگی، نگهداری آن برای مدت طولانی با حفظ خصوصیات مفید آن به صورت میوه خام مشکل و حتی غیرممکن است؛ بنابراین تولید مربا یکی از روش های مهم در نگهداری آن محسوب می شود؛ به طوری که عامل اصلی نگهداری در این روش غلظت بالای مواد قندی (شکر)، پایین بودن فعالیت آبی ( $a_w$ )، حرارت دادن ضمن فرآیند و پایین بودن pH می باشد [۶]. مربا به دلیل طعم و مزه مطلوب و ماندگاری طولانی مدت، مورد توجه مصرف کنندگان می باشد، با این حال، مقدار ساکارز بالای مربا منجر به ایجاد مشکلات سلامتی برای مصرف کنندگان مستمر آن شده و باعث محدودیت مصرف آن توسط بیماران مبتلا به دیابت می شود [۷ و ۸]. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی و طبق برآورد فدراسیون بین المللی دیابت، در سال ۲۰۰۳ تعداد افراد مبتلا به دیابت حدود ۲۰۰ میلیون نفر بوده و تخمین زده می شود این تعداد در سال ۲۰۲۵ به بیش از ۳۰۰ میلیون نفر برسد. با توجه به شیوع بالا و در حال پیشرفت بیماری دیابت و عوارض ناتوان کننده و تاثیر آن در کیفیت زندگی افراد مبتلا به این بیماری، بررسی عوامل مرتبط با کنترل دیابت و بهبود کیفیت زندگی بیماران امری ضروری می باشد [۹]. لذا با توجه به پروسه تولید ذکر شده برای مربا و مارمالاد و بالا

بودن میزان کالری حاصل از مصرف این فراورده ها، به دلیل محتوای بالای شکر، یکی از اهداف تولید کنندگان، معرفی محصولات کم کالری می باشد. محصولات غذایی کم کالری با کیفیت مناسب با استفاده از جایگزینی ساکارز با شیرین کننده های کم کالری طبیعی یا سنتزی (از قبیل سوربیتول، آسپارتام، آسه سولفام K، سیکلامات، سوکرالوز و...) تولید می شوند [۹]. از جمله ترکیبات شیرین کننده با کالری زایی پایین، قندهای الکلی می باشند که در غذاهای فراوری شده به - عنوان جایگزین ساکارز استفاده می شوند که از آن جمله می - توان به سوربیتول اشاره نمود [۱۰].

سوربیتول فرم الکلی ساکارز است که در میوه ها و سبزی ها به - طور طبیعی موجود است. سوربیتول یک قند الکلی شش کربنه هگزا هیدریک با کالری kcal/gr ۲/۶ در مقایسه با ساکارز kcal/gr ۴/۲ می باشد. سوربیتول از لحاظ شیمیایی خنثی بوده و به مقادیر زیاد در طبیعت یافت می شود؛ این ترکیب در صنعت از هیدرولیز شکر و قند ذرت به دست می آید [۱۱]. سوربیتول به طور کامل توسط بدن انسان جذب نمی شود و در مقایسه با کربوهیدرات ها، جذب سوربیتول از روده بسیار کند است [۱۲ و ۱۳]. این شیرین کننده کم کالری بوده و حدود ۶۰ درصد ساکارز شیرینی دارد و با متابولیسم شدن ناقص به سرعت از بدن عبور کرده و دفع می شود؛ بنابراین می تواند در رژیم غذایی بیماران دیابتی مورد استفاده قرار گیرد [۱۴].

از شیرین کننده های سنتزی مختلفی در تولید مربا استفاده شده است؛ که از آن جمله می توان به پژوهش انجام گرفته توسط عبدالله و چنگ (۲۰۰۱) در مطالعه بهینه سازی برای کم کالری میوه های مخلوط استوایی با روش سطح پاسخ و طرح مخلوط برای تعیین نسبت بهینه آناناس، کامبولا و پایایا در فرمولاسیون مربای رژیمی با استفاده از سوربیتول و آسه سولفام K، پکتین کم استر و کلرید کلسیم اشاره نمود. نتایج به دست آمده نشان داد که این تیمارها از نظر خصوصیات حسی با نمونه کنترل یکسان برآورد شدند در حالی که کالری زایی آن یک سوم (۳۳ درصد) مربای سنتی بود [۱۵]. همچنین حسینی و جمالیان (۲۰۰۶) از گلیسیریزین، سوربیتول و فروکتوز در فرمولاسیون مربای رژیمی استفاده کردند و در بیماران غیروابسته به انسولین مورد ارزیابی قرار دادند. تیمارهای تهیه شده از نظر ویژگی های حسی و بافت نسبت به نمونه کنترل مورد پذیرش کلی قرار گرفت. ولی رنگ تیمارها با کاربرد سوربیتول تیره رنگ شده

کلرید کلسیم با خلوص ۹۹ درصد (ایران) استفاده گردید.

## ۲-۲- روش تولید مارمالاد توت‌فرنگی

پخت مارمالاد در ظروف استیل و تحت فشار اتمسفر انجام گرفت. ابتدا میوه توت‌فرنگی شسته شده پس از دم‌گیری، توسط آسیاب برقی پوره شد؛ تیمارهای مورد نظر بر اساس جدول ۱ تهیه شدند، به‌طوری‌که به مارمالاد شاهد، شکر و به مارمالادهای تیمار به جای قسمتی از شکر؛ سوربیتول جایگزین شده در مقادیر مشخص اضافه گردید. در ادامه با تنظیم pH در حدود ۳/۳ تا ۳/۵، محلول پکتین حل شده در آب جوشیده به همراه ۱۰۰ گرم شکر، به مخلوط مارمالاد اضافه گردید و فرآیند پخت تا رسیدن به بریکس معین ادامه یافت. در این نقطه حرارت قطع شده و پرکنی مارمالاد در ظروف شیشه‌ای در دمای ۸۵ درجه سلسیوس انجام گرفته و در ادامه پاستوریزه گردید. همچنین یک نمونه مارمالاد کنترل بدون جایگزین ساکارز نیز به‌منظور مقایسه بین نمونه‌ها طبق روش مطرح شده تولید گردید. نمونه‌های تهیه شده در دمای محیط نگهداری شده و مورد آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی در بازه زمانی صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز در ۳ تکرار قرارگرفتند [۱۷].

