بررسی اثرات متقابل آروما/بافت بر درک شیرینی شیر کاکائو و کاربرد آن در کاهش مصرف شکر

امیرحسین علی پور[1]، محمد دانشی[2،3*]، ابوالفضل صادقیان[4]

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.
2- دکتری تخصصی علوم و صنایع غذایی ، استاد یار گروه صنایع غذایی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.
3- مرکز تحقیقات غذا و شیرینی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران
4- دکتری تخصصی تحقیق در عملیات،استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.

(تاریخ دریافت: 98/08/23 تاریخ پذیرش: 99/04/09)

چکیده

کاهش مصرف شکر در فرمول بندی فراورده های غذایی یکی از راهبردهای دستیابی به غذای سالم است امااثر نامطلوبی بر بافت و خصوصیات حسی فراورده می گذارد.ثابت شده درک طعم ، تحت تاثیر ساختار و ترکیبات ماده غذایی قرار دارد.در این پژوهش اثرات متقابل آروما/بافت بر درک شیرینی شیر طعم دار و کاهش مصرف شکر مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای مختلف شیرکاکائو شامل تیمارهای شاهد با محتوای شکر متفاوت (4/5، 6 و 7/5 درصد)و14 تیمار حاوی مقادیر مختلف پایدارکننده (0/1 ، 0/15 و 0/2 درصد)، طعم‌دهنده های وانیل (0، 0/002 و 0/004 درصد) و کارامل (0، 0/025 و 0/05 درصد) بودند. پس از اندازه گیریpH ، ماده خشک و ویسکوزیته ، تمامی تیمارها توسط گروه های ارزیاب آموزش دیده و نیمه آموزش دیده مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از روش‌های TOPSIS و AHP به‌منظور انتخاب بهترین محصول انجام شد. نتایج نشان داد با کاهش میزان شکر، pH کاهش و با افزایش پایدار کننده میزان ماده خشک و ویسکوزیته افزایش یافت (P<0/05). نمونه های حاوی ترکیب طعم دهنده های وانیل و کارامل و با 20% شکر کاهش یافته،دارای بهترین خصوصیات حسی بودند. همچنین تیمارهای حاوی مواد پایدارکننده سبب افزایش درک شیرینی در حضور مواد طعم دهنده گردیدند.بطور کلی این مطالعه نشان داد که می توان با استفاده هم زمان از مواد پایدارکننده و طعم دهنده های وانیل و کارامل ، محتوای شکر در فرمولاسیون شیرکاکائو رابطور موفقیت آمیزی تا 20% کاهش داد.

کلید واژگان: شیر طعم دار، کاهش شکر، اثرات متقابل، ارزیابی حسی، درک شیرینی.

* مسئول مکاتبات: mdaneshi@iauyazd.ac.ir

1- مقدمه

شیر، یک نوشیدنی سالم، مغذی، خوشمزه و رفع کننده تشنگی است که توسط گروه زیادی از مردم به‌ویژه کودکان مصرف می‌شود [1]. به منظور افزایش مصرف شیر، به‌ویژه در ایران که سرانه مصرف محصولات لبنی در مقایسه با سایر کشورها پایین است، نیاز است تا انواع مختلفی از آن تولید شود [2].نوشیدنی های لبنی طعم دار از جمله فراورده های شیری محبوب و پر مصرف هستند که از رشد روزافزونی در دنیا برخوردار بوده اند [1]. شیرکاکائو یکی از متداول‌ترین نوشیدنی‌های لبنی طعم دار بوده که توسط شمار زیادی از کودکان و نوجوانان و جوانان مصرف می شود . شیرکاکائو با استفاده از شیر، شکر، پودر کاکائو و بعضی از هیدروکلوئیدها، برای بهبود قوام و جلوگیری از رسوب ذرات کاکائو و بصورت پاستوریزه یا استریلیزه تهیه می‌شود [3].

مصرف بالای شکر به‌عنوان یکی از عوامل اساسی افزایش شیوع چاقی، دیابت نوع 2 و بیماری‌های قلبی عروقی در سراسر جهان شناخته شده است [4 و 5]. در طی 50 سال گذشته، مصرف شکر در سراسر جهان سه برابر شده است [6] که علت عمده آن افزایش مصرف شکر اضافه شده به محصولات فرآوری شده است [7]. به‌طورکلی محصولات حاوی شکر زیاد، پرکالری هستند درحالی‌که، دارای ارزش غذایی کمتری از سایر مواد مغذی می‌باشند [8].

نوشیدنی‌های شیرین شده با شکر[1]به‌عنوان یکی از منابع اصلی شکر اضافه شده در رژیم غذایی شناخته شده است[9]. طبق گفته وزارت بهداشت انگلستان، 30 تا 40 درصد کاهش در غلظت شکر اضافه‌شده در محصولات فرآوری شده می‌تواند منجر به کاهش متوسط مصرف روزانه 100 کالری در هر فرد شود که برای جلوگیری از چاقی و دیابت مؤثر خواهد بود [10].

یکی از روش‌های کاهش شکر در فرمولاسیون مواد غذایی، کاهش تدریجی شکر می‌باشد. مشکل این روش زمان‌بر بودن آن است. از طرفی کاهش میزان شکر بر کیفیت و بافت مواد غذایی اثر می‌گذارد و در نتیجه مقبولیت لازم را توسط مشتری نخواهد داشت. روش دیگر، استفاده از اثر متقابل آروما/بافت برای افزایش ادراک شیرینی در توسعه محصولات با شکر کاهش یافته و در نتیجه، به حداقل رساندن تغییرات در ادراک لذت مصرف‌کننده می‌باشد؛ بدین معنی که به واسطه افزودن ترکیبات طعم‌دهنده و عامل بافت دهی به ماده غذایی، اثر کاهش شکر بدون اینکه مصرف‌کننده متوجه شود، تا حدودی پوشش داده می‌شود [11 و 12].

طعم، احساس حاصل از چشیدن یک ماده غذایی و درک مزه و بوی آن می‌باشد. طعم غذا نقش اساسی در انتخاب و پذیرش آن دارد [12]. طعم به‌عنوان یک ترکیب پیچیده از بویایی، چشایی و حس‌های سه‌گانه که در طی مزه کردن درک می‌شوند، می‌باشد[13].

