



ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی مارمالاد بادنجان کم کالری

مریم ذولفقاری^۱، معصومه مهربان سنگ آتش^{۲*}، مریم اثنی عشری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کاشمر، کاشمر، ایران.

۲- استادیار، گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد،

ایران.

۳- استادیار بخش تحقیقات بیوتکنولوژی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ های مقاله :	در این مطالعه، کاهش میزان شکر در فرمولاسیون مارمالاد بادنجان با استفاده از شیرین کننده استویا بررسی شده است. بدین منظور دو فاکتور میزان نسبت استویا به ساکارز (۰/۰۰۱)، تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۷
کلمات کلیدی:	ماده خشک، کالری، تغییر رنگ کلی، پذیرش کلی، سفتی، چسبندگی و انرژي لازم برای نفوذ، با استفاده از طرح آماری فاکتوریل در سه تکرار انالیز شد. نتایج نشان دهنده تاثیر معنی دار نسبت استویا به ساکارز بر روی تمامی آزمون‌ها بود. از سوی دیگر، تاثیر CMC گرچه سبب تغییراتی در روند افزایش یا کاهش گردید، اما تنها در خصوص آزمون‌های بافتی تاثیر معنی داری داشت. به طور کلی، جایگزینی شکر با استویا تا حد ۰/۰۰۲۵ مطلوب بوده و در صورت افزوده شدن از این مقدار، برخی از خصوصیات مطلوب در مارمالاد بادنجان کاهش یافت. لذا، این فرمولاسیون جدید مارمالاد بادنجان با حفظ خصوصیات مطلوب، در بهبود سلامت جامعه می‌تواند نقش خوبی را ایفا نماید.
DOI: 10.22034/FSCT.19.133.359 DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.29.4	
* مسئول مکاتبات: mehraban@acecr.ac.ir	

۱- مقدمه

رژیم‌های غذایی سرشار از مواد قندی به همراه عدم فعالیت فیزیکی کافی می‌تواند منجر به افزایش وزن شده که در نهایت باعث بروز بیماری‌هایی همچون چاقی، بیماری‌های قلبی و عروقی، فشار خون و دیابت غیروابسته به انسولین می‌گردد. آگاهی مردم از اینکه تغذیه مناسب می‌تواند در سلامتی افراد موثر باشد، موجب شده تا امروزه تولیدکنندگان مواد غذایی، محصولات با شکر کم و فیبر بیشتر تولید نمایند که این رژیم‌های غذایی می‌تواند از بروز برخی از بیماری‌ها جلوگیری نماید. امروزه شیرین کننده‌های مصنوعی متنوعی از قبیل سیکالمات، ساخارین و آسپارتام مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما استفاده از آن‌ها عوارض جانبی منفی بر سلامتی ایجاد می‌کند و تردیدهایی در رابطه با سرطانزایی آن‌ها مطرح است [۱].

استفاده از شیرین کننده استویا که ترکیبی با منشأ طبیعی است، در بسیاری از کشورها مورد استقبال جدی قرار گرفته است. این ترکیب کالری‌زا نمی‌باشد و می‌تواند جایگزین مناسبی برای شیرین کننده‌های مصنوعی باشد [۲]. با وجود اینکه امروزه مصرف شیرین کننده استویا در صنایع مختلف غذایی و دارویی جهان افزایش روز افزونی دارد، ولی متأسفانه کاربرد این ترکیب به دلیل اطلاعات اندک درباره اهمیت و خواص فیزیکوشیمیایی آن‌ها در ایران توسعه نیافته است. شیرین کننده‌های حاصل از استویا تا ۲۰۰ درجه سلسیوس نسبت به حرارت پایداری نشان می‌دهند [۳]. pH پایداری دارند، تغییر رنگ نمی‌دهند و تخمیر هم نمی‌شوند [۱]. استویا یک شیرین کننده غیر سمی و غیر اعتیاد آور محسوب می‌شود. در فرم فراوری شده ۲۵۰ تا ۳۰۰ برابر شیرین‌تر از قند است [۴]. منبع غنی از آنتی‌اکسیدان است که این امر موجب افزایش عمر ماندگاری محصول به دلیل به تاخیر انداختن واکنش‌های نامطلوب شیمیایی می‌گردد [۵]. مکانیسم فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن به مهار رادیکال‌های آزاد و سوپراکسیدها نسبت داده شده است [۶].

بادنجان یکی از محصولات مهم کشاورزی است که در سطح وسیعی در کشورهای مختلف کشت می‌شود. بر اساس امار فائو در سال ۲۰۱۸، مقدار بادنجان در جهان ۵۴/۰۷ میلیون تن و سطح زیر کشت ۱/۸۶ میلیون هکتار می‌باشد. در حالی که در ایران،

میزان تولید در سال ۲۰۱۸، ۶۶۶/۸ هزار تن و سطح زیر کشت ۲۱/۵ هزار هکتار می‌باشد. بادنجان شامل مواد معدنی زیادی نظیر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، مس و ویتامین‌های E، B و اسید فولیک است و برای بیماران مبتلا به دیابت و نقرس مفید می‌باشد و از بروز فشار خون و بیماری‌های قلبی - عروقی جلوگیری کرده و پایین آورنده کلسترول می‌باشد [۷]. ترکیبات فنولی بادنجان خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارد و بدن را در برابر انواع عفونت‌های باکتریایی و ویروسی محافظت می‌کند [۸].