Table 1 Formulation of marmalades with replacing sorbitol

| Sample         | Sucrose(%) | Sorbitol(%) | Strawberry(g) | Sucrose(g) | Sorbitol(g) | Pectin(g) |
|----------------|------------|-------------|---------------|------------|-------------|-----------|
| T <sub>1</sub> | 100        | 0           | 400           | 1500       | 0           | 2         |
| T <sub>2</sub> | 75         | 25          | 400           | 1125       | 375         | 2         |
| T <sub>3</sub> | 68         | 32          | 400           | 1020       | 480         | 2         |
| T <sub>4</sub> | 62         | 38          | 400           | 936        | 570         | 2         |
| T <sub>5</sub> | 56         | 44          | 400           | 840        | 660         | 2         |
| T <sub>6</sub> | 50         | 50          | 400           | 750        | 750         | 2         |
| T <sub>7</sub> | 38         | 62          | 400           | 570        | 936         | 2         |
| T <sub>8</sub> | 32         | 68          | 400           | 480        | 1020        | 2         |
| T <sub>9</sub> | 25         | 75          | 400           | 375        | 1125        | 2         |

## ۲-۳-۲- آزمون‌های فیزیکی

اندازه‌گیری قوام نمونه‌های مارمالاد در دمای محیط انجام گرفت؛ به طوری‌که مارمالاد تا پشدن بخش استوانه‌ای قوام-سنج آدامز (ایران) ریخته شده و در ادامه، با بالا کشیدن بخش استوانه‌ای، میزان میانگین پخش شدن، در طول محورهای دایره‌ای در ۸ نقطه و مدت زمان ۱ دقیقه اندازه‌گیری شد [۲۰]. برای محاسبه میزان کالری کاهش یافته در نمونه‌های مارمالاد، با توجه به این که میزان انرژی ساکارز ۴/۲ کیلوکالری و میزان انرژی سوربیتول ۲/۶ کیلوکالری (انرژی سوربیتول ۰/۶ برابر انرژی حاصل از ساکارز) می‌باشد، با محاسبه مقدار انرژی

ولی با افزایش میزان گلیسریریزین تیمارها روشن‌تر و قرمزتر شدند [۱۶]. لذا با توجه به مطالعات انجام گرفته در زمینه مشکلات حاصل از مصرف بالای ساکارز نظیر کالری بالا، آسیب به دندان‌ها و افزایش تعداد بیماران دیابتی و نظر به تفاوت قابل مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مربا و مارمالاد که ناشی از له شدن کامل میوه در تهیه مارمالاد است؛ هدف از این پژوهش بررسی امکان‌سنجی جایگزینی شکر با سوربیتول و اثر آن بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حسی در مارمالاد توت‌فرنگی می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد مورد استفاده در تهیه مربا

در این تحقیق، توت‌فرنگی، شکر، سوربیتول و پکتین به‌عنوان مواد اولیه، مورد استفاده قرار گرفتند. توت‌فرنگی از میوه‌های دریافتی و مورد استفاده در تهیه مربای شرکت آسیاشور (تبریز) تهیه شد؛ شکر با درجه خلوص ۹۹ درصد (شرکت کارون، خوزستان)، سوربیتول (Cargill، هلند)، پکتین با درجه متوکسیل بالا (Silva pectin) تهیه شده و از اسید سیتریک و

## ۲-۳- روش آزمایش

### ۲-۳-۱- آزمون‌های شیمیایی

pH نمونه‌های مارمالاد در ۲۰ درجه سلسیوس توسط دستگاه pH متر (Mettler-Toledo AG) با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. در اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفراکتومتر (Atago، ژاپن) طبق روش مطرح شده در استاندارد AOAC استفاده شد [۱۸]. همچنین برای اندازه‌گیری فعالیت آبی تا پر شدن محفظه دستگاه سنجش فعالیت آبی (Lutron، تایوان) مارمالاد ریخته و فعالیت آبی نمونه‌ها از روی دستگاه قرائت گردید [۱۹].

استفاده شد. آزمون های شیمیایی و فیزیکی در ۴ زمان روز اول، ۳۰، ۶۰ و ۹۰، ارزیابی حسی توسط ۴۰ ارزیاب در روز اول و ۹۰ در سه تکرار انجام شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت زمان

##### نگهداری بر بریکس

بر اساس آنالیز واریانس مواد جامد محلول (بریکس) اندازه گیری شده، در رابطه با جایگزینی شکر با سوربیتول در نسبت های متفاوت و زمان های مختلف نگهداری نمونه های مارمالاد توت فرنگی، مطابق جدول ۲ مشاهده می شود که تاثیر تیمار بر میزان بریکس نمونه ها در سطح احتمال ۰/۰۰۱ معنی دار بود، اما تاثیر زمان نگهداری و همچنین اثر متقابل دو فاکتور بر این پارامتر معنی دار نبود ( $P > 0/05$ ). همچنین نتایج به دست آمده (جدول ۳) نشانگر آن بود که با افزایش نسبت جایگزینی شکر با سوربیتول تا ۳۸ درصد تغییر معنی داری در میزان مواد جامد محلول نسبت به نمونه کنترل مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). اما با افزایش مقدار سوربیتول مورد استفاده در فرمولاسیون به بیش از ۳۸ درصد، میزان بریکس نمونه های مارمالاد، به طور چشم گیری کاهش یافت ( $P < 0/05$ ).

حاصل از دو ماده در فرمولاسیون میزان انرژی هر نمونه به دست آمده و با کسر آن از میزان انرژی نمونه کنترل درصد کالری کاهش یافته در هر نمونه محاسبه گردید [۲۱].

$$\text{Calorie Reduction} = \frac{(A \times 4.2) - [(B \times 4.2) + (C \times 2.6)]}{(A \times 4.2)} \times 100$$

A: میزان شکر نمونه شاهد؛ B: میزان شکر نمونه های مربا با شکر جایگزین شده؛ C: میزان سوربیتول نمونه های مربا با شکر جایگزین شده

#### ۳-۳-۲- ارزیابی حسی نمونه های مارمالاد توت فرنگی

به منظور ارزیابی حسی نمونه های مارمالاد توت فرنگی کم کالری از ۴۰ نفر از کارمندان شرکت آسپاشور برای انجام ارزیابی حسی استفاده شد. در این پژوهش برای ارزیابی کیفیت نمونه های مارمالاد و تعیین میزان پذیرش نمونه های تولید شده از آزمون هدنیک پنج نقطه ای استفاده شد [۲۲].