عطر و مزه نقش مهمی در درک طعم بازی می‌کنند. از عوامل دیگری که در احساس طعم تأثیر می‌گذارد، بافت می‌باشد[12].اثر عطر بر روی درک طعم بستگی به ماهیت عطر دارد بنابراین می‌تواند اثرات متنوعی بر روی درک طعم داشته باشد. برای مثال، Boakes و Hemberger نشان دادند که عطر می‌تواند درک طعم را پنهان کند یا بر شدت طعم اثری نداشته و یا درک طعم را افزایش دهد[14].بافت یک نشانه و تجلی حسی و عملکردی از خواص ساختاری، مکانیکی و سطحی مواد غذایی است که از طریق حس‌های بینایی، شنوایی، لامسه و حرکتی درک می‌شود.جنبه‌هایی از بافت که در مایعات مورد توجه قرار می‌گیرد تفاوت در ویژگی‌های رئولوژیکی آنها است که این تفاوت‌ها، حس‌های پیچیده‌ای در دهان ایجاد می‌کنند مانند چسبندگی، غلظت، نرمی، لغزنده بودن و این حس‌های درک شده از بافت می‌تواند بر درک طعم نیز تأثیر بگذارد[15].

هدف از انجام این مطالعه بررسی راهبرد استفاده از اثرات متقابل آروما/ بافت بر درک شیرینی در شیر طعم دار و انتخاب بهترین فرمولاسیون شیر طعم دار حاوی حداقل مقدار شکربدون کاهش مقبولیت آن از نظر مصرف‌کننده می‌باشد.

2- مواد و روش‌ها

2-1- روش پژوهش

تحقیق حاضر کاربردی و از نظر روش، توصیفی - همبستگی است. جامعه آماری مورد بررسی در این تحقیق کلیه افراد مصرف‌کننده فراورده‌های لبنی طعم دار می‌باشد. حجم نمونه 50 نفر تعیین گردید که به 2دسته تقسیم شدند. دسته اول، 10 نفر از ارزیابان آموزش دیده از شرکت شیر پاستوریزه پگاه

1. Sugar sweetened beverages

کرمان و دسته دوم، 40 نفر از ارزیابان نیمه آموزش دیده (زن و مرد) با بازه‌های سنی نوجوان (17-7)، جوان (30-18)، میان‌سال (50-31)، بزرگسال (80-51) بودند.

ابزار گردآوری داده‌ها، دو پرسشنامه مجزا می‌باشد که توسط دو گروه مورد بررسی جهت ارزیابی تیمارهای مختلف شیر طعم دار تکمیل گردید. پرسشنامه مربوط به ارزیاب‌های نیمه آموزش دیده به‌صورت امتیازدهی، 5 نقطه‌ای و پرسشنامه مربوط به ارزیاب‌های آموزش دیده است به‌صورت امتیازدهی، 9 نقطه‌ای طراحی گردید و در هر دو پرسشنامه شاخص‌هایی نظیر، طعم، بافت وشیرینی سنجیده شد.

2-2- مواد مورد استفاده

مواد مورد استفاده در فرمولاسیون شیر کاکائو، شیر 1/5 درصد چربی (تهیه شده از کارخانه پگاه کرمان)، پودر کاکائو (bensdrop، هلند)،طعم‌دهنده پودری وانیل (polar bear، چین)،طعم‌دهنده مایع کارامل (robertet، فرانسه)، شکر سفید (نقش جهان، ایران)، پایدارکننده palsgaard) cho milk، دانمارک) می‌باشد.

2-3- روش تولید شیر طعم دار

ابتدا شیر 1/5% چربی تا دمای 40 درجه سلسیوس گرم شده و سایر ترکیبات شامل شکر، پایدارکننده ، پودر کاکائو ، کارامل و وانیل مطابق با جدول 1 به آن اضافه شد . مخلوط حاصل توسط همزن برقی (مدل ST1400M، آمریکا)، کاملا یکنواخت و سپس در فشار 180 بار بوسیله هموژنایزر(APV، دانمارک) هموژنیزه گردید. نمونه های تولیدی در دمای ^{0}C 80 بمدت 5 دقیقه پاستوریزه شده و بلافاصله دمای آنها تا کمتر از ^{0}C 25 کاهش یافت و در لیوان های پلی استایرن پر و دربندی گردیدند و تا زمان آزمون در یخچال نگه داری شدند. کلیه آزمون ها بلافاصله پس از تولید و در طی سه روز اول پس از تولید انجام شدند.

Table 1 Formulation of different treatments of chocolate milk

Treatment Code	Sugar reduction (%)	Compounds (%)					
		Caramel	Vanilla	Sugar	Stabilizer	Cocoa powder	Milk with 1.5% fat
2300	0	0	0	7.5	0.15	0.8	91.55
2200	20	0	0	6	0.15	0.8	93.05
2100	40	0	0	4.5	0.15	0.8	94.55
1200	20	0	0	6	0.10	0.8	93.10
1100	40	0	0	4.5	0.10	0.8	94.60
3200	20	0	0	6	0.20	0.8	93
3100	40	0	0	4.5	0.20	0.8	94.50
2210	20	0	0.002	6	0.15	0.8	93.048
2120	40	0	0.004	4.5	0.15	0.8	94.546
2201	20	0.025	0	6	0.15	0.8	93.025
2102	40	0.05	0	4.5	0.15	0.8	94.50
2211	20	0.025	0.002	6	0.15	0.8	93.023
2122	40	0.05	0.004	4.5	0.15	0.8	94.496
1211	20	0.025	0.002	6	0.10	0.8	93.073
1122	40	0.02	0.004	4.5	0.10	0.8	94.546
3211	20	0.025	0.002	6	0.20	0.8	92.973
3122	40	0.02	0.004	4.5	0.20	0.8	94.446

The 4-digit treatment code (ABCD) represents the amount of stabilizer (A), sugar (B), vanilla (C) and caramel (D) left to right, respectively. The number from 0 to 3 represents the lowest and the highest value, respectively.

