



## تأثیر استویا و اینولین بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و حسی دسر لبنی شکلاتی کم‌کالری

امین سیدمحمودزاده<sup>۱</sup>، آسیه احمدی دستگردی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup>گروه علوم و صنایع غذایی، واحد خوراسگان اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

<sup>۲</sup>گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اردستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اردستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۰۶

### چکیده

**سابقه و هدف:** امروزه استفاده از جایگزین‌های بدون کالری یا کم‌کالری در تولید محصولات غذایی با سطح کاهش یافته کربوهیدرات و چربی بسیار حائز اهمیت است. در این پژوهش بهترین فرمولاسیون دسر لبنی شکلاتی با استفاده از استویا به عنوان جایگزین شکر و اینولین به عنوان جایگزین چربی تعیین شد. تولید محصولات رژیمی برای افراد با بیماری‌های قلبی-عروقی، فشار خون، دیابت غیر وابسته به انسولین، چاقی و غیره هدف کاربردی پژوهش حاضر می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** به منظور بهینه‌سازی فرمول و تولید دسر شیری شکلاتی کم‌کالری، سه فاکتور مقدار اینولین (۰ تا ۸ گرم در ۱۰۰ گرم نمونه)، مقدار استویا (۰ تا ۰/۰۶ گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) و مدت انبارداری (۱ تا ۱۴ روز) با استفاده از طرح مرکب مرکزی در روش آماری سطح پاسخ انتخاب شدند. سپس ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی شامل میزان چربی و پروتئین، میزان ماده خشک، میزان کالری زایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، رنگ و امتیازات حسی دسر شیری شکلاتی مورد ارزیابی قرار گرفت. اثر آنتی‌اکسیدانی استویا در دسر شیری شکلاتی توسط آزمون‌های قدرت احیاء کنندگی و مهار رادیکال آزاد DPPH مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از روش مطلوبیت سنجی (۹ نقطه‌ای) نمونه‌های تهیه شده به لحاظ ظاهر، قوام، بو و طعم ارزیابی شدند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که مقدار انرژی در نمونه‌های دسر شیری شکلاتی با کاهش چربی بطور معنی‌داری کاهش یافت. نمونه‌های حاوی مقادیر بیشتر عصاره استویا فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری به لحاظ قدرت مهار رادیکال آزاد DPPH و قدرت احیاء کنندگی نشان دادند. افزایش میزان اینولین اثر منفی بر شاخص  $L^*$  داشت و تغییر معنی‌داری در شاخص‌های  $a^*$  و  $b^*$  در نمونه‌های مختلف مشاهده نشد. با افزایش میزان اینولین به بیش از ۴ درصد و افزایش میزان استویا به بیش از ۰/۰۳ درصد پذیرش کلی کاهش یافت.

**نتیجه‌گیری:** براساس مدل بهینه فرمولاسیون با ۵/۶۲۸ گرم اینولین، ۰/۰۳۲ گرم استویا و ۵/۸۳ گرم شکر در ۱۰۰ گرم انتخاب گردید.

**واژه‌های کلیدی:** اینولین، استویا، دسر شیری شکلاتی، ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، ویژگی‌های حسی.

\* نویسنده مسئول: [as.ahmadi17@gmail.com](mailto:as.ahmadi17@gmail.com)

