

تأثیر جایگزینی شکر با قند مایع خرما بر ویژگی‌های حسی و فیزیکوشیمیایی نوشیدنی شیر خرما

زهرا نجف پور^۱، محمد تقی گلمکانی^{۲*}، مهرداد نیا کوثری^۳ و غلامرضا مصباحی^۴

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

۲- استادیار بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

۳- دانشیار بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

۴- استادیار بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۴/۲۲)

چکیده

شیرخرما یک نوشیدنی لبنی طعم‌دار است که از مخلوط کردن شیر خرما با شیر و افزودنی‌های دیگر تولید می‌شود. در این پژوهش سعی بر این بوده است که با جایگزینی شکر با قندمایع خرما، یک نوشیدنی لبنی میوه‌ای بر پایه شیر خرما با حداقل مقدار شکر تولید گردد و تأثیر این جایگزینی بر ویژگی‌های محصول مورد بررسی قرار گیرد. هم‌چنین در انتها پودر بازسازی شده از نمونه بهینه در مقایسه با نمونه تازه مورد ارزیابی حسی قرار گرفت. برای این منظور در ابتدا ۱۶ نمونه مخلف شیرخرما با درصدهای متفاوت شیر خرما، قند مایع خرما و شکر تولید شدند. سپس بر اساس ارزیابی حسی ۴ نمونه برتر انتخاب شدند و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در نمونه‌های انتخاب شده با میزان ۰، ۲، ۴ و ۶٪ قند مایع خرما و میزان ثابت شیر خرما، با افزایش قند مایع خرما و کاهش شکر، میزان روشنایی، pH، ماده خشک و ماده جامد محلول کل (بریکس) کاهش و اسیدیته افزایش پیدا کرد. هم‌چنین با افزایش قند مایع خرما در فرمولاسیون رفتار رئولوژیکی نمونه‌ها از نیوتونی به سودوپلاستیک تغییر یافت. در نهایت بر اساس نتایج به دست آمده نمونه بدون شکر و حاوی ۴٪ شیر خرما و ۶٪ قند مایع خرما، به عنوان نمونه بهینه انتخاب شد. هم‌چنین در ارزیابی حسی پودرهای بازسازی شده از این نوشیدنی در مقایسه با نمونه تازه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

کلید واژگان: شیرخرما، قند مایع خرما، حداقل مقدار شکر، رفتار رئولوژیکی.

۱- مقدمه

امروزه مصرف شیر و فراورده‌های آن به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه جوامع انسانی مطرح است و همبستگی بالایی بین مصرف فراورده‌های لبنی و سطح سلامتی افراد جامعه وجود دارد. طبق آمار به دست آمده در سال ۲۰۱۱ میزان مصرف سرانه شیر ایران، نزدیک به ۲۲/۸ کیلوگرم می‌باشد [۱]. در این میان، نوشیدنی‌های لبنی بخش عمده‌ای از محصولات لبنی را به خود اختصاص داده و به دلیل اهمیت تغذیه‌ای مورد توجه ویژه‌ای قرار دارند. استفاده از افزودنی‌های مجاز در نوشیدنی‌های لبنی به منظور ایجاد عطر، طعم و رنگ‌های گوناگون برای تأمین سلیقه گروه‌های مختلف مصرف‌کنندگان، به افزایش مصرف این دسته از محصولات به ویژه در میان کودکان منجر شده است [۲]. در این رابطه استفاده از افزودنی‌هایی با منشأ طبیعی و ویژگی‌های تغذیه‌ای مناسب، مورد توجه کارشناسان قرار دارد. استفاده از شیره خرما در تولید نوشیدنی طعم‌دار شیرخرما در مقایسه با محصولات مشابهی نظیر شیرکاکائو باعث می‌شود تا علاوه بر بهبود خواص تغذیه‌ای شیر، مقدار مصرف شکر در محصول نیز کاهش یابد. شیرخرما یکی از نوشیدنی‌های لبنی طعم‌دار است که به صورت عمده از شیر، شیره خرما و شکر تولید می‌شود [۳]. ایران همواره یکی از کشورهای برتر تولیدکننده خرما بوده است. طبق آمار به دست آمده از FAO در سال ۲۰۱۳ میلادی، میزان تولید خرما در جهان نزدیک به ۷/۵ میلیون تن و برای ایران نزدیک به ۱ میلیون تن بوده است [۴]. در حدود ۳۰٪ خرما تولید شده در کشور به دلیل نامرغوب بودن مستقیماً جذب بازار مصرف خانگی نمی‌شود و باید در واحدهای صنایع تبدیلی به فراورده‌های باارزشی مانند شیره خرما تبدیل شود [۵]. شیره، کنسانتره و قند مایع خرما از محصولات جانبی خرما می‌باشند. از عصاره گیری خرما به‌وسیله آب گرم و تغلیط آن، شیره خرما به‌دست می‌آید. این محصول در اثر افزودن آنزیم، شفاف‌سازی و رنگ بری به کنسانتره خرما تبدیل شده و کنسانتره خرما نیز در اثر یون زدایی به قندمایع خرما تبدیل می‌شود (جدول ۱، ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های مربوط به شیره و قند مایع خرما را نشان می‌دهد). غالب قندهای خرما قند اینورت (مقادیر تقریباً برابر گلوکز و فروکتوز) است. قند مایع خرما در مقایسه با ساکاروز برای مصارف خاص، برتری‌هایی دارد که نمونه بارز آن، تمایل