2-4- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

pH تیمارهای شیر طعم دارطبق استاندارد ملی ایران به شماره 2852 و میزان ماده خشک کل طبق استاندارد ملی ایران به شماره 637 اندازه‌گیری گردید [16 و 17]. ویسکوزیته تیمارها در دمای 25 درجه سانتی‌گراد در سرعت 30 دور در دقیقه توسط دستگاه ویسکومتر (مدل DV-III Ultra، آمریکا) با اسپیندل ULA سنجیده شد [18].

2-5- تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل روش TOPSIS[1] و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP[2]، آنالیز شدند. در روش AHP، هدف به دست آوردن ضرایب اهمیت شاخص‌ها (طعم، بافت و شیرینی)بود سپس این ضرایب اهمیت در روش TOPSIS به‌منظور انتخاب بهترین محصول از دیدگاه 10 نفر ارزیاب آموزش دیده و 40 نفر ارزیاب نیمه آموزش دیده (زن و مرد) به کار برده شد. قاعده اصلی روش TOPSIS به این صورت است که بهترین راه حل (گزینه انتخابی)، باید کمترین فاصله را از حل ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را با حل ایده آل منفی داشته باشد. حل مسئله به روش تکنیک TOPSIS مستلزم انجام گام‌های زیر است:

گام اول: ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری:

در تکنیک TOPSIS با استفاده از n شاخص (طعم، بافت و شیرینی) به ارزیابی m گزینه (17 تیمار شیر طعم دار) پرداخته می‌شود؛ بنابراین به هر گزینه بر اساس هر شاخص امتیازی داده می‌شود.در این مرحله ماتریسی رسم خواهد شد که در تلاقی سطر و ستون، میزان اهمیتی که هر پاسخگو برای هر کدام از تیمارها با توجه به گزینه مربوطه قائل شده است، آورده می‌شود.در جدول 3، نحوه امتیازدهی برای به دست آوردن ضریب اهمیت، در این پروژه را نشان می‌دهد.

Table 2 m × n matrix for evaluating of index and options in TOPSIS technique

index / options	n_1	n_2	…	n_n
m_1	x_{11}	x_{12}	…	x_{1n}
m_2	x_{21}	x_{22}	…	x_{2n}
⋮	⋮	⋮		⋮
m_m	x_{m1}	x_{m2}	…	x_{mn}

گام دوم: نرمال کردن ماتریس تصمیم‌گیری: به‌منظور قابل مقایسه شدن، ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده از رابطه 1 به ماتریس نرمال شده یا به ماتریس بی مقیاس تبدیل می‌شود.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \qquad (1)$$

گام سوم: به دست آوردن ماتریس نرمال موزون: برای به دست آوردن ماتریس نرمال موزون (V)، با استفاده از تکنیک AHP، ماتریس نرمال شده (به دست آمده از گام دوم) در ماتریس مربعی ($w_{n\times n}$) که عناصر قطر اصلی آن اوزان شاخص و دیگر عناصر آن صفر می‌باشد، ضرب می‌شود.

$$V = N_1 \times w_{n\times n} \qquad (2)$$

گام چهارم: تعیین عامل ایده آل مثبت و ایده آل منفی: در این مرحله بایستی گزینه هایی که از نظر پاسخ‌دهندگان به عنوان مهم‌ترین عامل و کم‌اهمیت‌ترین عوامل مشخص شده‌اند، شناسایی شوند. به عبارتی برای معیارهای مثبت، ایده آل مثبت بزرگ‌ترین مقدار V و ایده آل منفی کوچک‌ترین مقدار V است، هم‌چنین برای معیارهای منفی، ایده آل مثبت کوچک‌ترین مقدار V و ایده آل منفی بزرگ‌ترین مقدار V می‌باشد. رابطه 3 و 4 این موضوع را بیان می‌کند.

(3) ایده ال مثبت :

$$A^{+} = \left\{ \left(\max_i V_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i V_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1,2,\ldots, m \right\} = \left\{ V_1^{+}, V_2^{+}, \ldots, V_n^{+} \right\}$$

(4) ایده ال منفی:

$$A^{-} = \left\{ \left(\min_i V_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i V_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1,2,\ldots, m \right\} = \left\{ V_1^{-}, V_2^{-}, \ldots, V_n^{-} \right\}$$

در این روابط، J معیارهای مثبت و J´ معیارهای منفی هستند.

1. Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
2. Analytic Hierarchy Process

Table 3 pair-wise comparison scale for AHP preference

Explanations	Definition	Intensity of importance
One element is of equally importance to another	Equal importance	1
One element is equally to moderately important to another	Slightly	2
One element is moderately important to another	Moderate importance	3
One element is moderately to strongly important to another	Moderate plus	4
One element is strongly important to another	Strong important	5
One element is strongly to very strongly important to another	Strong plus	6
One element is very strongly important to another	Very strong	7
One element is very to extremely strong important to another	Very very importance	8
One element extremely important to another	Extreme importance	9

گام پنجم: محاسبه فاصله از ایده آل مثبت و منفی: منفی با توجه به روابط 5 و 6 میزان فاصله هریک از تیمارها از ایده آل مثبت و ایده آل تعیین می‌شود.

: فاصله گزینه i اُم از ایده آل مثبت

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(V_{ij} - V_j^+\right)^2} \;;\; i = 1,2,...,m \quad (5)$$

: فاصله گزینه i اُم از ایده آل منفی

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(V_{ij} - V_j^-\right)^2} \;;\; i = 1,2,...,m \quad (6)$$

گام ششم: محاسبه میزان نزدیکی هر کدام از عوامل به عامل ایده آل مثبت و ایده آل منفی: در این مرحله میزان نزدیکی هر یک از تیمارها به ایده آل مثبت و ایده آل منفی (CL) که مقدار عددی بین 0 تا 1 دارد، طبق رابطه 7 به دست می‌آید.

$$CL_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (7)$$

گام هفتم:رتبه‌بندی گزینه‌ها: در این مرحله گزینه‌ها بر اساس مقدارCL رتبه‌بندی می‌شوند؛ به عبارتی هر گزینه‌ای که CL بالاتری داشته باشد رتبه بهتری کسب خواهد کرد [19].