## مقدمه

مطابق استاندارد ملی ایران دسر لبنی به محصولی اطلاق می‌شود که در تولید آن بطور معمول از شیر و فرآورده‌های آن، میوه‌ها، غلات، مغزها و افزودنی‌های مجاز استفاده شود (۸). با توجه به اینکه کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها از مهمترین منابع افزایش دهنده کالری می‌باشند، توجهات بسیاری در صنعت غذا به کاهش استفاده از این منابع و جایگزینی آن با ترکیبات بدون کالری یا کم کالری معطوف گردیده است (۴، ۱۶). قند استویا با شیرینی بیشتر از ساکارز، کالری کمتر و اندیس گلیسمی پایین از برگ گیاه استویا به دست می‌آید (۱۳). این ماده شیرین کننده گیاهی مناسبی است که در سال ۲۰۰۵ به‌عنوان افزودنی غذایی مورد پذیرش قرار گرفت (۱۳). ویژگی‌های تکنولوژیکی منحصر به فرد اینولین سبب شده تا این ماده از نظر متخصصین صنایع غذایی نیز مورد توجه قرار گیرد (۱۱). فلاح شجاعی و همکاران (۲۰۱۷) فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره آبی- متانولی استویا در دسر لبنی و امکان جایگزینی شکر موجود در فرمولاسیون دسر با عصاره گیاه استویا را مورد بررسی قرار دادند (۵). نتایج نشان داد می‌توان از عصاره استویا به‌عنوان جایگزین شکر در دسر لبنی استفاده نمود؛ بطوریکه دسرهای لبنی حاوی استویا در طول مدت نگهداری سطح بالایی از قدرت مهار رادیکال آزاد و قدرت احیاءکنندگی را نشان دادند (۵). گون و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی اثر اینولین به عنوان جایگزین چربی در تولید ماست کم چرب نشان دادند که افزایش مصرف اینولین در ماست بدون چربی اثر منفی بر ویژگی‌های فیزیکی ماست، جدا شدن آب پنیر و استحکام بافت محصول دارد (۷). هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات استویا و اینولین بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و حسی دسر لبنی شکلاتی کم کالری می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

**مواد اولیه:** صمغ اینولین (Frutafit TEX) از شرکت Sensus هلند، استویا (ریبادیوزید A) از شرکت چرخه سبز طبیعت، DPPH و BHT از نمایندگی شرکت سیگما (انگلستان) تهیه شدند.

**تولید دسر لبنی شکلاتی:** فرمولاسیون دسر لبنی شکلاتی شاهد مطابق با جدول ۱ انجام گرفت. مواد اولیه جامد در ظرفی کاملاً خشک با یکدیگر ترکیب شدند. شیر کم‌چرب استریلیزه به مواد جامد اضافه گردید و در این مدت مخلوط به طور مستمر و به آرامی همزده شد. دسر در ظروف آکرلیک در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد یخچال قرار گرفت (۱۴). برای محاسبه میزان استویا در تیمارهای جایگزین شکر از موازنه میزان شیرینی شیرین کننده (رابطه ۱) استفاده شد (۱۲، ۱۹).

## رابطه ۱

$$\text{میزان شیرین کنندگی} = (\text{میزان شیرین کنندگی استویا} \times \text{مقدار استویا}) + (\text{میزان شیرین کنندگی شکر} \times \text{مقدار شکر})$$

**بررسی ویژگی‌های شیمیایی:** ماده خشک مطابق استاندارد ملی ایران اندازه‌گیری شد (۹). از روش کج‌جدال جهت تعیین میزان پروتئین استفاده شد (۸). برای اندازه‌گیری چربی از روش استخراج با حلال و دستگاه سوکسله استفاده گردید (۸). محتوی انرژی کل (بر حسب کالری) براساس رابطه ۲ محاسبه گردید (۳).

$$\text{رابطه ۲} \quad K = (F_p \times P) + (F_l \times L) + (F_c \times C)$$

در این فرمول K کالری، F فاکتور ثابت مربوط به هر ترکیب (برای پروتئین  $F_p$ : ۴/۲۷، برای چربی  $F_l$ : ۹/۰۲، برای کربوهیدرات  $F_c$ : ۴/۱۰)، P میزان پروتئین (گرم در ۱۰۰ گرم نمونه)، L میزان چربی (گرم در ۱۰۰ گرم نمونه)، C میزان کربوهیدرات (گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) می‌باشند.