کم به تبلور (شکرک) در فراورده‌های به کار برده شده، به دلیل خاصیت جذب رطوبت پایین آن می‌باشد. همچنین قند مناسبی برای بیماران دیابتی است [۶]. آزمایشات زیادی برای استفاده از شیره و قند مایع خرما به عنوان ماده طعم دهنده و شیرین‌کننده در فراورده‌های لبنی انجام شده است. تولید شیر کم چرب گاویش با طعم خرما و فراورده‌های تخمیر شده شیر مانند ماست با مزه خرما، نتایج خوبی را نشان داده‌اند. از عصاره خرما در بریکس‌های مختلف به عنوان شیرین‌کننده و طعم دهنده در سایر محصولات از جمله بستنی یخی و شربت میوه نیز استفاده شده است. در بررسی جایگزینی شیره خرما به جای شکر موجود در بستنی، نتایج نشان داده است که با افزایش سطح جایگزینی تا ۵۰ درصد، میزان حجم افزایش پیدا کرد و تأثیر معنی‌داری بر ویژگی عطر، طعم، بافت و پذیرش کلی در مقایسه با شاهد دیده نشد [۵]. در مطالعه‌ای دیگر اثر جایگزینی شیره خرما و گوار بر ویژگی‌های دسر بستنی ماستی کم چرب پرتقالی بررسی شد. نتایج نشان داد افزایش درصد جایگزینی شیره خرما و گوار، باعث افزایش معنی‌دار در حجم و ویسکوزیته مخلوط می‌گردد [۷].

اگر چه شیر ماده‌ای با فسادپذیری بالا می‌باشد، اما هنوز به دلایلی نگهداری از آن جهت استفاده‌های بعدی مورد توجه است. خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین روش‌ها برای نگهداری مواد غذایی می‌باشد که می‌تواند باعث کاهش فعالیت آبی و افزایش عمر نگهداری محصول شود. فرایند خشک کردن توسط خشک‌کن پاششی عبارت است از تبدیل خوراک از حالت مایع به ذرات خشک جامد توسط اسپری کردن آن در محیطی که گرمای لازم جهت خشک کردن با استفاده از هوای گرم تأمین شده است. خشک کردن پاششی پرکاربردترین روش برای تولید پودر شیر می‌باشد [۸].

جایگزین کردن شیره یا قند مایع خرما در فرمولاسیون مواد غذایی علاوه بر این که می‌تواند جایگزین مناسبی برای شکر یا شیرین‌کننده‌های مصنوعی مضر باشد، می‌تواند سبب بهبود خواص تغذیه‌ای مواد غذایی نیز شود. همچنین استفاده از فراورده‌های جانبی خرما مثل شیره و قند مایع خرما (که از خرماهای درجه دو و سه به‌دست می‌آیند) موجب ایجاد ارزش افزوده نیز می‌گردد. نوشیدنی‌های شیرخرمای موجود در بازار از شیر، شیره خرما به عنوان ماده طعم دهنده و شکر به عنوان ماده شیرین‌کننده ساخته شده‌اند. در این پژوهش سعی بر این

شیر خرما با حداقل مقدار شکر را یک نوشیدنی عملگرا در نظر گرفت. در این رابطه فاکتورهای میزان شیره خرما (۰، ۲، ۴ و ۶ گرم)، شکر (۰، ۲، ۴ و ۶ گرم) و قند مایع خرما (ماده جایگزین شکر) (وزن معادل با ۰، ۲، ۴ و ۶ گرم شکر) به عنوان متغیر در نظر گرفته شدند و بر اساس آن‌ها فرمولاسیون مختلفی تعریف شد و مورد ارزیابی قرار گرفت.

بوده است تا با رعایت استانداردهای مربوطه، با جایگزینی قند مایع خرما به جای شکر در فرمولاسیون نوشیدنی شیرخرما، یک نوشیدنی با حداقل مقدار شکر تولید گردد. با این کار میزان ساکاروز در محصول کاهش و میزان فروکتوز آن افزایش پیدا می‌کند. از نظر فیزیولوژی قند فروکتوز موجود در قند مایع خرما در بدن برای جذب به انسولین نیاز ندارد بنابراین قند مناسبی برای بیماران دیابتی است. از این رو می‌توان نوشیدنی

Table 1 Physicochemical properties of date syrup and date liquid sugar [9]

Parameter	Date liquid sugar	Date syrup
Moisture content (%)	23.20	21.94
Carbohydrate (%)	74.35	76.14
Ash (%)	0.02	2.24
Protein (%)	0.64	1.47
Lipid (%)	0.004	0.005
Total soluble solid (°Brix)	57.97	74.13
pH	3.31	2.24

دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، ساخت شرکت امرسان ایران، آون معمولی (مدل 1 H- 100، ساخت انگلستان)، آون تحت خلأ (مدل ۲۸۱، ساخت کشور آلمان)، ترازو با دقت ۰/۱ گرم (مدل Sartorius- GE412، ساخت آلمان) و ۰/۰۱ گرم (مدل H₂O و A- 30، ساخت شرکت متلر سوییس) از دستگاه‌هایی بودند که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند.