3- یافته ها

در جدول 4، نتایج اندازه‌گیریpH، میزان ماده خشک و ویسکوزیته تیمارهای مختلف شیر کاکائو ارائه شده است. محدوده تغییرات pH، 6/88- 6/80 تعیین گردید که در تیمارهای مختلف شیر طعم دار تفاوت معنی دار داشت (P>0/05). با کاهش شکر میزان pH کاهش یافت که می تواند به علت بالاتر بودن pH شکر نسبت به شیر و همچنین کاهش واکنش قهوه ای شدن غیر آنزیمی (مایلارد) با کاهش هیدرولیز ساکارز در فرمولاسیون شیرطعم دار باشد[20].

افزایش پایدار کننده تاثیر معنی دار بر میزان ماده خشک و ویسکوزیته داشت (p<0/05). افزایش پایدار کننده به دلیل جذب آب موجب کاهش رطوبت و در نتیجه افزایش ماده خشک گردید [21]. با افزایش ماده خشک، ویسکوزیته نیز افزایش یافت.تیمارهای حاوی بیشترین مقدار پایدار کننده (0/20 درصد) بیشترین میزان ماده خشک و ویسکوزیته را داشتند. هیدروکلوئیدها دارای خاصیت آبدوستی بوده که به ویژه در مقادیر بالا یک شبکه هیدروکلوئیدی در سراسرمحصول ایجاده که آب و کازئین ها در این شبکه به دام افتاده و موجب تشکیل ساختار ژلی می شود [22 و 23]. همچنین می توان تاثیر پایدار کننده را به واکنش با اجزای شیر مانند پروتئین ها و در نتیجه افزایش مقدار هیدراسیون نسبت داد [24].

Table 4 Physicochemical properties of different cocoa milk treatments

Treatment code	viscosity (Cp)	Total dry matter (%)	pH
2300	6.59±0.01[c]	17.99±0.10[d]	6.82±0.01[bc]
1100	4.63±0.03 [b]	16.76±0.10 [a]	6.83±0.01[c]
1200	4.57±0.01 [a]	16.80±0.10 [a]	6.82±0.01[bc]
2200	6.63±0.03 [d]	17.89±0.04 [c]	6.82±0.01[bc]
3100	10.33±0.01 [g]	18.45±0.10 [e]	6.81±0.01[ab]
3200	10.29±0.02 [g]	18.46±0.03 [e]	6.81±0.01[ab]
2210	6.97±0.01 [f]	17.89±0.04 [c]	6.82±0.01[bc]
2100	6.95±0.01 [f]	17.57±0.03 [b]	6.83±0.01[c]
2120	6.57±0.02 [c]	17.58±0.03 [b]	6.80±0.01[a]
2201	6.91±0.01 [e]	17.90±0.10 [c]	6.88±0.01[f]
2122	6.90±0.01 [e]	17.55±0.10 [b]	6.87±0.01[ef]
2211	6.94±0.02 [f]	17.87±0.04 [c]	6.86±0.01 [de]
2102	6.94±0.02 [f]	17.58±0.10 [b]	6.85±0.01 [d]
3122	10.31±0.02 [g]	18.36±0.04 [e]	6.87±0.01 [ef]
3211	10.32±0.01 [g]	18.44±0.04 [e]	6.87±0.01 [ef]
1122	4.64±0.02 [b]	16.76±0.10 [a]	6.86±0.01 [de]
1211	4.59±0.01 [a]	16.74±0.10 [a]	6.85±0.01 [d]

The 4-digit treatment code (ABCD) represents the amount of stabilizer (A), sugar (B), vanilla (C) and caramel (D) left to right, respectively. The number from 0 to 3 represents the lowest and the highest value, respectively.

ضرایب اهمیت سه شاخص طعم، بافت و شیرینی در روش AHP به ترتیب 0/5، 0/25 و 0/25 به دست آمد. سپس با توجه به وزن شاخص‌ها، ابتدا ماتریس نرمال موزون و سپس فاصله ایده آل مثبت و منفی برای تیمارهای مختلف شیر طعم داربه دست آمد که در شکل 1 تا 3 نشان داده شده است.همان‌طور که گفته شد هرچه مقدارCL به یک نزدیک‌تر باشد فرمولاسیون تیمار شیر طعم دار به حالت ایده آلنزدیک‌تر و مطلوب‌تر است.

با توجه به نتایج نشان داده شده در شکل 1، از نظر ارزیاب های نیمه آموزش دیده، دو تیمار 2211 و 3211 که در واقع کاهش 20% شکر را نسبت به تیمار شاهد اصلی(2300) داشته‌اند از نظر نزدیک بودن به گزینه ایده‌آل، بالاترین اولویت را کسب کردند. مشاهده می‌شود تیمارهای 2211 و 3211 که حاوی ترکیبات طعم‌دهنده هستند نسبت به دو تیمار مشابه خود (کدهای 2200 و 3200) که فاقد مواد طعم‌دهنده می باشند، با اینکه از لحاظ مقدار شکر و مقدار پایدارکننده یکسان بودند، تفاوت زیادی از نظر نزدیکی به گزینه ایده آل، داشتند؛ بنابراین طعم‌دهنده‌های کارامل و وانیل در مقدار کم (0/025 و 0/002 درصد) و در ترکیب با یکدیگر توانستند کاهش 20% شکر را جبران کنند و حتی از لحاظ طعم، بافت و شیرینی نیز نسبت به تیمار 2300 که در کارخانه به عنوان فرمولاسیون تهیه شیر کاکائو تولید می‌شود، بهتر ارزیابی شدند. مقایسه تیمارهای 1100، 2100 و 3100 که فاقد طعم دهنده و کاهش 40% شکر را داشته‌اند، نسبت به تیمارهای مشابه‌شان 1122، 2122 و 3122 که فقط طعم‌دهنده کارامل و وانیل اضافه گردید، نشان داد افزودن مقدار مختلف طعم‌دهنده کارامل و وانیل موجب مطلوبیت بیشتر آن‌ها نزد ارزیابان گردید.