#### ۳-۳-۲- روش تجزیه و تحلیل آماری

طرح آماری مورد استفاده، آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. تحلیل و ارزیابی داده ها و تاثیر پارامترهای مختلف با آنالیز واریانس GLM با نرم افزار آماری MINITAB 16 بررسی شد و برای تأیید وجود اختلاف بین میانگین ها از آزمون توکی در سطح احتمال ۰/۰۵ ( $p < 0/05$ )

Table 2 Analysis of variance for brix as affected by independent variables

| Factors          | df  | Sum of Squares | Mean Square | F      | Sig.  |
|------------------|-----|----------------|-------------|--------|-------|
| Treatment(A)     | 9   | 268.58         | 29.84       | 112.01 | 0.000 |
| Storage time (B) | 3   | 0.46           | 0.15        | 0.58   | 0.632 |
| A×B              | 27  | 1.23           | 0.05        | 0.17   | 1.000 |
| Error            | 80  | 21.31          | 0.27        | -      | -     |
| Total            | 119 | 291.59         | -           | -      | -     |

مطابقت داشت. میانگین بریکس به دست آمده در نمونه های مارمالاد توت فرنگی کم کالری (۷۵ تا ۷۹) با نتایج پاولوسی و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت داشت [۲۳]. به طور کلی، ساکارز با محتوای قندی (بریکس) یک شناخته شده است، در حالی که بریکس سوربیتول حدود ۰/۶ تا ۰/۸ می باشد. بدین ترتیب، کاهش بریکس با افزایش میزان جایگزینی شیرین کننده الکلی با ساکارز قابل توجیه است، که این یافته مطابق با یافته های جنگ و همکاران (۲۰۱۵) بود [۲۴].

مطابق با جدول مقایسه میانگین داده های به دست آمده مشاهده می شود که تفاوت معنی داری بین نمونه های شاهد و تیمارها از لحاظ مواد جامد محلول در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. به طوری که بیشترین مقدار مواد جامد محلول اندازه گیری شده با مقدار ۷۸/۲۳ گرم در ۱۰۰ گرم محصول مربوط به نمونه حاوی ۷۵ درصد شکر و ۲۵ درصد سوربیتول و کمترین مقدار ۷۳/۲۳ گرم در ۱۰۰ گرم مربوط به نمونه دارای ۲۵ درصد شکر و ۷۵ درصد سوربیتول بود؛ کلیه مقادیر به دست آمده با حداقل مقدار مجاز بریکس ۶۵، با استاندارد ملی ایران (۲۱۴)

**Table 3** Effect of replacement of sorbitol and storage time on brix (mean±SD) of marmalades

| Sample         | Day 1                      | Day 30                    | Day 60                     | Day 90                     |
|----------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| T <sub>1</sub> | 77.10±0.10 <sup>Aabc</sup> | 76.97±0.15 <sup>Aab</sup> | 77.67±0.21 <sup>Aabc</sup> | 77.07±0.21 <sup>Aabc</sup> |
| T <sub>2</sub> | 78.07±0.06 <sup>Aa</sup>   | 78.07±0.25 <sup>Aa</sup>  | 76.93±0.40 <sup>Abcd</sup> | 78.23±0.58 <sup>Aa</sup>   |
| T <sub>3</sub> | 77.60±0.87 <sup>Aabc</sup> | 77.67±0.83 <sup>Aab</sup> | 78.20±0.36 <sup>Aa</sup>   | 77.97±0.68 <sup>Aab</sup>  |
| T <sub>4</sub> | 77.83±0.47 <sup>Aab</sup>  | 77.50±0.44 <sup>Aab</sup> | 77.90±0.82 <sup>Aab</sup>  | 77.87±0.42 <sup>Aab</sup>  |
| T <sub>5</sub> | 76.47±0.64 <sup>Abcd</sup> | 76.53±0.76 <sup>Aab</sup> | 77.67±0.42 <sup>Aabc</sup> | 76.50±0.40 <sup>Abcd</sup> |
| T <sub>6</sub> | 76.17±0.65 <sup>Acde</sup> | 76.17±0.35 <sup>Abc</sup> | 76.60±0.46 <sup>Acd</sup>  | 76.17±0.85 <sup>Acd</sup>  |
| T <sub>7</sub> | 75.07±0.21 <sup>Ade</sup>  | 74.80±0.46 <sup>Acd</sup> | 76.10±0.46 <sup>Ade</sup>  | 75.07±0.81 <sup>Ad</sup>   |
| T <sub>8</sub> | 74.77±0.59 <sup>Aef</sup>  | 74.83±0.66 <sup>Acd</sup> | 74.97±0.21 <sup>Ae</sup>   | 75.17±0.60 <sup>Ad</sup>   |
| T <sub>9</sub> | 73.33±0.63 <sup>Af</sup>   | 73.27±0.5 <sup>Ad</sup>   | 75.17±0.21 <sup>Ae</sup>   | 73.27±0.50 <sup>Ae</sup>   |

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences (P<0.05). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate sugar replacement effect.

دو فاکتور بر میزان pH نمونه‌ها معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) که دلیل این امر افزودن مقادیر مشخصی از اسید سیتریک به نمونه‌های مارمالاد تا رسیدن به محدوده ۳/۶-۳/۴ بود که این مقدار به‌منظور تشکیل ژل و ایجاد قوام توسط پکتین مطلوب می‌باشد (جدول ۵).

### ۳-۲- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت زمان

#### نگهداری بر pH

مطابق جدول ۴، آنالیز واریانس داده‌های pH نمونه‌های مارمالاد تهیه شده نشان داد که اثر جایگزینی شکر با نسبت‌های مختلف سوربیتول، تاثیر زمان نگهداری و هم‌چنین اثر متقابل

**Table 4** Analysis of variance for pH as affected by independent variables

| Factors          | df  | Sum of Squares | Mean Square | F    | Sig.  |
|------------------|-----|----------------|-------------|------|-------|
| Treatment (A)    | 9   | 0.038          | 0.004       | 1.46 | 0.179 |
| Storage time (B) | 3   | 0.016          | 0.005       | 1.87 | 0.141 |
| A×B              | 27  | 0.029          | 0.001       | 0.37 | 0.998 |
| Error            | 80  | 0.234          | 0.003       | -    | -     |
| Total            | 119 | 0.318          | -           | -    | -     |

نمونه‌های مختلف با نمونه‌های کنترل مشاهده نشد [۲۷]. همچنین در پژوهش انجام گرفته توسط پاولوسی و همکاران (۲۰۰۳) در مارمالاد زردآلو، هلو، سیب و توت‌فرنگی حاوی شیرین‌کننده سنتزی آسپاراتام در تولید مربای رژیمی نیز اسیدیته نمونه‌ها مشابه نمونه کنترل بود که می‌تواند به علت افزودن اسید سیتریک تا رسیدن به pH تعیین شده ۳/۴ باشد [۲۳].