۲-۲- تولید نوشیدنی شیر خرما

برای رسیدن به فرمولاسیون مناسب برای نوشیدنی شیر خرما، ابتدا با در نظر گرفتن محدوده استاندارد برای افزودنی‌ها طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۵۲۷ (ماده خشک: حداقل ۱۴٪، pH: ۶/۸-۶/۶)، ۱۶ فرمول مختلف تعریف شد (در نمونه‌های تولیدی شیره خرما نقش طعم دهنده و قند مایع خرما نقش شیرین کننده جایگزین شکر را داشت) [۱۰]. نمونه‌های تولیدی در ادامه بر اساس ارزیابی حسی تعداد این نمونه‌ها به ۴ عدد کاهش یافت و آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی بر روی این ۴ نمونه انجام شد. برای تولید نمونه‌های آزمایشی ابتدا نسبت‌های مختلف از شیره خرما، قند مایع خرما و شکر (مطابق با جدول ۲) با شیر مخلوط گردید. در ادامه نمونه‌ها به آرامی در حمام آب گرم تا رسیدن به دمای ۶۲-۶۰ درجه سلسیوس (دمای مناسب برای افزودن پکتین) حرارت دیدند. پس از افزودن پکتین (به منظور ایجاد قوام و احساس دهانی مناسب در محصول) در این دما، نمونه‌ها به مدت ۳ دقیقه

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲- مواد، وسایل و دستگاه‌های مورد نیاز

در این پژوهش از شیر (۱/۵٪ چربی، شرکت پگاه، ایران)، شیره خرما (درجه بریکس ۷۷، شرکت مینو، ایران)، قند مایع خرما (درجه بریکس ۷۷، شرکت مینو، ایران)، شکر (ساخت ایران)، پکتین (با درجه استری زیاد، شرکت بهین آزما، ایران) و مالتودکسترین با معادل دکستروز (DE¹) ۱۲ به عنوان ماده اولیه استفاده شد. همچنین هیدروکسید سدیم، اسید کلریدریک، محیط کشت‌های میکروبی PCA (Plate YGC (Yeast Extract Glucose Count Agar) Escherichia Coli) و Chloramphenicol Agar) EC (medium) (همگی تهیه شده از شرکت مرک آلمان)، از دیگر مواد مورد نیاز در این پژوهش بودند.

همچنین دستگاه خشک کن پاششی (ساخت شرکت مهام صنعت ایران)، حمام آب (مدل W350b، شرکت فاطر الکترونیک ایران)، رئومتر بروکفیلد (مدل DV-111 ULTRA BASE UNIT REV.B، امریکا)، هوموژنایزر (فیلیپس مدل HR2167، ایران)، pH متر دیجیتالی (مدل کرایسون ۲۰، ساخت اسپانیا)، انکوباتور (مارک جنرال الکترونیک، مدل ۸۰۵، ساخت ایالات متحده امریکا)، رفاکومتر رومیزی (مدل VBR 90A، ساخت کشور چین)، یخچال (با

1. Dextrose Equivalent

تولید برای آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی مورد استفاده قرار گرفتند. آزمون‌های میکروبی نیز بلافاصله پس از تولید و در انتهای تاریخ مصرف محصول (روز هفتم) انجام شد.

مخلوط و همگن (11000 rpm) شدند. سپس پاستوریزاسیون نمونه‌ها در حمام آب گرم و در شرایط دمای 85 درجه سلسیوس به مدت 3 دقیقه انجام شد. در نهایت نمونه‌ها تا 4 درجه سانتی‌گراد سرد شدند [12 و 11] و بلافاصله پس از

Table 2 Formulations of different date milk drink samples

Formulation number*	Date syrup** (g)	Sugar (g)	Date liquid sugar (g)
1	0	0	8
2	0	2	5.33
3	0	4	2.66
4	0	6	0
5	2	0	8
6	2	2	5.33
7	2	4	2.66
8	2	6	0
9	4	0	8
10	4	2	5.33
11	4	4	2.66
12	4	6	0
13	6	0	8
14	6	2	5.33
15	6	4	2.66
16	6	6	0

* All samples contained 100 mL milk and 0.2% pectin.

** Total soluble solid of both date syrup and date liquid sugar was 75 °Brix.

۳-۲- ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی نمونه‌ها از یک گروه ارزیاب حسی 20 نفره نیمه آموزش دیده استفاده شد. گروه ارزیاب چشایی از بین دانشجویان واجد شرایط بخش علوم و صنایع غذایی انتخاب شدند که قبل از آزمون، توضیحات لازم در رابطه با نحوه انجام آزمون و بررسی ویژگی‌ها به آن‌ها داده شد. نمونه‌ها به وسیله آزمون هدونیک 5 نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند، به این صورت که عدد 1 کمترین امتیاز و عدد 5 بیشترین امتیاز را نشان می‌داد. از ارزیاب‌ها خواسته شد تا نمونه‌های تولیدی را از نظر شیرینی، عطر و طعم، احساس دهانی، رنگ و پذیرش کلی ارزیابی کنند [13].

۴-۲- بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

نوشیدنی شیر خرما

۱-۴-۲- تعیین pH و اسیدیته قابل تیتراسیون

اسیدیته و pH قابل تیتراسیون نمونه‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2852 تعیین شد [14].