از نظر پایدارکننده نیز در مقایسه تیمارهای 2100 با 3100 و 2200 با 3200 مشاهده می شود که تأثیر بافت نیز مثبت بوده و تیماری که پایدارکننده بیشتری داشته است، بهتر از تیمار مشابه آن ارزیابی شده است. می‌توان گفت این غلظت، غلظت بحرانی بوده بدین معنی که اگر غلظتی بالاتر از این غلظت استفاده می‌شد نتیجه‌ای عکس داشت. در مقایسه نیمارهای 2122 و 3122 که حاوی طعم دهنده نیز می باشند، تاثیر پایدار کننده بر درک شیرینی مثبت ارزیابی شد. بنابراین با افزایش پایدارکننده نه‌تنها باعث اثر منفی در درک شیرینی نمی‌شود بلکه باعث درک بیشتر طعم‌دهنده شده و در احساس طعم شیرینی محصول اثر مثبت دارد.

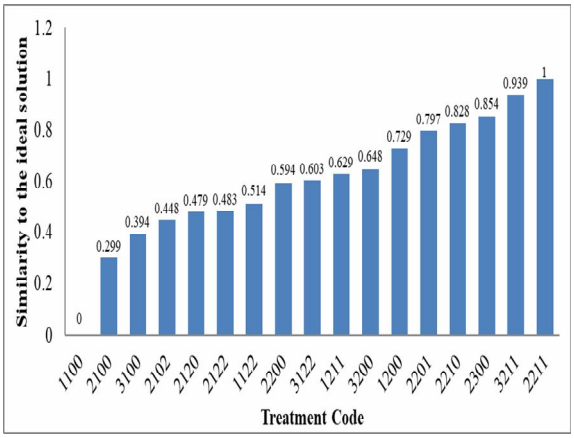

Fig 1 Similarity of different treatments to the ideal solution for semi-trained evaluators
The 4-digit treatment code (ABCD) represents the amount of stabilizer (A), sugar (B), vanilla (C) and caramel (D) left to right, respectively. The number from 0 to 3 represents the lowest and the highest value, respectively.

شکل 2 نشان می دهد از نظر ارزیاب های آموزش دیده، تیمارهای 3211، 2211، 2201 که در آن ها میزان شکر نسبت به تیمار شاهد اصلی (کد 2300)، 20 درصد کاهش یافته بود، بیشترین نزدیکی را به گزینه ایده آل داشتند. تیمار 3211 در مقایسه با تیمار مشابه خود (کد 3200) و تیمارهای 2211 و 2201 در مقایسه با تیمار مشابه خود (کد 2200) که از نظر مقدار پایدارکننده و شکر یکسان بودند، نزدیکی بیشتری به گزینه ایده آل داشتند. بنابراین تاثیر طعم دهنده های کارامل و وانیل در مقدار کم (0/025 و 0/002 درصد)، کاهش 20 درصد شکر را در فرمولاسیون شیرکاکائو جبران کردند و حتی از لحاظ طعم، بافت و شیرینی نیز نسبت به تیمار 2300، (فرمولاسیون تولید شیرطعم دار در کارخانه)، بهتر ارزیابی شدند. همچنین اثر طعم دهنده های کارامل و وانیل موجب شد تا تیمارهای 1122، 2122، 2120 و 3122 که 40 درصد کاهش مصرف شکر داشتند در مقایسه با تیمارهای مشابه 1100، 2100 و 3100 فاقد طعم دهنده به گزینه ایده آل نزدیک تر و مطلوب تر شناخته شوند. اما تاثیر طعم دهنده ها در تیمارهایی که 40 درصد کاهش شکر داشتند در مقایسه با تیمارهایی که کاهش 20 درصد شکر داشتند، کمتر محسوس بود. بنابراین مقدار طعم دهنده نیز تا یک میزان مشخص، حداکثر تاثیر مثبت خود را دارد.

مقایسه نزدکی به گزینه ایده آل در تیمارهای 2100 با 3100 و 2200 با 3200 نشان می دهد از نظر ارزیابان آموزش دیده تاثیر افزایش پایدارکننده منفی بوده و موجب کاهش درک شیرینی گردید. اما مقایسه تیمارهای 2122 با 3122 که در فرمولاسیون آن ها از طعم دهنده استفاده شده بود، نتیجه معکوسی را نشان داد. بنابراین تاثیر افزایش پایدارکننده به تنهایی، فقط تا غلظت بحرانی تاثیری بر درک شیرینی ندارد و بالاتر از غلظت بحرانی، تاثیر آن منفی خواهد بود؛ اما هنگامی که از طعم دهنده کارامل و وانیل استفاده گردید نه تنها اثر منفی در درک شیرینی نداشته بلکه موجب درک بیشتر طعم دهنده شده و در درک شیرینی محصول اثر مثبت دارد.

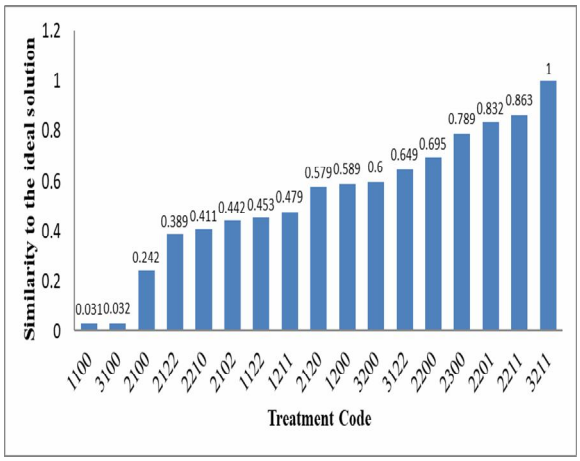

Fig 2 Similarity of different treatments to the ideal solution for trained evaluators
The 4-digit treatment code (ABCD) represents the amount of stabilizer (A), sugar (B), vanilla (C) and caramel (D) left to right, respectively. The number from 0 to 3 represents the lowest and the highest value, respectively.