در سال‌های اخیر مربا و مارمالادهای خوراکی از میوه‌های مختلف از جمله انار [۹]، پوست سبز پسته [۱۰]، لیمو ترش [۱۱]، کیوی [۱۲] و نیز مرباهای تهیه شده از انبه [۱۳]، پوره کشمش [۱۴]، توت فرنگی [۱۵] و هندوانه [۱۶] تهیه شده و ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی و حسی آن‌ها توسط محققان اندازه‌گیری و گزارش شده است.

تحقیق و توسعه درباره مارمالادهایی که از فراورده‌های مختلف کشاورزی تهیه شوند، از سال‌ها پیش آغاز شده است و همچنان تمایل به استفاده از محصولات کشاورزی ارزان قیمت و ضایعات کارخانه‌های تولید فراورده‌های غذایی که دارای خصوصیات تغذیه‌ای مناسب و خواص آنتی‌اکسیدانی قابل توجه باشند، افزایش یافته است. بادنجان به دلیل قیمت کم و ارزش تغذیه‌ای بالا می‌تواند نقش بسزایی در تغذیه روزانه افراد و رشد اقتصادی و صنعتی داشته باشد. چون در سبد مصرف خانوارهای ایرانی مربا و مارمالاد نقش حائز اهمیتی ایفا می‌نماید. لذا، تولید مارمالاد کم کالری بادنجان که خصوصیات تغذیه‌ای مناسب و ارگانولپتیک مناسبی باشد، می‌تواند نقش مثبتی در تغذیه و سلامت افراد مختلف جامعه ایفا نماید.

کربوکسی متیل سلولز (CMC) یک مشتق از سلولز است که در صنعت غذا به اهداف مختلف از جمله افزایش ویسکوزیته، قوام دهنده، پایدارکننده و افزایش شفافیت بکار می‌رود [۱۷]. چندین نوع از CMC با درجات مختلف ایجاد ویسکوزیته در دامنه ۵۰ سانتی پواز (غلظت ۲ درصد) تا ۱۳۰۰۰ سانتی پواز (غلظت ۱ درصد) در آب وجود دارد [۱۸]. استفاده از CMC به عنوان قوام دهنده در محصولات همچون مربا و مارمالاد توجه اقتصادی دارد [۱۹]. معتمد زادگان و همکاران (۲۰۱۹) به اثر CMC در رفتار جریان و خصوصیات رئولوژیکی رب انار پرداختند. نتایج حاصل

۲-۲-۲- اندازه گیری بریکس

میزان بریکس نمونه‌ها با دستگاه رفراکتومتر چشمی مدل HSR 500 (ساخت آتاگو ژاپن) اندازه گیری شد [۲۳].

۲-۲-۳- اندازه گیری ماده خشک

جهت اندازه گیری ماده خشک نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی-گراد قرار داده شد و تا رسیدن به وزن ثابت توزین شد. پس از رسیدن به وزن ثابت، نمونه‌ها از آون خارج شده و داخل دسیکاتور قرار داده شد تا سرد شود تا مقدار ماده خشک تعیین گردد [۲۴].

سپس درصد مواد جامد نامحلول از رابطه زیر محاسبه شد:

$100 \times (\text{بریکس} - \text{مواد جامد کل}) = \text{درصد مواد جامد نامحلول}$

۲-۲-۴- اندازه گیری میزان کالری

میزان کالری محصول تولید شده از روش آنالیز ترکیبات موجود و میزان مورد استفاده آن محاسبه شد [۲۵].

۲-۲-۵- رنگ سنجی

رنگ نمونه‌های مارمالاد در مقیاس CIE (میزان رنگ) با استفاده از مدل هانتر لب برای اندازه گیری و شاخص‌های استاندارد L^* (سیاه صفر تا سفید ۱۰۰)، a^* (قرمز ۶۰ تا سبز ۶۰-) و b^* (زرد ۶۰ تا آبی ۶۰-) به کار گرفته شده‌اند. در ابتدا دستگاه در برابر کاشی سفید و کاشی سیاه کالیبره شد. سپس یک سل شیشه‌ای بالای منبع نور قرار داده شد، نمونه‌ها یک به یک داخل سل ریخته و با درپوش مشکی پوشانده شد و مقادیر a^* ، b^* و L^* هر نمونه با شش تکرار ثبت شد. ΔE تفاوت رنگ نمونه با کاشی سفید ($a^* = 0/60$ ، $b^* = -1/24$ ، $L^* = 92/62$) را نشان می‌دهد که با فرمول زیر قابل محاسبه است [۲۶].

$$\Delta E = \left[(L^* - L)^2 + (a^* - a)^2 + (b^* - b)^2 \right]^{1/2}$$

۲-۲-۶- خصوصیات بافتی

برای اندازه گیری بافت از روش بافت سنجی با استفاده از ازمون آنالیز پروفایل بافت^۱ TPA انجام گردید. بدین منظور در دمای محیط و با استفاده از پروب استوانه‌ای با قطر نیم اینچ با سرعت ۱ میلی متر بر ثانیه و فاصله زمانی ۲ ثانیه بین دو فشار

حاکمی از آن بود که افزودن CMC منجر به افزایش قوام رب انار شد [۲۰]. جانا و همکاران (۲۰۱۳) نیز به اثر CMC در فیلینگ میوه‌ای پرداختند و به نتایج مطلوبی در محصول نهایی دست یافتند [۲۱].