۲-۴-۲- اندازه‌گیری ماده خشک

اندازه‌گیری درصد ماده خشک نوشیدنی شیر خرما، با استفاده از آون تحت خلأ در دمای 70 درجه سلسیوس و تحت خلأ 25 میلی‌متر جیوه طی 48 ساعت انجام گردید [15].

۳-۴-۲- اندازه‌گیری درصد مواد جامد محلول (بریکس)

اندازه‌گیری درصد مواد جامد محلول طبق استاندارد AOAC (1990) و با استفاده از دستگاه رفراکتومتر انجام شد [16].

۴-۴-۲- ارزیابی رنگ

به منظور ارزیابی رنگ و تعیین شاخص‌های رنگ سنجی (L^* ، a^* و b^*)، از دوربین دیجیتال 14 مگاپیکسل و برنامه فتوشاپ CS6 استفاده گردید [17].

۵-۴-۲- بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی

جهت بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی، تأثیر سرعت برشی بر تنش برشی نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این کار از دستگاه رئومتر بروکفیلد مدل DV- ULTRA BASE UNIT REV.B و مجهز به سیستم کنترل دمای دیجیتالی استفاده شد. بر اساس نوع نمونه، تنش برشی نمونه‌ها به وسیله اسپیندل ULA در ۲۴ سرعت برشی مختلف در محدوده (S^{-1}) ۱-۳۰ و در دمای 1 ± 25 درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد [۱۸].

۵-۲- آزمون‌های میکروبی

آزمون‌های میکروبی نوشیدنی لبنی طعم‌دار برای تعیین میزان اشرشیا کلی، کپک و مخمر و شمارش کلی میکروارگانسیم‌ها، با استفاده از محیط کشت‌های YGC, PCA و EC، و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۰۶، بر روی نمونه انتخابی نهایی صورت گرفت [۱۹].

۶-۲- خشک کردن

جهت تولید پودر از نمونه بهینه از دستگاه خشک کن پاششی استفاده شد. خشک کردن نمونه در دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس و با استفاده از ۴۰٪ مالتودکسترین (نسبت به ماده جامد خوراکی ورودی) به عنوان ماده کمک خشک کن انجام شد. نمونه توسط یک پمپ پرستالتیک به نازل پمپ شده و توسط نازل دو سیاله به درون جریانی از هوای گرم در محفظه خشک کن پاشیده و خشک شد. در این آزمایش دبی خوراک ورودی ۱ لیتر در ساعت، فشار هوای نازل دو سیاله ۱ اتمسفر، دبی هوای ورودی حدود ۶۰۷ متر مکعب بر ساعت و دمای هوای خروجی 2 ± 67 درجه سلسیوس در نظر گرفته شد.

۱-۶-۲- ارزیابی حسی نمونه تازه و شیر خرما

بازسازی شده از پودر

در این قسمت جهت بررسی تأثیر فرایند خشک کردن بر میزان پذیرش محصول، شیر خرما بازسازی شده از پودر در مقایسه با نمونه تازه مورد ارزیابی حسی قرار گرفت (مطابق با روش

ذکر شده در قسمت ۳-۲). برای این منظور مقدار مشخصی از پودر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، برای رسیدن به ماده خشک معادل با نمونه تازه (نمونه بهینه: ۱۵/۲۲٪)، به ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده شد و توسط مخلوط کن به خوبی مخلوط و یکنواخت گردید [۲۰].

۷-۲- آنالیز آماری

به منظور آنالیز آماری داده‌ها از نرم افزار SPSS و طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. آزمون‌ها در سه تکرار انجام شدند. از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) و آزمون دانکن برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها در سطح ۰/۰۵ $P <$ استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۱-۳- انتخاب نمونه‌های آزمایشی

جدول ۳ نتایج ارزیابی حسی ۱۶ نمونه شیر خرما را از لحاظ رنگ، عطر و طعم، شیرینی، احساس دهانی و پذیرش کلی نشان می‌دهد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی شکر با قند مایع خرما، امتیاز مربوط به شیرینی، عطر و طعم، احساس دهانی و پذیرش کلی محصول از نمونه ۷ به بعد، به خصوص نمونه‌های حاوی ۴ و ۶٪ شیر خرما، به‌صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد. در نهایت با تمرکز بیشتر بر فاکتور پذیرش کلی محصول و هم‌چنین در نظر گرفتن هدف این پژوهش (تولید محصولی با حداقل میزان شکر)، فرمول‌های شماره ۹ تا ۱۲، که از نظر پذیرش کلی محصول بیشتر امتیاز را کسب کرده بودند، برای انجام آزمایشات بعدی انتخاب شدند. میزان شیر خرما در این ۴ نمونه ۴٪ و میزان شکر و قند مایع خرما به ترتیب ۰ و ۶٪، ۲ و ۴٪، ۴ و ۶٪، ۰ و ۶٪ بود. در پژوهش‌هایی که بر روی شیر خرما [۱۳] و ترکیب ماست و شیر خرما [۲۱] انجام شد نیز نتایج نشان داد که با افزایش شیر خرما در محصول، میزان پذیرش افزایش پیدا می‌کند.