پس از محاسبه میانگین هندسی امتیازات کسب شده تیمارها توسط ارزیابان نیمه آموزش دیده و ارزیابان آموزش دیده، نزدیکی تا گزینه ایده آل تعیین گردید (شکل 3). مقایسه تیمارهای 3211 و 2211 که کاهش 20 درصد شکر را داشتند با تیمار شاهد اصلی (کد 2300) نشان داد از نظر نزدیک بودن به گزینه ایده‌آل این تیمارها بالاترین اولویت را داشته‌اند. این دو تیمار (کدهای 3211 و 2211) در مقایسه با تیمار مشابه خود (از نظر میزان پایدارکننده و شکر) که فاقد طعم دهنده بودند، درک شیرینی بالاتری داشتند که نشان دهنده تاثیر طعم دهنده های کارامل و وانیل در مقادیر کم (0/025 و 0/002 درصد) بر درک شیرینی و جبران کاهش 20 درصد شکر می باشد. این تیمارها نسبت به تیمار 2300 که در خانه تولید می گردید، بهتر ارزیابی گردید. همچنین درک شیرینی در تیمارهای 1100، 2100 و 3100 که 40 درصد کاهش شکر داشتند نسبت به تیمارهای

مشابه 1122، 2122، 2120 و 3122 که دارای طعم دهنده بودند، بهتر شناخته شدند.

بررسی تاثیر پایدارکننده در تیمارهای 2100 در مقایسه با 3100 و 2200 در مقایسه با 3200 نشان داد، تاثیر پایدارکننده بر درک شیرینی منفی می باشد. به طوری که در تیمارهای حاوی پایدارکننده کمتر، نزدیکی تا گزینه ایده آل بیشتر بود. مقایسه تیمارهای 2122 با 3122 نشان داد افزایش میزان پایدارکننده هنگامی که با طعم دهنده کارامل و وانیل همراه باشد نه تنها تاثیر منفی بر احساس شیرینی نداشته بلکه موجب درک بیشتر طعم دهنده نیز می گردد.

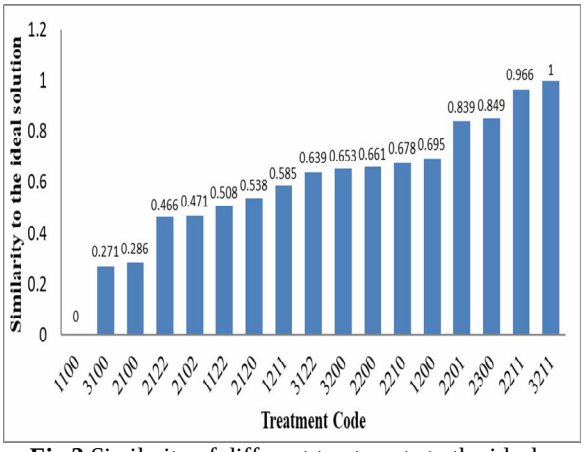

Fig 3 Similarity of different treatments to the ideal solution for Geometric mean of two evaluator groups The 4-digit treatment code (ABCD) represents the amount of stabilizer (A), sugar (B), vanilla (C) and caramel (D) left to right, respectively. The number from 0 to 3 represents the lowest and the highest value, respectively.

4- بحث

در پژوهش حاضر به بررسی اثر متقابل آروما/بافت در شیرطعم دار پرداخته شد. در ارزیابی شیر طعم دار از دو گروه ارزیابان آموزش دیده و ارزیابان نیمه آموزش دیده استفاده گردید و نتایج ارزیابی در دو گروه تقریبا مشابه بود. مشاهده گردید تغییر در میزان شکر شیر کاکائو به شدت بر احساس طعم شیرینی آن تاثیر دارد به طوری که تیمارهای 3100، 2100، 1100 کمترین نزدیکی را تا گزینه ایده آل داشتند. کاهش میزان شکر باعث افزایش طعم تلخی کاکائو و طعم شیر می شود و ویژگی های بافتی محصول را نیز تحت تاثیر قرار می دهد [25]. در مطالعات مختلفی کاهش تمایل مصرف کنندگان به فراورده های لبنی با کاهش میزان شیرینی گزارش شده است [25-27]. اما در مطالعه حاضر نشان داده شد کاهش شکر تا میزان 20 درصد در نمونه شیر کاکائو که در آن از مقادیر کم طعم دهنده های کارامل و وانیل (به ترتیب 0/025 و 0/002 درصد) استفاده شده بود، نسبت به تیمارهای مشابه که فاقد طعم دهنده بودند، مطلوب تر می باشند. چرا که طعم دهنده ها توانستند موجب افزایش درک شیرینی در شیر گردند. Lavin و Lawless (1998) نیز گزارش دادند که عطر و طعم وانیل باعث افزایش درک شیرینی در شیر می گردد [28]. نتایج مطالعه Oliveira و همکاران (2015) نیز تاثیر وانیل را در بهبود درک شیرینی در شیرطعم دار شکلاتی با کاهش 40-60 درصد کاهش شکر تایید کرد [25]. این امر این ایده را تقویت می‌کند که بهره‌وری از تعاملات متقابل عطر و طعم برای افزایش ادراک شیرینی وابسته به نوع ترکیبات و ماتریکس ماده غذایی است [29 و 25]. همچنین نتیجه گرفته شد تاثیر افزودن طعم دهنده ها در تیمارهایی که 40 درصد کاهش شکر داشتند در مقایسه با تیمارهایی که کاهش 20 درصد شکر داشتند، کمتر محسوس می باشد. بنابراین با وجود اینکه یکی از استراتژی های کاهش شکر و افزایش درک شیرینی در شیرکاکائو، استفاده از طعم دهنده های کارامل و وانیل می باشد اما باید تاکید کرد که طعم دهنده های کارامل و وانیل تا مقدار مشخص قادر به جبران کاهش شکر می باشند.