این درحالی است که مقادیر pH بالا و کمتر از مقادیر تعیین شده موجب ایجاد مارمالاد با بافت سخت و یا موجب عدم تشکیل شبکه ژلی و آب اندازی آن می‌گردد [۲۵ و ۲۶]. در بررسی انجام گرفته توسط ال قدسی و ال دباس (۲۰۱۲) در ارتباط با جایگزینی ساکارز با سوکرالوز در نکتار پرتقال نیز به این نتیجه دست یافته شد که هیچ تغییری در pH و اسیدیته

**Table 5** Effect of replacement of sorbitol and storage time on pH (mean±SD) of marmalades

| Sample         | Day 1                   | Day 30                  | Day 60                  | Day 90                  |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| T <sub>1</sub> | 3.48±0.06 <sup>Aa</sup> | 3.49±0.04 <sup>Aa</sup> | 3.53±0.04 <sup>Aa</sup> | 3.50±0.03 <sup>Aa</sup> |
| T <sub>2</sub> | 3.50±0.08 <sup>Aa</sup> | 3.49±0.05 <sup>Aa</sup> | 3.53±0.05 <sup>Aa</sup> | 3.49±0.05 <sup>Aa</sup> |
| T <sub>3</sub> | 3.47±0.06 <sup>Aa</sup> | 3.46±0.05 <sup>Aa</sup> | 3.48±0.07 <sup>Aa</sup> | 3.49±0.06 <sup>Aa</sup> |
| T <sub>4</sub> | 3.51±0.05 <sup>Aa</sup> | 3.50±0.04 <sup>Aa</sup> | 3.52±0.06 <sup>Aa</sup> | 3.49±0.05 <sup>Aa</sup> |
| T <sub>5</sub> | 3.54±0.05 <sup>Aa</sup> | 3.54±0.03 <sup>Aa</sup> | 3.55±0.05 <sup>Aa</sup> | 3.52±0.06 <sup>Aa</sup> |
| T <sub>6</sub> | 3.49±0.07 <sup>Aa</sup> | 3.54±0.03 <sup>Aa</sup> | 3.50±0.04 <sup>Aa</sup> | 3.51±0.05 <sup>Aa</sup> |
| T <sub>7</sub> | 3.49±0.07 <sup>Aa</sup> | 3.46±0.05 <sup>Aa</sup> | 3.52±0.04 <sup>Aa</sup> | 3.49±0.10 <sup>Aa</sup> |
| T <sub>8</sub> | 3.45±0.03 <sup>Aa</sup> | 3.45±0.06 <sup>Aa</sup> | 3.49±0.10 <sup>Aa</sup> | 3.49±0.05 <sup>Aa</sup> |
| T <sub>9</sub> | 3.46±0.05 <sup>Aa</sup> | 3.47±0.05 <sup>Aa</sup> | 3.50±0.05 <sup>Aa</sup> | 3.50±0.06 <sup>Aa</sup> |

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences (P<0.05). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate sugar replacement effect.

### ۳-۳- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت زمان نگهداری بر فعالیت آبی

آنالیز واریانس فعالیت آبی نمونه های مارمالاد توت فرنگی تهیه

شده نشان داد که تاثیر جایگزینی شکر با نسبت های مختلف سوربیتول و زمان نگهداری در سطح احتمال ۰/۰۰۱ بر میزان فعالیت آبی نمونه ها معنی دار بود (جدول ۶)، ولی اثر متقابل دو فاکتور بر این پارامتر قابل توجه نبود ( $P > 0.05$ ).

Table 6 Analysis of variance for  $a_w$  as affected by independent variables

| Factors          | df  | Sum of Squares | Mean Square | F       | Sig.  |
|------------------|-----|----------------|-------------|---------|-------|
| Treatment(A)     | 9   | 0.490          | 0.054       | 1399.85 | 0.000 |
| Storage time (B) | 3   | 0.005          | 0.002       | 44.66   | 0.000 |
| A×B              | 27  | 0.001          | 0.000       | 0.57    | 0.950 |
| Error            | 80  | 0.003          | 0.000       | -       | -     |
| Total            | 119 | 0.499          | -           | -       | -     |

لذا با افزایش نسبت جایگزینی شکر با سوربیتول، تغییر معنی داری در فعالیت آبی ایجاد شد، به گونه ای که فعالیت آبی با افزایش میزان سوربیتول کاهش یافت (جدول ۷)، همچنین نتایج به دست آمده نشانگر آن بود که با افزایش زمان نگهداری، فعالیت آبی افزایش یافت ( $P < 0.05$ ) که این امر به دلیل تبادل رطوبت بین محصول و شربت و خروج آب از شبکه ژلی پکتین با گذشت زمان و افزایش میزان آب در دسترس بوده است. بر اساس گزارش نورمحمدی و همکاران (۲۰۱۱ آ و ب) و زولیا و همکاران (۲۰۰۰) با افزایش مقدار قندهای الکلی مانند سوربیتول در فرمولاسیون، فعالیت آبی کاهش می یابد که این کاهش معنی دار در فعالیت آبی نمونه های حاوی قندهای الکلی را به دلیل وجود گروه های متعدد هیدروکسیل در ساختار شیمیایی پلی اول ها و افزایش پیوند با آب و درگیر کردن آن دانسته اند [۲۸، ۲۹ و ۳۰]. همچنین افزایش آب دوستی

شیرین کننده مورد استفاده باعث افزایش پیوندهای بین زنجیری پکتین و کاهش بیشتر فعالیت آبی می شود [۳۲]. در تحقیق ویلا و همکاران (۲۰۱۵) کاهش فعالیت آبی در تهیه مربای گیلاس و تمشک تولید شده با سوربیتول نیز با نتایج این تحقیق مطابقت داشت؛ طبق گزارش این محققین در نمونه های تهیه شده فعالیت آبی به کمتر از ۰/۸ رسید که نقش مهمی در کاهش رشد میکروارگانیسم ها و افزایش ماندگاری محصولات داشت [۳۱]. این مقدار فعالیت آبی در مارمالادهای کم کالری توت فرنگی تهیه شده در جایگزینی مقادیر بالای ۴۳ درصد سوربیتول حاصل شد. در بین همه نمونه ها بیشترین میزان فعالیت آبی مربوط به نمونه کنترل و کمترین میزان فعالیت آبی مربوط به نمونه حاوی ۲۵ درصد ساکارز و ۷۵ درصد سوربیتول بود.