در این مطالعه سعی شده است با استفاده از گیاه استویا و پکتین، مارمالاد بانجان کم کالری تهیه گردد که از لحاظ خصوصیات حسی و فیزیکی شیمیایی مناسب باشد. بدین منظور با استفاده از فرمولاسیون‌های مختلف شامل درصد‌های مختلفی از بادنجان، پکتین و غلظت‌های مختلف ساکارز، انواع مختلفی از مارمالاد تهیه گشته و آزمون‌های مختلفی از قبیل مقدار پکتین کل، pH، میزان اسید آسکوربیک، تغییرات رنگ، ماده خشک، بریکس و پذیرش کلی اندازه‌گیری شدند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده سازی نمونه

بادنجان به مقدار مورد نیاز از بازار محلی مشهد تهیه شده و پس از پوست گیری و گرفتن بخش سر آن در قسمت وسط شکاف کوچکی ایجاد کرده و مقدار ۵۵ گرم از آن را در آب سرد قرار داده شد تا رنگ آن‌ها تیره نشود. به منظور تهیه شربت مارمالاد، مقدار ساکارز مصرفی (۵۵ گرم)، استویا به نسبت‌های استویا به ساکارز ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۲۵ و ۰/۰۰۴ و کربوکسی متیل سلولز (CMC) در سطوح ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مخلوط شد. بادنجان‌ها را در آب جوشانده شد. سپس آن‌ها را در آبکش ریخته و بلافاصله در شربت خنک شده قرار داده شد. سپس آن را روی میکسر به مدت ۱ دقیقه کاملاً مخلوط نموده، سپس ظرف را روی حرارت ملایم گذاشته تا بادنجان‌ها شربت را جذب کنند. سپس به مخلوط، اسید سیتریک به میزانی اضافه شد تا pH آن به ۲/۸ تا ۳/۵ برسد. سپس مرحله سرد کردن و پر کردن در ظروف کوچک انجام شد و ظروف داخل یخچال به مدت ۲۴ ساعت به منظور تشکیل ژل نگهداری شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- اندازه گیری pH

pH نمونه‌ها در دمای آزمایشگاه و توسط pH متر براساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۰۴ انجام شد [۲۲].

1. Texture Profile Analysis

پروب در فاصله ۴ میلی متری انجام گرفت و شاخص‌های سفتی، چسبندگی و نیروی لازم برای نفوذ، اندازه گیری شد [۲۷].

۲-۲-۷- ارزیابی حسی

خصوصیات حسی مارمالادهای تولیدی براساس روش هدونیک ۵ نقطه‌ای بررسی شد. ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده، خصوصیات مارمالادهای تولیدی را براساس طعم و مزه، بافت و پذیرش کلی بر مبنای ۵ بالاترین و ۱ کمترین امتیاز ارزیابی نمودند [۲۸].

۲-۳- طرح آماری

به منظور تعیین بهترین فرمولاسیون مقایسه بین ۳ سطح نسبت استویا به ساکارز (۰/۰۰۱، ۰/۰۰۲۵ و ۰/۰۰۴) و متیل سلولوز (۰/۱)، ۰/۲ و ۰/۳ درصد) از طرح آماری فاکتوریل در سه تکرار استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم افزار SPSS، نسخه ۲۰، استفاده گردید. اختلاف بین میانگین‌ها نیز به روش آزمون چند

دامنه‌ای دانکن، در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد مقایسه قرار گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- میزان pH مارمالاد

بررسی نتایج بدست آمده از جایگزینی استویا با ساکارز و افزودن صمغ کربوکسی متیل سلولوز در تولید مارمالاد نشان داد که میزان pH در اثر جایگزینی استویا به طور معنی‌داری تغییر کرد (۰/۰۵ < P). همانطور که در جدول ۱ آمده است، جایگزینی استویا با ساکارز، سبب کاهش میزان pH شد. بطوریکه کمترین میزان pH در نسبت جایگزینی استویا در سطح ۰/۰۰۴ بود. همچنین، همانطور که انتظار می‌رفت، افزایش میزان CMC سبب تغییر معنی‌داری در میزان pH مارمالاد نگردید.

Table 1 Results of physicochemical properties of low-calorie eggplant marmalade

Treatments	pH	Brix	Dry matter	Energy (Kcal)	
					Stevia/sucrose
0.001	0.1	3.76±0.05 ^a	62.1±3.96 ^{bc}	64.6±0.14 ^b	187.76±1.64 ^a
	0.2	3.75±0.18 ^a	65.15±9.26 ^{ab}	65.85±1.06 ^{ab}	187.76±2.71 ^a
	0.3	3.76±0.22 ^a	68.75±9.12 ^a	67.25±0.63 ^a	187.76±1.2 ^a
0.0025	0.1	3.225±0.03 ^b	63.25±5.59 ^b	63.25±9.68 ^{cd}	174.76±1.01 ^b
	0.2	3.3±0.1 ^b	63.65±0.33 ^b	64.55±8.41 ^b	175.76±0.34 ^b
	0.3	3.3±0.07 ^b	65.3±3.25 ^{ab}	64.7±0.56 ^b	174.9±0.19 ^b
0.004	0.1	3.01±0.01 ^c	60.35±0.77 ^c	63.95±9.68 ^{cd}	163.76±0.18 ^c
	0.2	3.02±0.02 ^c	62.3±0.7 ^{bc}	63.05±9.97 ^{cd}	162.72±0.7 ^c
	0.3	3.03±0.01 ^c	63.65±0.91 ^b	64.35±8.98 ^c	162.76±0.01 ^c

Means ± SD (standard deviation) within a column with the same lowercase letters are not significantly different at p<0.05