تاثیر افزودن پایدار کننده نیز در احساس طعم شیرینی مثبت ارزیابی شد و تیمارهایی که از نظر میزان کاهش شکر یکسان اما پایدار کننده بیشتری داشتند نزدیکی تا گزینه ایده آل بیشتر بود. در مطالعه González-Tomás و همکارانش (2007) نیز گزارش گردید که افزایش پایدارکننده در شیرهای طعم دار باعث افزایش میزان درک طعم‌دهنده‌های وانیل و کارامل می‌شود؛ زیرا افزایش رهایش طعم‌دهنده وانیل و کارامل از شیر طعم دار با غلظت بالاتر پایدارکننده می‌تواند درک طعم وانیل و کارامل را افزایش دهد. ثانیاً افزایش غلظت پایدارکننده می‌تواند با تعدیل کردن پردازش مزه و سیگنال‌های عطر به‌واسطه افزایش گرانروی و یا تغییر در بزاق، باعث افزایش درک طعم شود [30]. Saint-Eve و همکاران (2004) بیان کردند کاهش ویسکوزیته اثر مستقیم بر درک شیرینی ماست با چربی 4 درصد دارد [31]. مشاهده گردید اثر عامل پایدارکننده یا تغلیظ کننده بر شدت طعم درک‌شده، یک پدیده خطی نمی باشد. در واقع افزودن ترکیبات قوام دهنده در غلظتی بالاتر از غلظت بحرانی با کاهش قابل‌توجهی در درک عطر و طعم همراه بود. شدت طعم و عطر

درک شده در محلول‌های حاوی مواد پایدارکننده تنها زمانی که مقدار این ترکیب در غلظتی بالاتر از غلظت بحرانی باشد، تغییر می‌کنند؛ زیرا در غلظت‌های کمتر از غلظت بحرانی حضور ماکرو مولکول‌ها بر درک طعم تأثیر نمی‌گذارند [12]. در سیستم‌های ژلی، تأثیر عوامل ژل کننده[1] بر روی درک عطر مشابه نتایج به دست آمده برای محلول‌های غلیظ است. به‌عنوان مثال، Lundgren و همکاران بر روی ژل پکتین حاوی ساکارز، اسید سیتریک و عطر[2] پرتقال بیان کردند هنگامی که محتوای پکتین از 1/48 به 2/77% (w / w) افزایش یافت، ساختار ژل قوی‌تر[3] ولی درک ترشی، شیرینی و عطر کمتر شد [32].

5- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد در صورت کاهش شکر به میزان 20% در شیرکاکائو ، طعم دهنده های کارامل و وانیل چه به تنهایی و چه بصورت ترکیبی، با افزایش درک شیرینی قادر به جبران شیرینی کاهش یافته خواهند بود اما در صورت کاهش بیشتر در محتوای شکر این قابلیت نیز کاهش خواهد یافت.این بدین معناست که ترکیبات طعم‌دهنده فقط تا یک میزان مشخص، حداکثر تأثیر مثبت خود را بر درک شیرینی دارند. افزودن پایدارکننده و افزایش ویسکوزیته نیز تا حد مشخصی دارای تاثیر مثبت بر درک شیرینی است ولی در صورت عبور از این حد بحرانی منجر به کاهش درک شیرینی می گردد اما چنانچه به همراه وانیل یا کارامل استفاده شود نه‌تنها بر کاهش درک شیرینی اثر نداشته بلکه با افزایش درک مواد طعم دهنده موجب درک بیشتر شیرینی در شیر کاکائو می گردد. احساس لذت ناشی از مصرف شیرکاکائو در مصرف کنندگان به‌شدت مربوط به درک شیرینی بود و تیمارهایی که در شدت شیرینی تفاوت معنی‌داری نداشتند، در امتیاز علاقه کلی نیز متفاوت نبودند. بنابراین شیرینی به‌عنوان یک عامل اصلی در میزان علاقه‌مندی به بسیاری از فراورده های لبنی طعم دارشناخته شده استو تفاوت‌های جزئی در فرمولاسیون محصول می‌تواند تا حد زیادی کارایی خود را برای کاهش تأثیر کاهش شکر بر خصوصیات حسی محصولات تغییر دهد. با توجه به نتایج این مطالعه، کاهش شکر تا 20% و استفاده از طعم دهنده های کارامل و وانیل به ترتیب به میزان 0/025 و 0/002 درصد به همراه 0/20 درصد پایدارکننده به عنوان بهترین فرمولاسیون شیر کاکائو بدون تاثیر بر پذیرش فراورده، پیشنهاد می گردد.

1. Gelling agent
2. Aroma
3. Firmer

6- سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب سپاس خود را از همکاری شرکت شیر پاستوریزه پگاه کرمان به دلیل قرار دادن امکانات آزمایشگاهی اعلام می دارند.

7- منابع

[1] Jothylingam, S., & Pugazhenthi, T. R. (2013). Development of dietetic herbal flavoured milk and analysis for it‟ s physico chemical properties. International Journal of Food, Agriculture and veterinary sciences, 3, 54-57.

[2] Dadgostar, P., Jariteh, R., Nateghi, L., & Yousefi, M. (2013). Evaluation and comparison the physicochemical properties of different commercial milk product. European Journal of Experimental Biology, 3(5), 102-105.

[3] Salimian, S., Khosroshahi Asl, A., & Zomardi, Sh. (2012). Influence of type and amount of stabilizers on stability and rheological and sensory properties of Shirakacao. Journal of Food Industry Research, 22(2), 165-173.

[4] Fung, T. T., Malik, V., Rexrode, K. M., Manson, J. E., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2009). Sweetened beverage consumption and risk of coronary heart disease in women. The American journal of clinical nutrition, 89(4), 1037-1042.

[5] Te Morenga, L., Mallard, S., & Mann, J. (2013). Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. Bmj, 346, e7492.

[6] Lustig, R. H., Schmidt, L. A., & Brindis, C. D. (2012). Public health: The toxic truth about sugar. Nature, 482(7383), 27.

[7] Reedy, J., & Krebs-Smith, S. M. (2010). Dietary sources of energy, solid fats, and added sugars among children and adolescents in the United States. Journal of the American Dietetic Association, 110(10), 1477-1484.