Table 7 Effect of replacement of sorbitol and storage time on  $a_w$  (mean±SD) of marmalades

| Sample         | Day 1                      | Day 30                     | Day 60                     | Day 90                      |
|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| T <sub>1</sub> | 0.848±0.005 <sup>Bb</sup>  | 0.851±0.002 <sup>Bb</sup>  | 0.858±0.005 <sup>ABb</sup> | 0.868±0.007 <sup>Abc</sup>  |
| T <sub>2</sub> | 0.834±0.007 <sup>Acd</sup> | 0.831±0.002 <sup>Ac</sup>  | 0.834±0.004 <sup>Ac</sup>  | 0.840±0.007 <sup>Acd</sup>  |
| T <sub>3</sub> | 0.828±0.005 <sup>Bd</sup>  | 0.831±0.009 <sup>Bc</sup>  | 0.838±0.005 <sup>ABc</sup> | 0.848±0.005 <sup>Abcd</sup> |
| T <sub>4</sub> | 0.842±0.004 <sup>Bbc</sup> | 0.846±0.003 <sup>Bbc</sup> | 0.856±0.009 <sup>ABb</sup> | 0.869±0.014 <sup>Ab</sup>   |
| T <sub>5</sub> | 0.805±0.005 <sup>Be</sup>  | 0.808±0.008 <sup>Bd</sup>  | 0.818±0.003 <sup>ABd</sup> | 0.826±0.026 <sup>Ad</sup>   |
| T <sub>6</sub> | 0.779±0.004 <sup>Af</sup>  | 0.783±0.009 <sup>Ae</sup>  | 0.786±0.006 <sup>Ae</sup>  | 0.793±0.017 <sup>Ae</sup>   |
| T <sub>7</sub> | 0.714±0.003 <sup>Bg</sup>  | 0.710±0.004 <sup>Bf</sup>  | 0.717±0.004 <sup>ABf</sup> | 0.726±0.006 <sup>Af</sup>   |
| T <sub>8</sub> | 0.707±0.004 <sup>Bg</sup>  | 0.710±0.006 <sup>ABf</sup> | 0.717±0.004 <sup>ABf</sup> | 0.723±0.004 <sup>Af</sup>   |
| T <sub>9</sub> | 0.706±0.004 <sup>Bg</sup>  | 0.707±0.005 <sup>Bf</sup>  | 0.717±0.005 <sup>ABf</sup> | 0.723±0.007 <sup>Af</sup>   |

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences ( $P < 0.05$ ). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate sugar replacement effect.

## ۳-۴- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت زمان

## نگهداری بر قوام

بررسی آنالیز داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری قوام نمونه‌های مارمالاد توت‌فرنگی (جدول ۸)، نشانگر آن بود که

اثر جایگزینی شکر با نسبت‌های مختلف سوربیتول و زمان نگهداری در سطح احتمال ۰/۰۰۱ بر میزان قوام نمونه‌ها معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل دو فاکتور بر قوام معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ).

Table 8 Analysis of variance for consistency as affected by independent variables

| Factors          | df  | Sum of Squares | Mean Square | F       | Sig.  |
|------------------|-----|----------------|-------------|---------|-------|
| Treatment(A)     | 9   | 95.35          | 10.59       | 1552.93 | 0.000 |
| Storage time (B) | 3   | 1.56           | 0.52        | 76.25   | 0.000 |
| A×B              | 27  | 0.27           | 0.01        | 1.45    | 0.104 |
| Error            | 80  | 0.54           | 0.01        | -       | -     |
| Total            | 119 | 97.73          | -           | -       | -     |

بنابراین افزایش قوام نمونه‌های مارمالاد تهیه شده نسبت داد [۳۲]. از طرف دیگر ساختار مولکولی قندها روی میزان ویسکوزیته و قوام بسیار تاثیرگذار هستند، به‌طوری‌که با افزایش پیوندهای هیدروژنی، سطوح اتصالات افزایش و میزان تحرک آب آزاد کاهش می‌یابد که نتیجه آن افزایش قوام محصول می‌باشد. قوام در ارتباط مستقیم با وزن ملکولی قند مورد استفاده در فرمولاسیون می‌باشد اگر چه موارد دیگری نظیر نوع آرایش مولکولی که بر میزان اتصال به آب موثر است، می‌تواند بر قوام محصول نیز موثر باشد [۲۸]. در مقایسه بین ساختار مولکولی قندهای ساکارز و سوربیتول وجود گروه‌های عاملی هیدروکسیل بیشتر در ساکارز، اتصالات هیدروژنی بیشتری تشکیل شده که نتیجه آن کاهش تحرک آب آزاد و افزایش قوام می‌باشد [۳۳]. همین امر توجیهی برای کاهش قوام با کاهش میزان شکر و افزایش سوربیتول جایگزین شده در نمونه‌های مارمالاد توت فرنگی می‌باشد. نتایج مشابه دیگر در یافته‌های اسلامی و همکاران (۲۰۱۵) با جایگزینی شکر با سوربیتول در مربای رژیمی سبب نیز گزارش شد [۳۴].

تغییرات قوام با تغییر فرمولاسیون نمونه‌های مارمالاد توت‌فرنگی تغییر کرد. افزودن پکتین در تهیه مارمالادها باعث افزایش قوام نمونه‌ها شد، با این حال با افزایش جایگزینی شکر مورد استفاده با مقادیر مختلف سوربیتول قوام اندازه‌گیری شده کاهش یافت ( $P < 0.05$ )، که این کاهش در قوام با جایگزینی مقدار بیش از ۳۸ درصد سوربیتول در فرمولاسیون افزایش بیشتری داشت. با توجه به مقایسه میانگین‌های به‌دست آمده نیز مشاهده می‌شود که در تمامی زمان‌ها، نمونه جایگزین شده با ۷۵ درصد سوربیتول دارای کمترین قوام و نمونه کنترل دارای بیشترین قوام بود. با توجه به جدول ۵ زمان نگهداری تاثیر سوء بر میزان قوام نمونه‌ها داشت به گونه‌ای که نگهداری طولانی مدت مارمالادها باعث کاهش معنی‌دار قوام آن‌ها شد ( $P < 0.05$ ) که این کاهش از ماه دوم به بعد محسوس‌تر بود (جدول ۹).

افزایش قوام در نمونه تهیه شده با افزودن پکتین با متوکسیل بالا را بر اساس گزارش کوپجار و همکاران (۲۰۰۹) می‌توان به تشکیل شبکه سه بعدی ژلی توسط پکتین و به دام انداختن آب در داخل آن و محدود کردن حرکت آزادانه قطرات آب و