۲-۳- میزان بریکس مارمالاد

بررسی نتایج بدست آمده از جایگزینی استویا با ساکارز و افزودن صمغ CMC در تولید مارمالاد نشان داد که میزان بریکس در اثر استویا و تیمار استویا با صمغ CMC تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ایجاد شده است، اما در تیمار صمغ CMC تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. جایگزینی استویا با ساکارز سبب کاهش میزان بریکس مارمالاد شد و صمغ CMC سبب افزایش آن شد (جدول ۱). بطوریکه کمترین میزان بریکس در نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۴ و صمغ CMC در سطح ۰/۱ درصد و بیشترین میزان بریکس در نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۱

درصد و صمغ CMC در سطح ۰/۳ درصد مشاهده شد. محمدی مقدم و همکاران (2009) به نتایج مشابهی دست یافتند و گزارش کردند که با افزایش هر سه فاکتور غلظت پوست سبز پسته، پکتین و قند، میزان بریکس افزایش یافت. همچنین دامنه بدست آمده برای بریکس مشابه با نتایج این تحقیق بود [۱۰]. در حقیقت، افزایش میزان نسبت استویا به ساکارز منجر به کاهش میزان بریکس مارمالاد شده است که به دلیل کاهش میزان ساکارز و بالطبع آن، کاهش میزان مواد جامد محلول در آب (بریکس) محصول گردیده است. اما افزایش میزان CMC به تنهایی از انجائی که میزان مصرف آن در فرمولاسیون مارمالاد خیلی کم

بوده است، تاثیر معنی‌داری بر میزان بریکس محصول نهایی نداشته است. ترابی تبریزی و روفه گران (۱۳۹۷) نیز در خصوص جایگزینی شکر با زایلنول و سوکرالوز در مربای آلبالو به نتایج مشابهی دست یافتند و گزارش کردند که جایگزینی این شیرین کننده‌ها دارای تاثیر معنی‌داری بر روی میزان بریکس مربا بوده است و دلیل این پدیده را جایگزینی میزان زیادی از ساکارز با میزان بسیار ناچیزی از شیرین کننده‌ها دانسته‌اند [۲۹].

۳-۳- میزان ماده خشک مارمالاد

نتایج حاصل نشان داد که جایگزینی استویا با ساکارز و تیمار توام استویا و صمغ CMC، سبب تفاوت معنی‌داری در میزان ماده خشک شده است ($P < 0/05$). گرچه اسفاده از صمغ CMC به تنهایی سبب افزایش میزان ماده خشک شد. اما این میزان تفاوت چشمگیری در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد ایجاد نکرد. جایگزینی استویا با ساکارز و صمغ CMC سبب افزایش میزان ماده خشک مارمالاد شد، بطوریکه کمترین میزان ماده خشک در نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۴ و صمغ CMC در سطح ۰/۲ درصد و بیشترین میزان آن در نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۱ درصد و صمغ CMC در سطح ۰/۳ درصد مشاهده شد. لذا، افزایش نسبت استویا به ساکارز منجر به کاهش میزان ماده خشک محصول نهایی می‌گردد. این پدیده احتمالاً بدلیل کمتر بودن میزان ساکارز در این فرمولاسیون بوده است. از سوی دیگر، تاثیر افزایش میزان CMC گرچه منجر به افزایش میزان ماده خشک گردیده که احتمالاً بدلیل اضافه شدن خود این ماده به فرمول مارمالاد بوده است. اما بدلیل کم بودن میزان مصرف آن، در بعضی سطوح معنی دار است. نتایج حاضر با نتایج بدست آمده در تحقیقات یلدیز و همکاران (۲۰۱۲) مشابه بوده با این تفاوت که در تحقیق حاضر از غلظت بالاتری از میوه و CMC استفاده گردیده و در نتیجه میزان ماده خشک در نمونه‌ها بالاتر بوده است [۳۰]. همچنین محمدی مقدم و همکاران (۲۰۰۹) نیز یافتند که با افزایش میزان پوست سبز پسته، ساکارز و پکتین میزان ماده خشک محصول افزایش یافته است. اندکی تفاوت در میزان ماده خشک مربوط به تفاوت میزان ماده خشک بادنجان با پوست سبز پسته بود. همچنین مقادیر استفاده از پوست سبز پسته نسبت به تحقیق مذکور کمی بیشتر بوده که سبب افزایش در میزان ماده

خشک گردیده است [۱۰].

۳-۴- میزان کالری مارمالاد

بررسی نتایج بدست آمده از جایگزینی استویا با ساکارز (۰/۰۰۱، ۰/۰۰۲۵ و ۰/۰۰۴) و افزودن صمغ CMC (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد)

در تولید مارمالاد نشان داد که استویا به طور معنی‌داری منجر به کاهش میزان کالری مارمالاد شد. اما در اثر صمغ CMC و اثر متقابل استویا با صمغ CMC تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$). کمترین میزان کالری در نسبت جایگزینی استویا در سطح ۰/۰۰۴ درصد بود. از آنجا که میزان کالری موجود در هر ماده غذایی با توجه به میزان کربوهیدرات، پروتئین و نیز لیپید موجود اندازه گیری می‌شود، لذا افزودن میزان CMC تاثیری در میزان کالری موجود در فرمولاسیون مارمالاد نگردیده است. از سوی دیگر، نسبت استویا به ساکارز هر چه بیشتر شود، منجر به کاهش میزان کالری موجود در محصول نهایی می‌گردد. ترابی تبریزی و روفه گری نژاد (۱۳۹۷) به نتایج مشابهی در خصوص تولید مربای کم کالری از آلبالو با استفاده از شیرین کننده‌های سوکرالوز و زایلنول دست یافتند و گزارش کردند که با افزایش جایگزینی شکر با سوکرالوز مقدار کالری نمونه‌های مربای آلبالو کاهش یافت [۲۹].