Table 3 Sensory evaluation of date milk samples

Formulation number	Sweetness	Flavor	Color	Mouthfeel	Overall acceptance
1	1.59±0.37 ^{a*}	1.88±0.42 ^a	2.47±0.70 ^{abc}	2.12±0.68 ^a	1.82±0.46 ^a
2	2.41±0.93 ^{bcd}	2.29±0.65 ^{ab}	2.59±1.13 ^{abcd}	2.74±0.70 ^{abc}	2.29±0.78 ^{abcd}
3	2.65±0.79 ^{bcd}	2.29±0.65 ^{ab}	2.41±0.57 ^{ab}	2.59±1.14 ^{abc}	2.29±0.50 ^{abcd}
4	2.29±0.93 ^{bc}	2.41±0.93 ^{abc}	2.29±1.02 ^a	2.29±0.84 ^{ab}	2.18±0.62 ^{abc}
5	2.06±0.76 ^{ab}	2.53±0.89 ^{bcd}	2.71±1.17 ^{abcd}	2.53±0.89 ^{abc}	2.12±0.57 ^{ab}
6	2.88±0.82 ^{cde}	2.35±0.82 ^{abc}	2.76±1.11 ^{abcd}	2.53±0.89 ^{abc}	2.65±0.79 ^{bcd}
7	2.94±1.71 ^{cde}	2.35±1.10 ^{bcd}	2.88±1.35 ^{abcd}	3.00±1.50 ^{cd}	2.82±1.46 ^{de}
8	3.41±1.71 ^e	3.00±0.92 ^{cd}	3.00±0.75 ^{bcd}	2.94±1.07 ^{cd}	2.76±0.92 ^{cde}
9	3.00±1.50 ^{cde}	3.00±0.99 ^{cd}	3.06±0.88 ^{bcd}	3.06±1.31 ^{cd}	3.00±0.07 ^e
10	2.88±1.17 ^{cde}	2.76±0.74 ^{bcd}	3.00±1.07 ^{bcd}	2.82±0.83 ^{bcd}	2.94±0.94 ^e
11	3.12±1.16 ^{de}	3.12±1.54 ^d	2.88±0.95 ^{abcd}	2.88±0.86 ^{bcd}	3.24±1.03 ^e
12	3.00±1.50 ^{cde}	3.12±1.28 ^d	3.06±0.90 ^{bcd}	3.29±1.14 ^d	3.06±1.42 ^e
13	2.76±1.11 ^{cde}	2.71±1.18 ^{bcd}	2.88±0.95 ^{abcd}	2.88±1.28 ^{bcd}	2.71±1.00 ^{bcd}
14	2.82±1.23 ^{cde}	3.00±0.84 ^{cd}	3.18±1.42 ^d	3.12±1.16 ^{cd}	2.76±1.11 ^{cde}
15	2.82±1.14 ^{cde}	2.76±1.00 ^{bcd}	3.24±1.03 ^d	3.06±0.88 ^{cd}	2.71±0.79 ^{bcd}
16	2.88±1.36 ^{cde}	2.82±1.11 ^{bcd}	3.12±1.64 ^{cd}	3.00±1.07 ^{cd}	2.88±0.06 ^{de}

* Mean ± SD (n=3); In each column means with different letters are significantly different ($P<0.05$).

۲-۳- آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی

۱-۲-۳- اسیدیته و pH

نتایج موجود در جدول ۴ نشان می‌دهد که با افزایش میزان قند مایع خرما و جایگزین کردن آن به جای شکر در فرمولاسیون، میزان pH به صورت معنی‌داری کاهش و میزان اسیدیته افزایش یافته است. وجود اسیدهای آلی طبیعی موجود در قند مایع خرما مانند اسید سیتریک، باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته در نمونه‌ها شده است. میلانی و همکاران در سال ۱۳۹۰، تأثیر افزودن هم زمان صمغ گوار و شیر خرما را بر pH بستنی ماستی بررسی کردند. نتایج نشان داد که با افزایش میزان شیر خرما، به دلیل افزایش ماده جامد بدون چربی، pH محصول کاهش یافت [۷]. طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۵۲۷، محدوده مجاز pH برای شیر طعم‌دار ۶/۶-۶/۸ می‌باشد که ۴ نمونه انتخابی در این محدوده قرار داشتند.

۲-۲-۳- ماده خشک و ماده جامد محلول (بریکس)

نتایج موجود در جدول ۴ نشان می‌دهد که با افزایش میزان شکر در محصول میزان بریکس و ماده خشک به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرده است. طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۵۲۷، حداقل مقدار ماده خشک برای شیرهای طعم‌دار ۱۴٪ می‌باشد که ماده خشک هر ۴ نمونه تولیدی در محدوده استاندارد قرار داشت. شیر و قند مایع خرما نسبت به شکر دارای درصد بالاتری ماده نامحلول مثل فیبرهای نامحلول هستند که می‌تواند دلیلی برای بیشتر بودن بریکس نمونه‌های حاوی شکر باشد.