Table 9 Effect of replacement of sorbitol and storage time on consistency (mean±SD) of marmalades

| Sample         | Day 1                    | Day 30                    | Day 60                    | Day 90                   |
|----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| T <sub>1</sub> | 5.99±0.090 <sup>Aa</sup> | 5.96±0.110 <sup>Aa</sup>  | 5.68±0.060 <sup>Aa</sup>  | 5.54±0.150 <sup>Aa</sup> |
| T <sub>2</sub> | 5.74±0.110 <sup>Ab</sup> | 5.74±0.070 <sup>Ab</sup>  | 5.67±0.030 <sup>Bb</sup>  | 5.54±0.030 <sup>Bb</sup> |
| T <sub>3</sub> | 5.71±0.030 <sup>Ac</sup> | 5.67±0.030 <sup>Ac</sup>  | 5.47±0.070 <sup>ABb</sup> | 5.47±0.110 <sup>Bb</sup> |
| T <sub>4</sub> | 6.11±0.020 <sup>Ae</sup> | 6.08±0.070 <sup>ABe</sup> | 6.88±0.060 <sup>BCd</sup> | 5.77±0.080 <sup>Cd</sup> |
| T <sub>5</sub> | 6.57±0.050 <sup>Af</sup> | 6.53±0.040 <sup>ABf</sup> | 6.46±0.110 <sup>ABe</sup> | 6.35±0.060 <sup>Be</sup> |
| T <sub>6</sub> | 6.93±0.050 <sup>Ag</sup> | 6.89±0.030 <sup>ABg</sup> | 6.76±0.130 <sup>BCf</sup> | 6.66±0.090 <sup>Cf</sup> |
| T <sub>7</sub> | 7.52±0.080 <sup>Ah</sup> | 7.52±0.040 <sup>Ah</sup>  | 7.46±0.040 <sup>Bg</sup>  | 7.34±0.040 <sup>Bf</sup> |
| T <sub>8</sub> | 7.89±0.100 <sup>Ah</sup> | 7.79±0.100 <sup>Ah</sup>  | 7.49±0.080 <sup>Afg</sup> | 7.42±0.160 <sup>Af</sup> |
| T <sub>9</sub> | 8.41±0.110 <sup>Ag</sup> | 8.38±0.050 <sup>Ag</sup>  | 8.28±0.070 <sup>Bfg</sup> | 8.18±0.070 <sup>Bf</sup> |

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences ( $P < 0.05$ ). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate sugar replacement effect.

## ۳-۵- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت

## نگهداری بر پذیرش کلی

آنالیز واریانس داده های به دست آمده از ارزیابی ویژگی های حسی به صورت یک فاکتور کلی با عنوان پذیرش کلی نمونه های مارمالاد توت فرنگی طبق جدول ۱۰، نشان داد که

جایگزینی شکر با نسبت های مختلف سوربیتول در سطح احتمال ۰/۰۰۱ بر مقبولیت حسی نمونه ها تاثیر معنی دار داشت ( $P < 0.001$ )، ولی تاثیر زمان نگهداری و همچنین اثر متقابل دو فاکتور بر میزان پذیرش کلی نمونه ها از دیدگاه ارزیاب ها معنی دار نبود ( $P > 0.05$ ).

Table 10 Analysis of variance for total acceptability as affected by independent variables

| Factors          | df  | Sum of Squares | Mean Square | F     | Sig.  |
|------------------|-----|----------------|-------------|-------|-------|
| Treatment(A)     | 9   | 37.11          | 4.12        | 11.33 | 0.000 |
| Storage time (B) | 1   | 0.25           | 0.25        | 0.67  | 0.413 |
| A×B              | 9   | 1.71           | 0.19        | 0.52  | 0.858 |
| Error            | 180 | 65.50          | 0.36        | -     | -     |
| Total            | 199 | 104.56         | -           | -     | -     |

افزایش سوربیتول امتیاز حسی کاهش پیدا کرد و نمونه هایی که دارای سوربیتول بیشتری بودند مقبولیت کمتری داشتند که این امر به دلیل کاهش شدت رنگ، مالش پذیری و احساس دهانی کمتر و طعم شیرینی متفاوت تر نسبت به نمونه کنترل بود. اسلامی و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش نمودند که افزودن سوربیتول به عنوان جایگزین شکر باعث کاهش معنی داری در امتیازات ارزیابی حسی برای رژیمی سبب نسبت به نمونه کنترل شد [۳۴]. همچنین در طول مدت زمان نگهداری نمونه های مارمالاد توت فرنگی حاوی سوربیتول بالا، رنگ و بافت نامطلوب تر و آب اندازی بیشتری شده و در مقایسه با نمونه کنترل از نظر ارزیابان حسی امتیاز پایین تری دریافت کردند.

یکی از ویژگی های موثر در مقبولیت عمومی مواد غذایی مانند مارمالاد، ویژگی های حسی از جمله ظاهر، رنگ، احساس دهانی و عطر و طعم محصول می باشد. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه های مارمالاد توت فرنگی نشان دهنده تفاوت معنی دار بین مقبولیت کلی نمونه های حاوی مقادیر مختلف سوربیتول و نمونه های کنترل بود. طبق نتایج به دست آمده با افزایش میزان سوربیتول جایگزین شده با ساکارز در نمونه ها امتیاز کسب شده به طور معنی داری کاهش یافت، به طوری که کمترین امتیازات مربوط به نمونه حاوی ۳۸ درصد شکر و ۶۲ درصد سوربیتول و بیشترین امتیازات مربوط به نمونه های حاوی ۳۲ درصد سوربیتول و ۶۸ درصد شکر بود (جدول ۱۱). لذا از مشاهدات فوق می توان چنین نتیجه گرفت که با

Table 11 Effect of replacement of sorbitol and storage time on total acceptability (Mean±SD) of marmalades

| Sample         | Day 1                      | Day 90                       |
|----------------|----------------------------|------------------------------|
| T <sub>1</sub> | 3.90±0.570 <sup>Aab</sup>  | 4.00±0.670 <sup>Aa</sup>     |
| T <sub>2</sub> | 3.80±0.790 <sup>Aabc</sup> | 3.95±0.570 <sup>Aab</sup>    |
| T <sub>3</sub> | 4.00±0.001 <sup>Aa</sup>   | 4.10±0.820 <sup>Aab</sup>    |
| T <sub>4</sub> | 3.80±0.790 <sup>Aabc</sup> | 3.80±0.420 <sup>Aabc</sup>   |
| T <sub>5</sub> | 3.60±0.520 <sup>Aabc</sup> | 3.70±0.670 <sup>Aabcd</sup>  |
| T <sub>6</sub> | 3.40±0.520 <sup>Aabc</sup> | 3.60±0.520 <sup>Aabcde</sup> |
| T <sub>7</sub> | 3.00±0.001 <sup>Ac</sup>   | 3.30±0.480 <sup>Abcde</sup>  |
| T <sub>8</sub> | 3.10±0.570 <sup>Abc</sup>  | 2.80±0.420 <sup>Ae</sup>     |
| T <sub>9</sub> | 3.40±0.840 <sup>Aabc</sup> | 2.90±0.320 <sup>Ade</sup>    |

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences ( $p < 0.05$ ). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate sugar replacement effect.