۳-۵- میزان تغییرات کلی رنگ مارمالاد

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، افزایش جایگزینی استویا با ساکارز سبب کاهش معنی‌دار میزان تغییرات کلی رنگ مارمالاد شد و کمترین میزان تغییرات کلی رنگ در نسبت جایگزینی استویا در سطح ۰/۰۰۴ مشاهده شد. همچنین، اثر متقابل جایگزینی استویا با ساکارز و صمغ CMC سبب کاهش میزان تغییرات کلی رنگ مارمالاد شد. بطوریکه بیشترین میزان تغییرات کلی رنگ در نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۱ درصد و صمغ CMC در سطح ۰/۱ درصد و کمترین میزان آن در نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۴ درصد و صمغ CMC در سطح ۰/۳ درصد مشاهده شد. بروم و بدری (۲۰۱۰) طی تحقیق خود بر مارمالاد ترشک با افزودن غلظت ۱/۵ تا ۲/۵ درصد پکتین به فرمولاسیون، به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان کردند با افزایش میزان پکتین، فاکتور L^* نمونه‌ها افزوده گشت که احتمالاً

با افزایش غلظت صمغ CMC میزان چسبندگی افزایش و با افزایش میزان جایگزینی ساکارز با استویا میزان چسبندگی کاهش داشت ($P < 0.05$). به طوریکه اثر متقابل جایگزینی استویا با ساکارز و صمغ CMC بر میزان چسبندگی مارمالاد نشان داد که بیشترین میزان در نمونه حاوی استویا در سطح 0.001 درصد و صمغ CMC در سطح 0.003 درصد و کمترین میزان آن در نمونه حاوی استویا در سطح 0.004 درصد و صمغ CMC در غلظت 0.001 درصد بود. چسبندگی مارمالاد تابعی از ویسکوزیته محصول و نیز قوام آن است. لذا عواملی که منجر به افزایش قوام و ویسکوزیته مارمالاد گردد، سبب افزایش میزان چسبندگی محصول نیز می‌شود. لذا، افزایش میزان استویا به ساکارز (کاهش میزان ساکارز) منجر به کاهش چسبندگی محصول می‌گردد که به دلیل نقش ساکارز در ایجاد قوام و حالت چسبنده در مارمالاد است. از سوی دیگر، افزایش میزان CMC نیز احتمالاً بدلیل تقویت شبکه ژلی و ایجاد ویسکوزیته سبب بیشتر شدن حالت چسبندگی در محصول نهایی گردیده است.

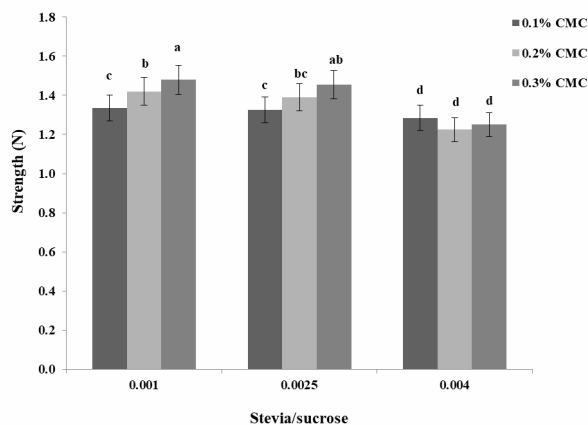


Fig 2 Effect of using stevia and CMC on strength of low calorie eggplant marmalade
The same lowercase letters are not significantly different at $p < 0.05$.

نتایج حاصل از میزان انرژی لازم برای نفوذ به مارمالاد نشان داد که جایگزینی استویا با ساکارز سبب کاهش میزان انرژی مارمالاد شد و با افزایش میزان جایگزینی استویا، میزان انرژی لازم برای نفوذ به مارمالاد کمتر شد. بطوریکه کمترین میزان در نسبت جایگزینی استویا در سطح 0.004 درصد بود. همچنین افزودن CMC در برخی از تیمارها سبب افزایش میزان انرژی لازم برای نفوذ گردید. دلیل این پدیده به نقش مقاومت شبکه ژل

بدلیل خصوصیات تشکیل ژل و تاثیرات آن بر روی فاکتور تغییر رنگ می‌باشد. احتمالاً افزایش میزان CMC به دلیل خصوصیات تشکیل ژل و نیز جلوگیری از قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی محصول شده و سبب کمی روشن‌تر شدن محصول نهایی گشته، اما این تغییر معنی‌دار نبوده است [31].

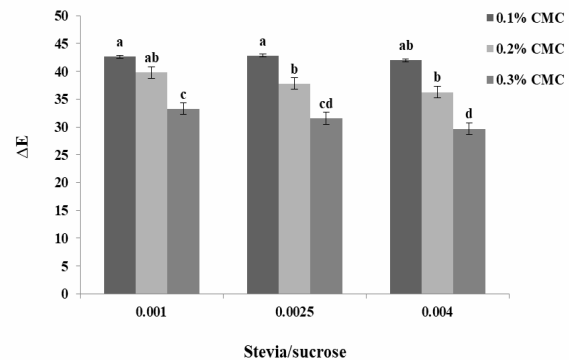


Fig 1 Effect of using stevia and CMC on color difference of low calorie eggplant marmalade
The same lowercase letters are not significantly different at $p < 0.05$.