جدول ۱- فرمولاسیون نمونه‌های مختلف دسر لبنی شکلاتی بر حسب درصد وزنی

Table 1. Formulation of different samples of chocolate milk based dessert in terms of weight percentage

شیر استریلیزه کم چرب Low-fat sterilized milk	خامه کم چرب Low-fat cream	پودر ژلاتین Gelatin powder	پودر کاکائو Cocoa powder	پودر شیر خشک کم چرب Low-fat milk powder	اینولین Inulin	استویا Stevia	شکر Sucrose	مواد اولیه Raw materials نمونه Sample
51.47	25	2	4.5	12	-	0.03	5	1
51.47	21	2	4.5	12	4	0.03	5	2
48.98	19	2	4.5	12	6	0.02	7.5	3
51.47	21	2	4.5	12	4	0.03	5	4
56.44	21	2	4.5	12	4	0.06	-	5
46.5	21	2	4.5	12	4	-	10	6
48.98	23	2	4.5	12	2	0.02	7.5	7
53.95	19	2	4.5	12	6	0.05	2.5	8
48.98	19	2	4.5	12	6	0.02	7.5	9
53.95	23	2	4.5	12	2	0.05	2.5	10
51.47	17	2	4.5	12	8	0.03	5	11
48.98	23	2	4.5	12	2	0.02	7.5	12
51.47	21	2	4.5	12	4	0.03	5	13
51.47	21	2	4.5	12	4	0.03	5	14
51.47	21	2	4.5	12	4	0.03	5	15
51.47	21	2	4.5	12	4	0.03	5	16
53.95	23	2	4.5	12	2	0.05	2.5	17
53.95	19	2	4.5	12	6	0.05	2.5	18

میلی‌لیتر اتانول افزوده شد و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه تحت سانتریفوژ قرار گرفت. آزمون‌های فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر روی عصاره اتانولی مورد بررسی قرار گرفت (۲۰).

اندازه‌گیری میزان مهار رادیکال آزاد DPPH: ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول متانولی DPPH به ۲ میلی‌لیتر عصاره اتانولی دسر لبنی افزوده و مخلوط حاصله به شدت هم‌زده شد. لوله‌های آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق انکوبه شدند. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر در مقابل شاهد

اندازه‌گیری شاخص‌های رنگ: برای اندازه‌گیری رنگ نمونه‌های شکلات از دستگاه هانتربل استفاده و فاکتورهای  $L^*$  (سفیدی)،  $a^*$  (قرمزی-سبزی) و  $b^*$  (زردی-آبی) از روی دستگاه خوانده شدند. همچنین تفاضل رنگ کل ( $\Delta E$ ) نیز طبق رابطه ۳ محاسبه شد (۲).

رابطه ۳

$$\Delta E = ((L^* - L^*_{Ref})^2 + (a^* - a^*_{Ref})^2 + (b^* - b^*_{Ref})^2)^{1/2}$$

آماده‌سازی عصاره اتانولی دسر: جهت آماده‌سازی عصاره اتانولی به ۱۰ گرم از نمونه دسر لبنی، ۲۰

متغیرهای مستقل تأثیرگذار بر ویژگی‌های محصول نهایی می‌باشند. معنی‌دار بودن مدل و اثرات متغیرها با در نظر گرفتن آنالیز واریانس در سطح احتمال ۰/۰۵ مورد ارزیابی قرار گرفت.

### نتایج و بحث

بررسی میزان پروتئین، چربی و قند دسر شیری شکلاتی کم کالری: میزان ترکیبات شیمیایی موجود در نمونه کنترل و نمونه‌های دسر شیری شکلاتی کم کالری حاوی اینولین و استویا در جدول ۲ آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، میزان چربی، کربوهیدرات و انرژی در نمونه شاهد بیشتر از نمونه‌های دسر کم کالری بوده و از نظر آماری نیز دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد ( $P < 0/05$ ).

گیری و همکاران (۲۰۱۴) در تعیین سطح بهینه استویا در ترکیب با ساکارز در محصول لبنی به نام کولفی نشان دادند با افزایش مقدار استویا در این محصول، مقدار پروتئین، خاکستر و رطوبت افزایش و ارزش کالری‌زایی نیز افزایش یافت (۶). شوریده و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر D- تاگاتوز و اینولین بعنوان جایگزین ساکارز بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شکلات شیری را مورد ارزیابی و نتیجه گرفتند با کاهش میزان اینولین درصد رطوبت نمونه‌ها کاهش و میزان فعالیت آبی ( $a_w$ ) افزایش یافت (۱۹).