## ۳-۶- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت

## نگهداری بر کالری کاهش یافته

مطابق جدول ۱۲، بررسی آماری داده‌های به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری میزان کالری کاهش یافته در نمونه‌های مارمالاد

Table 12 Analysis of variance for calorie reduction as affected by independent variables

| Factors      | df | Sum of Squares | Mean Square | F       | Sig.  |
|--------------|----|----------------|-------------|---------|-------|
| Treatment(A) | 7  | 92.84          | 13.26       | 9295.03 | 0.000 |
| Error        | 16 | 0.02           | 0.000       | -       | -     |
| Total        | 23 | 90.87          | -           | -       | -     |

مقادیر بریکس و فعالیت آبی گردید. با افزایش نسبت جایگزینی شکر با سوربیتول مورد استفاده در فرمولاسیون میزان قوام کاهش یافت. در بررسی اثر زمان نگهداری نیز این فاکتور تاثیر کاهشی بر قوام نمونه‌ها داشت. هم‌چنین جایگزینی سوربیتول باعث کاهش معنی‌دار در مقدار انرژی محصول گردید. به‌طورکلی با در نظر گرفتن برآیند نتایج به‌دست آمده چنین نتیجه‌گیری می‌شود که با استفاده از قند سوربیتول می‌توان حداکثر تا مقدار ۳۸ درصد میزان شکر مارمالاد کم-کالری تولید شده را کاهش داد، بدون آن که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و ارگانولپتیکی محصول تغییر چندانی کند.

## ۵- تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از زحمات تیم تحقیق و توسعه و کنترل کیفیت شرکت آسیاشور (طراوت) کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایند.

## ۶- منابع

- [1] Emamjomeh, Z., Gaheri, R., & Asadi, G. M. (2010). Investigating the Effect of Replacing Sucrose and Glucose with Two Types of Sweeteners on Textural Properties and Microstructure of gaz. Iranian Food Science and Technology. 6(2): 130-135.
- [2] GandeHari Yazdi, A. P., Hojatoleslami, M., Keramat, J., & Jahadi, M. (2014). Investigating the effect of sucrose replacement with dietary sweetener and gum tragacanth on the rheological and microstructural properties of traditional gotab. Journal of Food Science and Technology. 6(3): 97-106.

مطابق نتایج به‌دست آمده با افزایش جایگزینی شکر با سوربیتول مقدار کاهش کالری نمونه‌های مارمالاد توت‌فرنگی کم‌کالری افزایش یافت که این عمل مبتنی بر میزان کالری حاصل از هر کدام از شیرین‌کننده‌های (ساکارز و سوربیتول) بود؛ به‌طوری‌که به ازای هر گرم سوربیتول ۲ کیلوکالری و به ازای هر گرم ساکارز در حدود ۴ کیلوکالری انرژی آزاد می‌شود که مقدار کالری کم حاصل از قندالکل مورد استفاده نسبت به شکر منجر به کاهش کالری در مرباهای جایگزین شده با سوربیتول می‌گردد. به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان کاهش انرژی به ترتیب مربوط به نمونه‌های حاوی ۷۵ درصد و ۲۵ درصد سوربیتول با میزان کالری کاهش‌یافته ۸/۶۷ و ۲/۷۹ درصد بود (جدول ۱۳).

Table 13 Effect of replacement of sorbitol and storage time on calorie reduction (Mean±SD) of marmalades

| Sample         | Calorie Reductin (%)    |
|----------------|-------------------------|
| T <sub>1</sub> | 0                       |
| T <sub>2</sub> | 2.79±0.050 <sup>h</sup> |
| T <sub>3</sub> | 3.68±0.040 <sup>g</sup> |
| T <sub>4</sub> | 4.35±0.030 <sup>f</sup> |
| T <sub>5</sub> | 5.07±0.030 <sup>e</sup> |
| T <sub>6</sub> | 5.78±0.020 <sup>d</sup> |
| T <sub>7</sub> | 7.22±0.040 <sup>c</sup> |
| T <sub>8</sub> | 7.95±0.030 <sup>b</sup> |
| T <sub>9</sub> | 8.68±0.040 <sup>a</sup> |

## ۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش امکان جایگزینی شکر با شیرین‌کننده کم‌کالری سوربیتول در مارمالاد رژیمی توت‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون‌های انجام شده نشان داد که جایگزینی سوربیتول با شکر بر pH نمونه‌ها تاثیر معنی‌دار نداشت. با این حال افزایش درصد قند سوربیتول در فرمولاسیون، باعث افت