۳-۶- نتایج حاصل از آنالیز بافت

نتایج حاصل از بافت سنجی تیمارها، نشان داد که جایگزینی استویا با ساکارز سبب کاهش میزان استحکام مارمالاد شد و با افزایش میزان جایگزینی استویا، استحکام مارمالاد کمتر شد. بطوریکه کمترین میزان در نسبت جایگزینی استویا در سطح 0.004 درصد بود. همچنین، اثر متقابل جایگزینی استویا با ساکارز و صمغ CMC بر میزان استحکام مارمالاد نشان داد که بیشترین میزان در نمونه حاوی استویا در سطح 0.001 درصد و صمغ CMC در سطح 0.003 درصد و کمترین میزان آن در نمونه حاوی استویا در سطح 0.004 درصد بود. صمغ CMC نیز در سطوح 0.001 و 0.0025، استویا به ساکارز به طور معنی‌داری افزایش یافت. احتمالاً افزایش میزان CMC به دلیل تقویت شبکه ژلی منجر به استحکام بیشتر بافت گردیده و منجر به تشکیل ژلی قویتر در محصول شده است. از سوی دیگر افزایش نسبت استویا به ساکارز منجر به تشکیل شبکه ژلی ضعیفتر گردیده است، چون ساکارز علاوه بر افزایش میزان شیرینی محصول در خصوصیات بافتی و تشکیل ژل تاثیر بسزایی دارد. نتایج حاصل از چسبندگی مارمالادهای تولیدی نیز نشان داد که

۷-۳- نتایج حاصل از ارزیابی حسی مارمالادهای تولیدی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی تیمارها نشان داد که جایگزینی استویا با ساکارز سبب افزایش پذیرش کلی مارمالاد شد. بطوریکه بیشترین میزان پذیرش کلی در نسبت جایگزینی استویا در سطح ۰/۰۰۲۵ درصد بود. همچنین، اثر توام جایگزینی استویا با ساکارز و صمغ CMC بر میزان پذیرش کلی مارمالاد نشان داد که بیشترین میزان در نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۲۵ و صمغ CMC در سطح ۰/۳ درصد و کمترین میزان آن در نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۴ درصد و صمغ CMC در سطح ۰/۱ درصد و نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۱ درصد و صمغ CMC در سطح ۰/۱ درصد مشاهده شد. برومز و بدری (۲۰۱۰) در تحقیقات خود بیان کردند که افزایش میزان پکتین تأثیری در میزان پذیرش کلی محصول نداشت که احتمالاً بدلیل تفاوت در نوع میوه بکار رفته (ترشک) نسبت به مطالعه حاضر است. زیرا نوع ماده خام مورد استفاده در تولید مارمالاد نقش بسزایی در میزان استفاده از پکتین دارد [۳۱]. در حقیقت، پذیرش کلی در ارتباط با طعم و احساس دهانی، عطر، بو و ظاهر محصول است. احتمالاً افزایش میزان استویا و کاهش میزان ساکارز سبب ایجاد کمی طعم پس تلخی در محصول می‌گردد که از نظر مصرف کننده مطلوب نبوده و نیز کاهش میزان ساکارز بر روی خصوصیات بافتی محصول از جمله استحکام ژل و شیرینی آن تأثیر گذار بوده است و منجر به کاهش امتیاز در سطح ۰/۰۰۴ گردیده است. از سوی دیگر، افزایش میزان CMC تأثیر بسزایی بر روی طعم محصول ندارد. اما سبب تغییرات بافتی و رئولوژیکی در مارمالاد می‌گردد که منجر به افزایش میزان پذیرش کلی محصول گردیده است. ترابه تبریزی و شیرین کننده‌های زایلنول و سوکرالوز در جایگزینی شکر در مربای آلبالو دست یافتند و گزارش کردند با افزایش میزان سوکرالوز، پذیرش کلی نمونه‌ها کاهش یافت که این امر می‌تواند به علت نقش شکر در تقویت شیرینی و طعم (بو و مزه) مربا باشد [۲۹].

مارمالاد در نفوذ باز می‌گردد. هرچه میزان استحکام ژل بیشتر باشد، میزان انرژی لازم برای نفوذ به آن بیشتر خواهد بود. چون کاهش میزان ساکارز سبب تضعیف شبکه ژل مارمالاد و به تبع آن کاهش میزان انرژی لازم برای نفوذ به نمونه‌های مارمالاد شد. اثر تیمار توام جایگزینی استویا با ساکارز و صمغ CMC بر میزان انرژی مارمالاد نشان داد که بیشترین میزان در نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۱ درصد و صمغ CMC در سطح ۰/۳ درصد و کمترین میزان آن در نمونه حاوی استویا در سطح ۰/۰۰۴ درصد و صمغ CMC در سطح ۰/۱ درصد مشاهده شد.

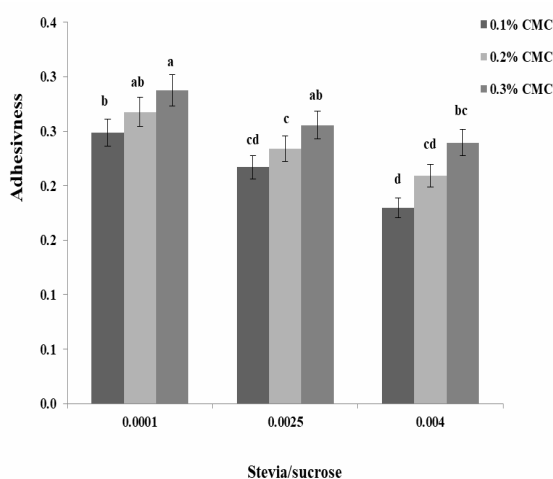


Fig 3 Effect of using stevia and CMC on adhesiveness of low calorie eggplant marmalade The same lowercase letters are not significantly different at $p < 0.05$.