با توجه به نتایج جدول ۲ میزان اینولین به صورت خطی و درجه دوم بر میزان انرژی هر وعده (۱۰۰ گرم) دسر شیری شکلاتی کم کالری اثر داشت. نتایج جدول آنالیز واریانس نشان داد اثرات متقابل متغیرها بر تغییرات میزان انرژی معنی‌دار نبود. با استفاده از روش آماری سطح پاسخ، ارتباط میزان انرژی و متغیرهای آزمایش در دسر شیری شکلاتی کم کالری براساس رابطه ۶ حاصل شد. منفی بودن ضریب  $X_1$  در معادله بیان‌گر وجود رابطه معکوس میان متغیر

متانول قرائت شد. نمونه کنترل همان محلول متانولی DPPH بود. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH به کمک رابطه ۴ محاسبه شد (۱۷).

رابطه ۴

$$\%DPPH \text{ Scavenging activity} = \frac{A_{Control} - A_{Sample}}{A_{Control}}$$

بررسی قدرت احیاکنندگی آهن (FRAP):

غلظت‌های مختلف BHT (۵-۱۲/۵۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر) تهیه شدند. ۱ میلی‌لیتر از آنتی‌اکسیدان سنتزی و یا ۱ میلی‌لیتر از عصاره اتانولی دسر لبنی شکلاتی با ۲/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات و ۲/۵ میلی‌لیتر پتاسیم فری‌سیانید مخلوط و به مدت نیم‌ساعت در حمام آب با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از افزودن ۲/۵ میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک اسید ۱۰ درصد (وزنی / حجمی)، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شدند. جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۰۰ نانومتر قرائت شد (۲۱).

ارزیابی حسی: پس از آموزش‌های مقدماتی تعداد ۱۰ نفر به عنوان ارزیاب انتخاب شدند. ۲۴ ساعت پس از تولید، نمونه‌های دسر لبنی شکلاتی تهیه شده به لحاظ ظاهر، قوام، بو و طعم و با استفاده از روش مطلوبیت سنجی (۹ نقطه‌ای) ارزیابی شدند (۱۰).

طرح آماری: تأثیر متغیرهای میزان اینولین، نسبت استویا/ساکارز و مدت زمان نگهداری به روش طرح مرکب مرکزی بر ویژگی‌های شیمیایی و حسی دسر لبنی شکلاتی مورد ارزیابی قرار گرفت. پیش‌بینی بهترین فرمولاسیون دسر شکلاتی از طریق رابطه ۵ بیان گردید:

$$y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_i^2 X_i^2 + \sum \beta_{ij} X_i X_j$$

در این رابطه  $y$  بیان‌کننده ویژگی پیش‌بینی شده،  $\beta_0$  نقطه تلاقی،  $\beta_1$ ،  $\beta_2$ ،  $\beta_3$  ضرایب رگرسیون برای مقادیر خطی،  $\beta_{11}$ ،  $\beta_{22}$ ،  $\beta_{33}$  اثرات درجه دوم متغیرها،  $\beta_{12}$ ،  $\beta_{23}$ ،  $\beta_{13}$  تأثیرات متقابل متغیرها و  $X_1$ ،  $X_2$  و  $X_3$

میزان اینولین با تغییرات انرژی می باشد که با توجه به کاهش سطح انرژی در هر وعده دسر قابل پیش بینی کاهش میزان چربی در مقابل افزایش میزان اینولین، بود.

جدول ۲- مقایسه ترکیبات شیمیایی موجود در نمونه کنترل و نمونه های دسر کم کالری

Table 2. Comparison of the chemical compositions in the control sample and low-calorie dessert samples