[8] de Oliveira Pineli, L. D. L., de Aguiar, L. A., Fiusa, A., de Assuncao Botelho, R. B., Zandonadi, R. P., & Melo, L. (2016). Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar

industrialized beverages. Appetite, 96, 239-244.
[9] Hu, F. B., & Malik, V. S. (2010). Sugar-sweetened beverages and risk of obesity and type 2 diabetes: epidemiologic evidence. Physiology & behavior, 100(1), 47-54.
[10] Lives, H. (2011). Healthy People: A call to action on obesity in England. Department of Health.
[11] Alcaire, F., Antúnez, L., Vidal, L., Giménez, A., & Ares, G. (2017). Aroma-related cross-modal interactions for sugar reduction in milk desserts: Influence on consumer perception. Food research international, 97, 45-50.
[12] Tournier, C., Sulmont-Rossé, C., & Guichard, E. (2007). Flavour perception: aroma, taste and texture interactions. Food, 1(2), 246-257.
[13] Taylor, A. J., & Roberts, D. D. (Eds.). (2004). Flavor perception. Oxford, UK: Blackwell.
[14] Boakes, R. A., & Hemberger, H. (2012). Odour-modulation of taste ratings by chefs. Food quality and preference, 25(2), 81-86.
[15]. Lubbers, S. (2006). Texture–aroma interactions. In Flavour in food (pp. 327-344). Woodhead Publishing.
[16] Iranian National Standard, No. 2852. (2006). Milk and its products, determination of acidity and pH.
[17] National Iranian Standard, No. 637 (1970). Determination of milk dry matter.
[18] Kazemizadeh, R., & Fadaei Noghani, V. (2016). The determination of some physicochemical properties and overall acceptability of functional flavored milk containing pomegranate peel extract and date palm syrup during cold storage. Journal of Food Science and Technology, 54(13), 15-24.
[19] Habibi, A., Izadyar, P., & Sarafrazi, A. (2014). Fuzzy Multi-Criteria Decision Making. Gill Inscription Publications.
[20] Danehy, J. P. (1986). Maillard reactions: nonenzymatic browning in food systems with special reference to the development of flavor. In Advances in food research (Vol. 30, pp. 77-138). Academic Press.
[21] Azarikia, F., & Abbasi, S. (2010). On the stabilization mechanism of Doogh (Iranian yoghurt drink) by gum tragacanth. Food Hydrocolloids, 24(4), 358-363.
[22] Spagnuolo, P. A., Dalgleish, D. G., Goff, H. D., & Morris, E. R. (2005). Kappa-carrageenan interactions in systems containing casein micelles and polysaccharide stabilizers. Food Hydrocolloids, 19(3), 371-377.
[23] Syrbe, A., Bauer, W. J., & Klostermeyer, H. (1998). Polymer science concepts in dairy systems—an overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. International Dairy Journal, 8(3), 179-193.
[24] Ghasempour, Z., Alizadeh, M., & Rezazad, M. (2010). Optimizing the production of probiotic yogurt containing gum, Electronic Journal of Food Processing and Preservation, 2(3), 70-57.
[25] Oliveira, D., Antúnez, L., Giménez, A., Castura, J. C., Deliza, R., & Ares, G. (2015). Sugar reduction in probiotic chocolate-flavored milk: Impact on dynamic sensory profile and liking. Food Research International, 75, 148-156.
[26] Ares, G., Barreiro, C., Deliza, R., Giménez, A. N. A., & Gambaro, A. (2010). Application of a check all that apply question to the development of chocolate milk desserts. Journal of Sensory Studies, 25, 67-86.
[27] Bayarri, S., Carbonell, I., Barrios, E. X., & Costell, E. (2011). Impact of sensory differences on consumer acceptability of yoghurt and yoghurt-like products. International Dairy Journal, 21(2), 111-118.
[28] Lavin, J. G., & Lawless, H. T. (1998). Effects of color and odor on judgments of sweetness among children and adults. Food Quality and Preference, 9(4), 283-289.
[29] Poinot, P., Arvisenet, G., Ledauphin, J., Gaillard, J. L., & Prost, C. (2013). How can aroma–related cross–modal interactions be analysed? A review of current methodologies. Food Quality and Preference, 28(1), 304-316.
[30] Gonzalez-Tomas, L., Bayarri, S., Taylor, A. J., & Costell, E. (2007). Flavour release and perception from model dairy custards. Food Research International, 40(4), 520-528.
[31] Saint-Eve, A., Kora, E. P., & Martin, N. (2004). Impact of the olfactory quality and chemical complexity of the flavouring agent on the texture of low fat stirred yogurts assessed by three different sensory methodologies. Food quality and preference, 15(7-8), 655-668.
[32] Lundgren, B., Pangbom, R. M., Daget, N., Yoshida, M., Laing, D. G., & McBride, R. L. (1986). An interlaboratory study of firmness, aroma, and taste of pectin gels. Lebensmittel-Wissenschaft+ Technologie, 19(1), 66-76.

Aroma and texture related cross-modal interactions for sugar reduction in chocolate milk

Alipoor, A.[1], Daneshi, M. [2, 3*], Sadeghian, A. [4]

1. M. Sc. graduated, Department of Food Science and Technology, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
2. Assistant Professor, PhD, Department of Food Science and Technology, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
3. Food and confectionary Research Center, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
4. Assistant Professor, PhD, Department of Industrial Management, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

(Received: 2019/11/14 Accepted: 2020/06/29)

Reducing sugar consumption in food product formulation is one of the strategies for achieving healthy food, but this has a detrimental effect on the texture and sensory properties of the product. The taste perception has been proven to be influenced by the structure and composition of the foods. In this study, the aroma and texture related cross-modal interactions on perceived sweetness of flavored milk and sugar reduction were investigated. Different treatments of chocolate milk included control treatments with different sugar content (4.5, 6 and 7.5%) and 14 treatments containing different amounts of stabilizer (0.10, 0.15 and 0.20%), vanilla (0, 0.002 and 0.004%) and caramel (0, 0.025 and 0.05%). pH, dry matter and viscosity of all treatments were determined and then all treatments were evaluated by a trained evaluator group and a semi-trained evaluator group. Data analysis was performed using TOPSIS and AHP methods to select the best product. Results showed that with decreasing sugar, pH decreased and with increasing stabilizer dry matter and viscosity increased ($P<0.05$). Samples containing the combination of vanilla and caramel flavors with reduced sugar by 20% had the best sensory properties. Treatments containing stabilizers also increased the perception of sweetness in the presence of flavors. Overall, this study showed that the sugar content in cocoa milk formulation can be successfully reduced until 20% by the simultaneous use of stabilizers and vanilla and caramel flavors.

Key words: Flavored milk, Sugar reduction, cross-modal interactions, Sensory evaluation, Sweetness perception.

*Corresponding Author E-Mail Address: mdaneshi@iauyazd.ac.ir