- production of dietary sourcherry jam and evaluation of it in non-insulin dependent patients. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 10(3): 211-221.
- [17] Torabi Tabrizi, V., & Roufegarinejad, L. (2018). Investigating the effect of sugar replacement with xylitol and sucralose as low caloric sweeteners on the physicochemical and sensory characteristic of sour cherry jam. *Journal of food science technology*. 83(15): 227-236.
- [18] Santanu, B., Shivhare, U. S., & Singh, T. V. (2011). Rheological, textural and spectral characteristics of sorbitol substituted mango jam. *Journal of Food Engineering*. 105: 503–512.
- [19] Codex, A. C. (2009). Codex Standard for jams, jellies and Marmalades. 296.
- [20] Hanna, A. K., Fadi, M. A., & Thomas, J. H. (2005). Physical, Chemical and sensory properties of sugar-free jelly. *Journal of Food Quality*. 28: 179–190.
- [21] Khouryeh, H. A., Aramouni, F. M., & Herald, T. J. (2005). Physical, Chemical and Sensory Properties of Sugar-Free Jelly. *Journal of Food Quality*. 28(2): 179-190.
- [22] Ragab, M. (1987). Characteristics of Apricot Jam Sweetened with Saccharin and Xylitol. *Food chemistry*. 6: 55-64 .
- [23] Pavlović, S. R., Aleksandra, N., & Vujičić, L. (2003). Low Calorie Marmalades. *Food and Nutrition Sciences*. 34: 23-30.
- [24] Jang, S. J., Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Kim, Y. J., Ham, Y. K., Lim, Y. B., Jeong, T. J., Kim, S. Y., & Kim, C. J. (2015). Effects of Replacing Sucrose with Various Sugar Alcohols on Quality Properties of Semi-dried Jerky. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 35(5): 622-629.
- [25] Oliveira, M. E., Carvalho, L. E., Souza, E. L., Oliveira, A., Santos, W., & Ritzinger, L. (2013). Production of Dietetic Jam of Umbu-Caja (*Spondias* sp.): Physical, Physicochemical and Sensorial Evaluations. *Food and Nutrition Sciences*. 4: 461-468.
- [26] Rafeek, M., Abolila, H. B., Hassan, A. E., & Hamd, A. (2015). Chemical, Nutritional and Organoleptical Characteristics of Orange-Based Formulated Low-Calorie Jams. *Food and Nutrition Sciences*. 6: 1229-1244.
- [27] Al-Dabbas, M., & Al-Qudsi, J. M. (2012). [3] Igual, M., Contreras, C., & Martínez-Navarrete, N. (2014). Colour and rheological properties of non-conventional grapefruit jams: Instrumental and sensory measurement. *LWT - Food Science and Technology*. 56: 200-206.
- [4] Holzwarth, M., Korhummel, S., Siekmann, T., Carle, R., & Kammerer, D. R. (2013). Influence of different pectins, process and storage conditions on anthocyanin and colour retention in strawberry jams and spreads. *LWT - Food Science and Technology*. 52: 131-138.
- [5] Hancock, J. F. (1999). Strawberry. Michigan State University. Pp: 237.
- [6] Featherstone, S. A. (2015). Complete Course in Canning and Related Processes. Woodhead Publishing. Pp: 534.
- [7] Kerdsup, p., & Naknean, p. (2012). Effect of sorbitol substitution on physical, chemical and sensory properties of low-sugar mango jam. Science and Engineering Symposium 4th International Science. Engineering and Energy Conference. 12-18.
- [8] Darrow, G. M. (1966). The Strawberry: History, Breeding and Physiology. Published by Holt, Rinehart and Winston of Canada, Limited. Pp: 447.
- [9] Hyvonen, L., & Torma, R. (1983). Examination of sugar, sugar alcohols and artificial sweeteners for sucrose in strawberry Jam, product development. *Journal of Food Science*. 48: 183-185.
- [10] Olinger, P.M., & Velasco, V. S. (1996). Opportunities and advantage of sugar replacement. *General Food World*. 4(3): 110.
- [11] Newsome, R. (1993). sugar substitutes in A Altschul (fd). low calorie Foods handbook. New York. Marcel Dekker. Pp: 608.
- [12] Brunzell, J. D. (1978). Use of fructose, xzytol, sorbitol as a sweetener in diabetes mellitus. *Diabetes care*. 40-42.
- [13] Fry, J. C. (2012). Natural low-calorie sweeteners. Natural food additives, ingredients and flavourings. Woodhead Publishing Limited. 41-75.
- [14] Behravan, M. H. (1995). Sorbitol and its medical uses. M.Sc. Thesis
- [15] Abdullah, A., & Chang, T. C. (2001). Optimization of reduced calorie tropical mixed fruits Jam. *Food Quality and Preference*. 12: 63-68.
- [16] Hosseini, A., & Jamalian, J. (2006). Use of glycyrrhizin, sorbitol and fructose in the

- [31] Vilela, A., Matos, S., Abraão, A. S., Lemos, A. M., & Nunes, F. M. (2015). Sucrose Replacement by Sweeteners in Strawberry, Raspberry and Cherry Jams: Effect on the Textural Characteristics and Sensorial Profile—A Chemometric Approach. *Journal of Food Processing*. 1-14.
- [32] Kopjar, M., Pilitzota, V., Tiban, N. N., Subaric, D., Babic, J., Ackar, D., & Sajdl, M. (2009). Strawberry jams: influence of different pectins on colour and textural properties. *Czech Journal of Food Sciences*. 27: 20–28.
- [33] Seyf kordi, A., Arjmand, M., & Gasemkhanlu, F. (2008). Formulation of chocolate Milk Powder Using Sucralose. Eighteenth National Congress of Food Science and Technology. Mashhad university. 8-12.
- [34] Eslami, N., Shafafi Zunuzian. M., Fallah, H., & Mehrafarin, A. (2015). Evaluation the Effect of Substitution of Sucrose with Stevia Leaf Extract as a Natural Herbal Sweetener and Sorbitol Sugar in the Production of Diet Marmalade. Twenty-third National Congress of Iranian Food Science and Technology. Islamic Azad University of Qouchan.
- Effect of partial replacement of sucrose with the artificial sweetener sucralose on the physico-chemical, sensory, microbial characteristics, and final cost saving of orange nectar. *International Food Research Journal*. 19(2): 679-683.
- [28] Nourmohammadi, E., Peighambardoust, S. H., Olad Ghaffari, A., Azadmard-Damirchi, S., & Hesari, j., (2011). Effect of sucrose replacement with polyols and aspartame on the characteristics of sponge cake. *Journal of Food Industry Research*. 21: 155-165.
- [29] Nourmohammadi, E., Peighambardoust, S. H., Olad Ghaffari, A., Azadmard-Damirchi, S., & Hesari, j., (2011b). Effect of sucrose replacement with different concentration of sorbitol and oligofructose on the physicochemical properties of low calorie sponge cake. *Journal of Food Industry Research*. 7(3): 243-249.
- [30] Zoulias, E. I., Piknis, S., & Oreopoulou, V. (2000). Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80(14): 2049-2056.

## Investigating the Effect of Sugar Replacement with Sorbitol as Low-caloric Sweetener on the Physicochemical and Sensory Characteristics of Strawberry Marmalade

Afi, L.<sup>1</sup>, Roufegari- Nejad, L.<sup>2\*</sup>, Mitra Soofi<sup>3</sup>

1. M.Sc Student, Department of Food Science and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
3. Ph.D Student, Department of Food Science and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

(Received: 2019/02/05 Accepted:2019/05/12)

Fruit marmalade is a kind of jam, in which pieces of fruit are homogeneously mixed and not visible. By changing the culture of life and reducing the physical mobility of humans and the emergence of problems such as obesity, overweight and hypertension, the use of sucrose and its derivatives in food formulations is limited and has led to an increase in efforts to produce food with low fat, sugar and salt and high fiber. In this regard, the feasibility of producing strawberry marmalade was investigated by replacing sucrose with sorbitol in various proportions. For this purpose, the physicochemical (pH, water activity, Brix, consistency and calorie reduction) and sensory evaluation of the produced samples compared with the control samples during storage for three months. According to the results, sorbitol replacement with sugar had no significant effect on pH and of the samples ( $P>0.05$ ). By increasing the sugar substitution with sorbitol more than 38% brix decreased significantly ( $P<0.05$ ). Sorbitol increaseing decreased the water activity and during storage time water activity increased, which is higher after 60 days ( $P<0.05$ ). In high percentages of sorbitol, the consistency decreased ( $P<0.05$ ). The storage time has not significant effect on brix ( $P>0.05$ ), but had an increasing and a declining effect on consistency of the samples, respectively. Generally, taking into account the results, it can be concluded that the use of sorbitol sugar up to 38% for producing low calorie strawberry marmalade with a 3-month shelflife is possible and produces a product with acceptable properties similar to the control sample.

**Keywords:** Low calorie, Marmalade, Sorbitol, Strawberry, Sugar

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: l.roufegari@iaut.ac.ir