نمونه Sample	پروتئین (درصد بر مبنای وزن مرطوب) Protein(%w.b)	چربی (درصد بر مبنای وزن مرطوب) Fat (% w.b)	کربوهیدرات (درصد بر مبنای وزن مرطوب) Carbohydrate (% w.b)	ماده خشک (درصد بر مبنای وزن مرطوب) Dry matter(%w.b)	رطوبت (درصد) بر مبنای وزن مرطوب Moisture (%w.b)	انرژی Energy (Cal)
کنترل	7.018±0.01 <sup>ef</sup>	11.176± 0.02 <sup>a</sup>	21.340± 0.14 <sup>a</sup>	42.392± 0.15 <sup>a</sup>	57.61± 0.1 <sup>a</sup>	218.273± 0.23 <sup>a</sup>
1	6.933± 0.02 <sup>f</sup>	5.871± 0.01 <sup>f</sup>	16.648± 0.24 <sup>a</sup>	32.401± 0.11 <sup>h</sup>	67.60± 0.1 <sup>a</sup>	151.078± 0.30 <sup>g</sup>
2	7.049± 0.02 <sup>de</sup>	6.184± 0.01 <sup>d</sup>	16.739± 0.11 <sup>c</sup>	36.861± 0.12 <sup>ef</sup>	67.14± 0.1 <sup>a</sup>	154.513± 0.44 <sup>e</sup>
3	6.801± 0.02 <sup>i</sup>	5.210± 0.02 <sup>k</sup>	18.851± 0.35 <sup>b</sup>	39.740± 0.14 <sup>d</sup>	60.26± 0.1 <sup>a</sup>	153.326± 0.19 <sup>f</sup>
4	7.049± 0.03 <sup>de</sup>	6.184± 0.01 <sup>d</sup>	16.739± 0.26 <sup>c</sup>	36.861± 0.12 <sup>ef</sup>	63.14± 0.1 <sup>a</sup>	154.513± 0.26 <sup>e</sup>
5	7.096± 0.01 <sup>bc</sup>	5.631± 0.01 <sup>h</sup>	11.783± 0.14 <sup>e</sup>	31.428± 0.11 <sup>j</sup>	68.57± 0.1 <sup>a</sup>	129.404± 0.17 <sup>k</sup>
6	6.778± 0.01 <sup>i</sup>	5.486± 0.01 <sup>j</sup>	21.329± 0.12 <sup>a</sup>	40.452± 0.21 <sup>c</sup>	59.55± 0.1 <sup>a</sup>	165.883± 0.15 <sup>b</sup>
7	6.914± 0.00 <sup>g</sup>	5.835± 0.00 <sup>g</sup>	19.034± 0.25 <sup>b</sup>	36.661± 0.11 <sup>f</sup>	63.34± 0.1 <sup>a</sup>	160.196± 0.19 <sup>c</sup>
8	7.073± 0.02 <sup>cd</sup>	5.907± 0.02 <sup>e</sup>	14.261± 0.17 <sup>d</sup>	36.149± 0.12 <sup>g</sup>	63.85± 0.1 <sup>a</sup>	141.956± 0.17 <sup>j</sup>
9	6.914± 0.01 <sup>g</sup>	5.835± 0.02 <sup>g</sup>	19.034± 0.20 <sup>b</sup>	40.661± 0.11 <sup>bc</sup>	59.34± 0.1 <sup>a</sup>	160.196± 0.16 <sup>c</sup>
10	7.703± 0.03 <sup>cd</sup>	5.907± 0.03 <sup>e</sup>	14.261± 0.17 <sup>d</sup>	32.149± 0.11 <sup>i</sup>	67.85± 0.1 <sup>a</sup>	141.956± 0.15 <sup>j</sup>
11	7.050± 0.02 <sup>de</sup>	6.184± 0.01 <sup>d</sup>	16.739± 0.15 <sup>c</sup>	40.861± 0.11 <sup>b</sup>	59.14± 0.1 <sup>a</sup>	154.513± 0.20 <sup>e</sup>
12	6.858± 0.03 <sup>h</sup>	5.523± 0.02 <sup>i</sup>	18.943± 0.10 <sup>b</sup>	36.201± 0.21 <sup>g</sup>	63.80± 0.2 <sup>a</sup>	156.761± 0.14 <sup>d</sup>
13	6.993± 0.01 <sup>f</sup>	5.871± 0.01 <sup>f</sup>	16.648± 0.21 <sup>c</sup>	36.400± 0.21 <sup>g</sup>	63.60± 0.2 <sup>a</sup>	151.078± 0.17 <sup>g</sup>
14	6.993± 0.02 <sup>f</sup>	5.873± 0.02 <sup>f</sup>	16.650± 0.22 <sup>c</sup>	36.398± 0.11 <sup>g</sup>	63.60± 0.1 <sup>a</sup>	151.078± 0.21 <sup>g</sup>
15	6.993± 0.01 <sup>f</sup>	5.871± 0.01 <sup>f</sup>	16.648± 0.16 <sup>c</sup>	36.401± 0.11 <sup>g</sup>	63.60± 0.1 <sup>a</sup>	151.079± 0.18 <sup>g</sup>
16	7.003± 0.01 <sup>f</sup>	5.871± 0.01 <sup>f</sup>	16.649± 0.15 <sup>c</sup>	36.401± 0.10 <sup>g</sup>	63.60± 0.1 <sup>a</sup>	151.078± 0.16 <sup>g</sup>
17	7.129± 0.00 <sup>b</sup>	6.220± 0.02 <sup>c</sup>	14.352± 0.17 <sup>d</sup>	32.609± 0.11 <sup>h</sup>	67.39± 0.1 <sup>a</sup>	145.391± 0.13 <sup>i</sup>
18	7.185± 0.01 <sup>a</sup>	6.532± 0.01 <sup>b</sup>	14.444± 0.09 <sup>d</sup>	37.070± 0.20 <sup>e</sup>	62.93± 0.2 <sup>a</sup>	148.826± 0.13 <sup>h</sup>