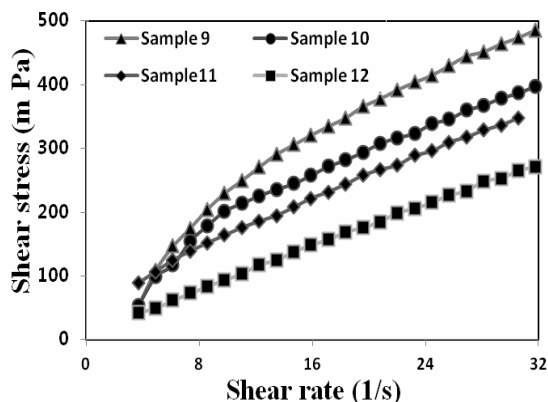
۳-۲-۳- ارزیابی رنگ

رنگ، یکی از ویژگی‌های ظاهری مواد غذایی است که درک کیفی مصرف‌کننده از محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در پذیرش محصول توسط مصرف‌کننده نقش بسزایی ایفا می‌کند. نتایج مربوط به ارزیابی رنگ در جدول ۴ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش درصد قند مایع خرما و جایگزین کردن آن به جای شکر موجود در فرمولاسیون، روشنی محصول کاهش یافته است به این صورت که نمونه ۱ که بدون شکر است تیره‌تر از بقیه نمونه‌هاست و کمترین مقدار L^* را دارد، هم‌چنین با افزایش درصد قند مایع خرما، رنگ محصول به سمت سبزی و زردی کمتر رفته است. در رابطه با شاخص a^* تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها دیده نشد اما در رابطه با شاخص‌های L^* و b^* بین نمونه‌های ۱ و ۴ (نمونه‌های بدون شکر و بدون قند مایع خرما) تفاوت معنی‌دار دیده شد. علت این تغییرات افزایش رنگدانه‌هایی مانند کاروتنوئیدها و به‌خصوص آنتوسیانین‌ها در محصول به علت افزایش درصد قند مایع خرما می‌باشد. رئیس و همکاران نیز در پژوهشی که در سال ۲۰۱۴ بر روی شیر خرما انجام دادند بیان کردند که با افزایش درصد شیر خرما در محصول شاخص L^* کاهش پیدا کرده است [۱۳]. مطالعات ترکیبات رنگی شیر خرما نشان می‌دهد که ملانوئیدین رنگدانه مهم در شیر و قند مایع خرما است که از واکنش میلارد بین اسیدهای آمینه و قندهای احیا حاصل می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که کمپلکس آهن- پلی فنول و محصولات تجزیه شده قلیایی حاصل از هگزوزها، از دیگر رنگدانه‌های موجود در شیر و قند مایع خرما هستند [۲۲].

Table 4 Physicochemical properties of the selected date milk drinks

Parameter	Formulation number			
	9	10	11	12
pH	6.78±0.00 ^{d*}	6.80±0.01 ^c	6.82±0.01 ^b	6.85±0.01 ^a
Acidity	0.19±0.01 ^a	0.19±0.01 ^a	0.18±0.01 ^{ab}	0.17±0.01 ^b
Dry matter	15.22±0.85 ^c	16.57±0.17 ^b	17.04±0.20 ^{ab}	17.73±0.56 ^a
Total soluble solid (°Brix)	17.50±0.00 ^c	18.50±0.50 ^b	19.33±0.29 ^a	19.33±0.29 ^a
<i>L</i> [*]	82.67±0.58 ^b	83.33±0.58 ^b	83.67±0.68 ^{ab}	84.67±0.58 ^a
<i>a</i> [*]	-2.00±0.00 ^a	-2.00±0.00 ^a	-2.33±0.58 ^a	-2.33±0.58 ^a
<i>b</i> [*]	12.67±0.58 ^b	13.67±0.58 ^b	15.67±0.58 ^a	16.33±0.58 ^a

* Mean ± SD (n=3); In each column means with different letters are significantly different ($P<0.05$).

**Fig. 1** Flow behavior of selected date milk drinks

۳-۳- آزمون‌های میکروبی

مطابق با جدول ۵، نتایج نشان داد که محصول تولیدی بلافاصله پس از تولید، از نظر بار میکروبی در محدوده استاندارد ملی ایران می‌باشد، که نشان دهنده کافی بودن فرایند پاستوریزاسیون انجام شده (۸۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ دقیقه) می‌باشد. همچنین این محصول تا انتهای تاریخ مصرف (یک هفته) نیز از نظر ویژگی‌های میکروبی در محدوده استاندارد ملی ایران قرار داشت.

Table 5 Microbial properties of pasteurized date milk drink

Microorganism	Total count	Yeast and mold	<i>Escherichia coli</i>
Standard range (cfu/ml) [14]	2×10 ⁴	<1	Negative
Selected best formulation (Sucrose free, 4% date syrup and 6% liquid sugar) (First day)	35×10 ²	<1	Negative
Selected best formulation (7 th day)	15×10 ³	<1	Negative

پذیرش کلی محصول، تفاوت معنی‌داری بین نمونه تازه و شیر خرما با بازسازی شده، دیده نشد. احساس دهانی مطلوب و نبود تفاوت معنی‌دار در امتیازات دو نمونه ممکن است به دلیل حضور مالتودکسترین در نمونه بازسازی شده باشد. در