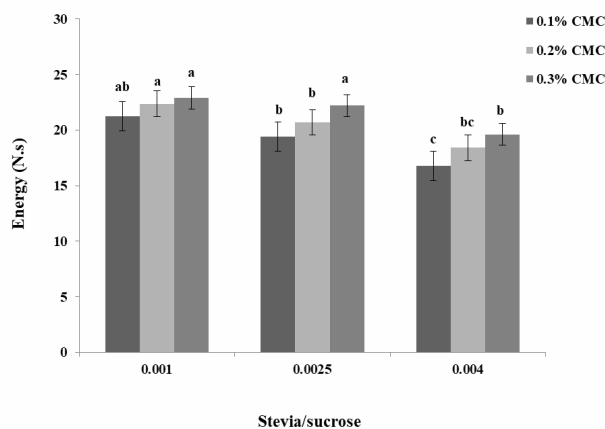


Fig 4 Effect of using stevia and CMC on energy to penetrate of low calorie eggplant marmalade The same lowercase letters are not significantly different at $p < 0.05$.

۵- منابع

- [1] Sutwal, R., Dhankhar, J., Kindu, P., Mehla, R. (2019). Development of low calorie jam by replacement of sugar with natural sweetener Stevia. *International Journal of Current Research and Review*, 11(04), 9-16.
- [2] Gao, J., Guo, X., Brennan, M.A., Mason, S.L., Zeng, X.A., Brennan, C.S. 2019. The potential of modulating the reducing sugar released (and the potential glycemic response) of muffins using a combination of a Stevia sweetener and cocoa powder. *Foods*. 8(12), 644.
- [3] Goyal, S., Samsher, G.R., Goyal, R. 2020. Stevia (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: a review. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 61(1), 1-10.
- [4] Torri, L., Frati, A., Ninfali, P., Mantegna, S., Cravotto, G., Morini, G. 2017. Comparison of reduced sugar high quality chocolates sweetened with stevioside and crude stevia 'green' extract. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97(8), 2346-2352.
- [5] Savita, S., Sheela, K., Sunanda, S., Shankar, A., Ramakrishna, P., Sakey, S. 2004. Health implications of Stevia rebaudiana. *Journal of Human Ecology*. 15(3), 191-194.
- [6] Tadhani, M., Patel, V., Subhash, R. 2007. In vitro antioxidant activities of Stevia rebaudiana leaves and callus. *Journal of Food Composition and Analysis*. 20(3-4), 323-329.
- [7] Gürbüz, N., Uluişik, S., Frary, A., Frary, A., Doğanlar, S. 2018. Health benefits and bioactive compounds of eggplant. *Food Chemistry*. 268, 602-610.
- [8] Niño-Medina, G., Urías-Orona, V., Mui-Rangel, M., Heredia, J. 2017. Structure and content of phenolics in eggplant (*Solanum melongena*)-a review. *South African Journal of Botany*. 111, 161-169.
- [9] Dhinesh, K., Ramasamy, D. 2016. Pomegranate processing and value addition. *Journal of Food Processing and Technology*. 7(3), 1-11.
- [10] Moghaddam, T.M., Razavi, S.M., Malekzadegan, F., Ardekani, A.S. 2009. Chemical composition and rheological characterization of pistachio green hull's marmalade. *Journal of Texture studies*. 40(4),

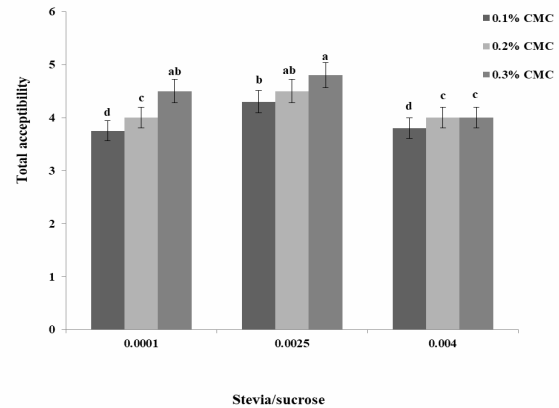


Fig 5 Effect of using stevia and CMC on total acceptability of low calorie eggplant marmalade The same lowercase letters are not significantly different at $p < 0.05$.

۴- نتیجه گیری

با استفاده از بادنجان و با ترکیب آن با استویا و کربوکسی متیل سلولز می‌توان مارمالادی با خصوصیات مناسب تولید کرد که با میزان کالری کاهش یافته دارای خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی مناسبی باشد. در این پژوهش، پس از بررسی امکان تولید مارمالاد با استفاده از بادنجان و تلخی‌گیری آن و پس از افزودن سطوح مختلفی از استویا به ساکارز و کربوکسی متیل سلولز در دامنه مناسب و افزودن اسید سیتریک، آزمون‌های مختلفی بر روی فرآورده تولیدی انجام گرفت. نتایج بیانگر موفقیت آمیز بودن افزایش نسبت استویا به ساکارز در فرمول مارمالاد کم کالری بوده است. با جایگزینی استویا به جای ساکارز گرچه برخی شاخص‌های حائز اهمیت، کمی افت می‌کند. اما با توجه به رشد دیابت در کشور در تمامی سنین و تمایل مردم به استفاده از محصولات کم کالری، می‌توان با کاهش میزان قند موجود در فرمولاسیون مارمالاد، محصولی تولید نمود که از نظر سلامتی بخشی مطلوب باشد. براینده کلی طبق نتایج بدست آمده این پژوهش استفاده از نسبت ۰/۰۲۵ استویا به شکر و میزان ۰/۳ درصد CMC را به عنوان گزینه خوبی برای جانشینی مارمالاد رایج بادنجان را ارائه می‌نماید.