\*حروف لاتین غیریکسان نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار (P<0/05) براساس آزمون دانکن می باشد.

Different small letters show significant difference at 95% confidence level based on Duncan's test.

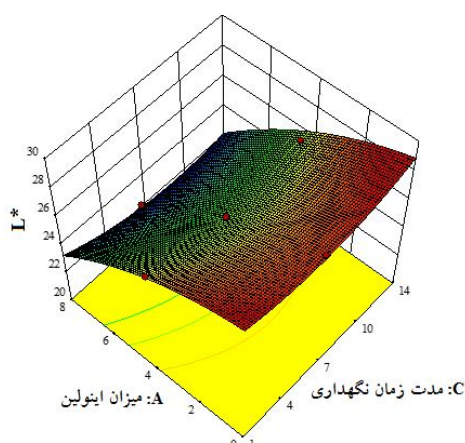
نگهداری در مقدار ثابت استویا (۰/۰۳ درصد) بر میزان روشنایی نمونه های دسر شیری شکلاتی کم کالری در شکل ۱ نشان داده شد. بر این اساس با افزایش میزان اینولین و نیز افزایش مدت نگهداری شاخص روشنایی رنگ در فرمولاسیون دسر شیری شکلاتی کاهش یافت و تغییرات شاخص های a\* و b\* در نمونه های مختلف معنی دار نبود (شکل ۲). عبدالخیر (۲۰۰۹) نشان داد افزودن اینولین به شیر شکلاتی باعث کاهش L\* در نمونه ها گردیده، ولی مقادیر a\* و b\* نسبت به نمونه شاهد افزایش می یابد (۱).

بررسی شاخص های رنگ دسر شیری شکلاتی کم کالری: منفی بودن ضرایب X<sub>1</sub> و X<sub>1</sub><sup>2</sup> در رابطه ۶ نشان می دهد که افزایش میزان اینولین موجب کاهش روشنایی در نمونه های دسر شیری شکلاتی کم کالری می گردد.