۴-۲-۳- بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی

برای اهداف طراحی و مدل سازی فرایندهای غذایی، باید خصوصیات رئولوژیکی مواد غذایی مایع به‌دقت مورد توجه قرار گیرند. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در تمامی نمونه‌ها با افزایش سرعت برشی میزان تنش برشی نیز افزایش پیدا کرده است. در درصد ثابت شیر خرما، در نمونه‌های با درصد پایین قند مایع خرما رفتار سیال نیوتونی است ولی در نمونه با بالاترین میزان قند مایع خرما رفتار سیال به سودوپلاستیک (رقیق شونده) نزدیک می‌شود. رئیسی و همکاران نیز در سال ۲۰۱۴ در بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی شیر خرما با استفاده از رئومتر بروکفیلد بیان کردند که با افزایش درصد شیر خرما در فرمولاسیون، رفتار رئولوژیکی نمونه‌ها از نیوتونی به سودوپلاستیک تغییر می‌کند [۱۳]. همچنین عبدالله (۲۰۰۲) در بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی عصاره تغلیظ شده خرما و نوشیدنی شیر خرما گزارش کرد که با افزایش میزان شیر خرما در نوشیدنی شیر خرما، میزان تنش برشی افزایش پیدا کرد و نمونه‌ها رفتار سودوپلاستیک از خود نشان دادند [۲۳].

۴-۳- ارزیابی حسی نمونه تازه و شیر خرمای

بازسازی شده از پودر

مطابق با جدول ۶ نتایج نشان داد که در ارزیابی حسی نمونه‌ها، به جز در رابطه با رنگ محصول، در بقیه ویژگی‌ها، به خصوص

محصول می‌شود [۲۴].

پژوهشی نسبتاً مشابه مشخص شد که افزودن مالتودکسترین به شیر بوفالو کم چرب باعث بهبود ویژگی‌های حسی و بافتی

Table 6 Sensory evaluation of fresh and rehydrated date milk drink

Sample	Sweetness	Flavor	Color	Overall acceptance
Fresh	2.75± 0.31 ^{a*}	2.67± 0.89 ^a	3.50± 1.21 ^a	2.75± 1.06 ^a
Rehydrated	2.58± 0.94 ^a	2.25± 0.51 ^a	2.83± 0.51 ^b	2.28± 0.75 ^a

* Mean ± SD (n=3); In each column means with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

Journal of Food Engineering, 51 (3): 229-234.

[3] Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaly, K., Al-Amry, M., and Al-Rawahy, F. 2006. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. Food Chemistry, 104 (7): 943- 947.

[4] <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QL/E>. (2013)

[5] Gohari Ardabili, A., Habibi Najafi, M.B., and Haddad Khodaparast, M.H. 2005. Effect of date syrup as a substitute for sugar on the physicochemical and sensory properties of soft ice cream. Iranian Food Science and Technology, 1 (2): 23-32 [In Persian].

[6] Ahmadnia, A., and Sahari, M.A. 2008. Using date powder in formulation of chocolate toffee. Journal of Food Science and Technology, 5 (3): 1-8 [In Persian].

[7] Milani, E., Baghaei, H., and Mortazavi, S.A. 2011. Evaluation of dates syrup and guar gum addition on physicochemical, viscosity and textural properties of low fat orange Yog-ice cream. Iranian Food Science and Technology, 7 (2): 115-120 [In Persian].

[8] Schuck, P. 2002. Spray drying of dairy products: state of the art. In: First International Symposium on Spray Drying of Milk Products, Paris, pp. 375-382.

[9] Mardani, M., Farahnaky, A., Mesbahi, Gh. R., Golmakani, M.T., and Majzooobi, M. 2014. Evaluation of some chemical and sensory properties of date syrup, date concentrate, date liquid sugar in comparison with sugar solutions. Journal of Food Processing and Preservation. 6 (1): 85-101 [In Persian].

[10] ISIRI, 2003. Flavored Milk-specifications and Test Methods. Iranian National Standard 1527 (1st. revision), May 2003. Institute of Standard and Industrial Research of Iran, Karaj, Iran.

[11] Iserliyska, D., Chinnan, M. S., and Resurreccion, A.V.A. 2012. Physicochemical

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش سعی بر این بود که با جایگزینی قند مایع خرما به جای شکر در فرمولاسیون نوشیدنی شیر خرما، یک نوشیدنی با حداقل مقدار شکر تولید گردد. در بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی فرمولاسیون‌های انتخابی نتایج نشان داد که با ثابت بودن درصد شیره خرما، افزایش در میزان قند مایع خرما و جایگزین کردن آن به جای شکر موجود در فرمولاسیون، روشنی محصول کاهش یافته و رنگ محصول به سمت سبزی و زردی کمتر رفته است. هم‌چنین با افزایش درصد قند مایع خرما میزان ماده خشک، بریکس و pH محصول کاهش و میزان اسیدیته افزایش پیدا کرد. در رابطه با آزمون‌های رئولوژیکی نتایج نشان داد که با افزایش قند مایع خرما در فرمولاسیون رفتار رئولوژیکی نمونه‌ها از نیوتونی به سودوپلاستیک تغییر یافت. در نهایت با در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف مانند ارزیابی حسی محصول و استاندارد مربوط به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی شیر طعم‌دار پاستوریزه، نمونه بدون شکر و دارای ۰.۴٪ شیره خرما و ۰.۶٪ قند مایع در سطح $P < 0.05$ ، به عنوان بهترین نمونه معرفی گردید. به دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای قند مایع خرما و هم‌چنین عطر و طعم آن و نقش آن در پذیرش محصول، می‌توان از این فرمولاسیون به عنوان یک نوشیدنی عملگرا استفاده کرد. هم‌چنین مشخص شد که خشک کردن پاششی نمونه شیر خرما تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی نوشیدنی بازسازی شده از پودر آن ندارد.