- 96.
- [21] Janna, C. and Svetlana, P., 2013. Influence of different hydrocolloids on physicochemical and heat-stable properties of fruit fillings. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology*, 37(2), pp.59-67.
- [22] Iran Standard and Industrial Research Institute. Standard number 4404. 1377. pH measurement in fruit and vegetable products.
- [23] Iran Standard and Industrial Research Institute. Standard number 4404. 1393. Jam, marmalade, jelly and marmalade - characteristics and test method.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] Tarakci, Z., 2010. Influence of kiwi marmalade on the rheology characteristics, color values and sensorial acceptability of fruit yogurt. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), pp.173-8.
- [27] 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.
- [28] Ragab, M. 1987. Characteristics of Apricot Jam Sweetened with Saccharin and Xylitol. *Food chemistry*. 6, 55-64 .
- [29] Torabi Tabrizi, V., Roufegari nejad, L. 2019. Investigating the effect of sugar replacement with xylitol and sucralose as low-caloric sweeteners on the physicochemical and sensory characteristics of sour cherry jam. *Food Science and Technology*, 15(83), 227-236. [In Persian]
- [30] Yildiz, O., Alpaslan, M. 2012. Properties of rose hip marmalades. *Food Technology and Biotechnology*. 50(1), 98-106.
- [31] Broomes, J., Badrie, N. 2010. Effects of low-methoxyl pectin on physicochemical and sensory properties of reduced-calorie sorrel/roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) jams. *The Open Food Science Journal*. 4(1), 48-55.
- [11] Hulburt, H.L. Dried marmalade and process of producing the same. Google Patents; 1928.
- [12] Nateghi, L., Rezaei, M., Jafarian, Z., Yousefi, M. 2018. Effect of different concentrations of peach, cherry, and kiwi marmalade on some physicochemical properties of fruit yoghurt during storage. *International Journal of Biology and Biotechnology*. 15(3), 465-471.
- [13] Inam, A., Hossain, M., Siddiqui, A., Easdani, M. 2012. Studies on the development of mixed fruit marmalade. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*. 5(2), 315-322.
- [14] Rababah, T.M., Al-u'datt, M., Almajwal, A., Brewer, S., Feng, H., Al-Mahasneh, M., et al. 2012. Evaluation of the nutraceutical, physicochemical and sensory properties of raisin jam. *Journal of Food Science*. 77(6), C609-C613.
- [15] Wicklund, T., Rosenfeld, H.J., Martinsen, B.K., Sundfør, M.W., Lea, P., Bruun, T., et al. 2005. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *LWT-Food Science and Technology*. 38(4), 387-391.
- [16] Souad, A., Jamal, P., Olorunnisola, K. 2012. Effective jam preparations from watermelon waste. *International Food Research Journal*. 19(4), 1545-1549.
- [17] Saha, D. and Bhattacharya, S., 2010. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 47, pp.587-597.
- [18] Kohajdová, Z., Karovičová, J. and Schmidt, Š., 2009. Significance of emulsifiers and hydrocolloids in bakery industry. *Acta Chimica Slovaca*, 2(1), pp.46-61.
- [19] Goncharuk, V.V. and Dubrovina, L.V., 2020. Rheological Properties and Water-Retaining Power of Agar Hydrogels with Carboxymethyl Cellulose. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 93, pp.1019-1026.
- [20] Motamedzadegan, A., Naeli, M.H., Maghsoudlou, E., Bahri, S.M.H., Belgheisi, S. and Babaei, Z.E.A., 2019. Effects of basal seed gum and carboxymethyl cellulose gum on rheological properties and flow behavior of pomegranate paste. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, pp.87-



Evaluation of physicochemical and textural properties of low calorie eggplant marmalade

Zolfaghari, M. ¹, Mehraban AtashSangh, M. ^{2*}, Asnaashari, M. ³

1. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, ACECR Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food quality and safety, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran.
3. Department of Biotechnology, Animal Science Research Institute of Iran (ASRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

ABSTRACT

In this study, the reduction of sugar content in eggplant marmalade formulation using stevia sweetener was investigated. For this purpose, two factors, the ratio of stevia to sucrose (0.001, 0.0025 and 0.0004) and the percentage of carboxy methyl cellulose (0.1, 0.2 and 0.3) on the pH, Brix, dry matter, calories, color difference, total acceptance, firmness, adhesiveness and energy of penetration were used using a factorial statistical design in three replications. The results showed a significant effect at stevia to sucrose ratio on all tests. On the other hand, the effect of CMC, although it caused changes, but only had a significant effect on the textural assays. In general, replacing sugar with stevia up to 0.0025 is desirable, and if this amount is added, some desirable properties of eggplant jam reduced. So, this new formulation of eggplant marmalade by maintaining desirable properties can play a good role in improving public health.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 10/ 14
Accepted 2023/ 03/ 18

Keywords:

Low calories,
Eggplant,
Marmalade,
Stevia,
Sensory properties.

DOI: 10.22034/FSCT.19.133.359

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.29.4

*Corresponding Author E-Mail:
mehraban@acecr.ac.ir