۵- منابع

- [1] <http://www.helgilibrary.com>. (Updated on 13 Aug, 2015)
- [2] Yanes, M., Duran, L., and Costell, E. 2001. Rheological and optical properties of commercial chocolate milk beverages.

- [19] ISIRI, 2008. Microbiology of milk and milk products- Specifications. Iranian National Standard 2406 (2nd. revision), September 2008. Institute of Standard and Industrial Research of Iran, Karaj, Iran.
- [20] Fontes, C.P.M.L., Silva, J.L.A., Sampaio-Neta, N.A., Da Costa, J.M.C. and Rodrigues, S. 2014. Dehydration of prebiotic fruit drinks by spray drying: Operating conditions and powder characterization. *Food and Bioprocess Technology*, 7 (10): 2942-2950.
- [21] Gad, A.S., Kholif, A.M. and Sayed, A.F. 2010. Evaluation of the nutritional value of functional yogurt resulting from combination of date palm syrup and skim milk. *American Journal of Food Technology*, 5 (4): 250-259.
- [22] Rofehgari-Nejad, L., Pirzifard, M., Asefi, N., Tabibi-Azar, M. and Ashrafi, R. 2010. Comparative study of date syrup decolourization efficiency with ion exchange resins and bone chart. *Asian Journal of Chemistry*, 22 (4): 16-20.
- [23] Abdullah, M.A. 2002. Rheological properties of a newly nutritious dairy drink from milk and date extract concentrate (dibbs). *International Journal of Food Properties*, 5 (1): 113-126.
- [24] Divya, K.B., Sathish Kumar, M.H., Thompkinson, D.K., and Sabokhi, L. 2012. Selection of levels of maltodextrin to improve the sensory and textural properties of omega-3- and fiber-enriched low fat buffalo milk. *Indian Journal Dairy Science*, 65 (3), :262-263.
- and sensory properties of a peanut drink. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 14 (2): 49- 57.
- [12] Yalegama, L.L.W.C., Ambigaipalan, P., and Arampath, P.C. 2009. Chemical and shelf life evaluation of pasteurized coconut milk. *Indian Coconut Journal*, 52 (6): 16-21.
- [13] Raiesi Ardali, F., Rahimi, E., Tahery, S., and Shariati, M.A. 2014. Production of a new drink by using date syrup and milk. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 2 (4): 67-72.
- [14] ISIRI, 2006. Milk and Milk Products- Determination of titratable acidity and value pH- test method. Iranian National Standard 2852 (1st. edition), August 2006. Institute of Standard and Industrial Research of Iran, Karaj, Iran.
- [15] Ahmed, J., Ramaswamy, H.S., and Khan, A.R. 2005. Effect of water activity on glass transitions of date pastes. *Journal of Food Engineering*, 66 (2): 235- 252.
- [16] AOAC. 1990. Official Methods for Analysis, 15th ed. (Vol. II). Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- [17] Afshari- Jouybari, H., and Farahnaky, A. 2011. Evaluation of Photoshop software potential for food colorimetry. *Journal of Food Engineering*, 106 (2): 170- 175.
- [18] Lee, C.H., Moturi, V., and Lee, Y. 2009. Thixotropic property in pharmaceutical formulation. *Journal of Controlled Release*, 136 (2): 88- 98.

The Effect of Date Liquid Sugar as a Substitute for Sugar on the Physicochemical and Sensory Properties of Date Milk Drink

Najafpour, Z. ¹, Golmakani, M. T. ^{2*}, Niakousari, M. ³, Mesbahi, Gh. R. ⁴

1. Former MSc Student of Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shiraz University
2. Assistant Professor of Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shiraz University
3. Associate Professor of Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shiraz University
4. Assistant Professor of Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shiraz University

(Received: 2016/04/12 Accepted: 2016/07/12)

Date- milk drink is a flavored dairy drink which is prepared by blending the date palm syrup with milk and other ingredients. The present study was conducted to prepare a low sucrose dairy fruit juice blend based on date palm syrup by replacing the date liquid sugar instead of sugar in the formulation and evaluating the effects of this substitution on product properties. Finally, freshly made optimum formulation and its rehydrated powder were subjected to sensory evaluation. Therefore, at first 16 formulations with different proportion of date syrup, date liquid sugar and sugar were used to prepare date- milk drink. Then, 4 better formulations were selected based on the sensory analysis and their physicochemical properties were investigated. The results indicate in the 4 selected best formulae with 0, 2, 4 and 6% date liquid sugar, increasing date liquid sugar and reducing sugar in formulation resulted in decreasing lightness, pH, dry matter and total soluble solid (Brix) of product and increased acidity. Rheological behavior of the samples by the addition of date liquid sugar in the formulation has changed from a Newtonian fluid to a pseudo plastic. Based on the results acquired in this research the sucrose free sample with 4% date syrup and 6% date liquid sugar were designated to be optimum. Also no significant difference was observed in sensory evaluation of freshly made and rehydrated powder.

Keywords: Date milk, Date liquid sugar, Low sucrose, Rheological behavior.

* Corresponding Author E-Mail Address: golmakani@shirazu.ac.ir