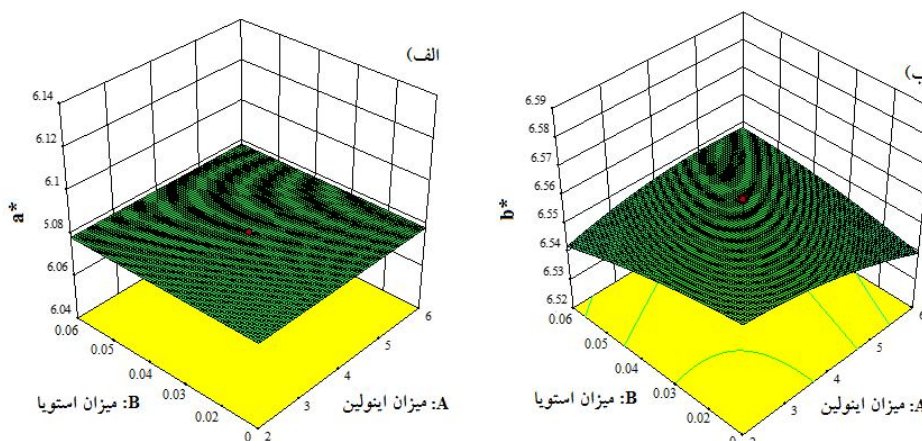
رابطه ۶

$$L^* = 25/88 - 1/45 X_1 - 0/21 X_1^2 + 0/17 X_3^2$$

با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید که اینولین بدلیل جذب آب باعث کاهش پراکنش نور شده و در نتیجه درجه روشنایی (L\*) را کاهش می دهد. اثرات همزمان میزان اینولین و مدت زمان



شکل ۱- سطح پاسخ اثرات همزمان مدت زمان نگهداری و میزان اینولین بر شاخص روشنایی دسر شیری شکلاتی  
Figure 1. Response surface for the simultaneous effect of storage time and inulin levels on the lightness of chocolate milk-based dessert



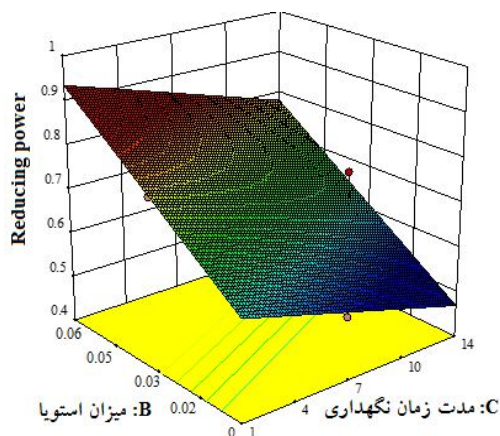
شکل ۲- سطح پاسخ اثرات همزمان متغیرها بر شاخص های  $a^*$  و  $b^*$ : اثر همزمان میزان اینولین و استویا (الف)، اثر همزمان میزان استویا و مدت نگهداری (ب)

Figure 2. Response surface for the simultaneous effect of variables on  $a^*$  and  $b^*$  values: The simultaneous effect of inulin and stevia levels (a), the simultaneous effect of stevia levels and storage time

قدرت احیاکنندگی دسر لبنی دارد و با افزایش غلظت، میزان جذب محلول‌های حاوی عصاره بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. همچنین در تمامی غلظت‌های مورد بررسی، آنتی‌اکسیدان BHT دارای قدرت احیاکنندگی بیشتری در مقایسه با عصاره استویا بود. در نتیجه بیان کردند که عصاره قادر به رقابت با BHT نمی‌باشد (۵).

بررسی قدرت احیاکنندگی آهن (FRAP) دسر: با افزایش میزان استویا قدرت احیاءکنندگی دسر شیری شکلاتی کم‌کالری افزایش یافت؛ درحالی‌که با افزایش مدت زمان نگهداری قدرت احیاکنندگی کاهش یافت (شکل ۳).

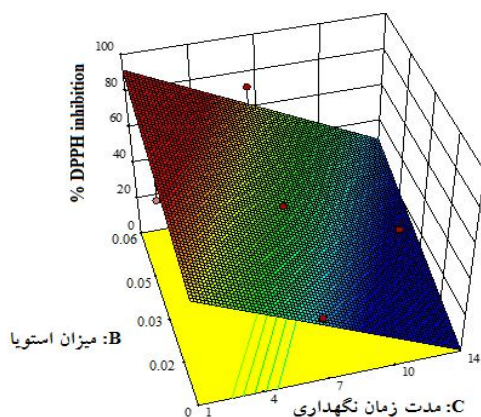
فلاح شجاعی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که غلظت عصاره‌های استویا ربایودیانا تأثیر معنی‌داری بر



شکل ۳- سطح پاسخ اثرات همزمان میزان استویا و زمان نگهداری بر قدرت احیاکنندگی دسر شیری شکلاتی  
 Figure 3. Response surface for the simultaneous effect of stevia levels and storage time on the reducing power of chocolate milk- based dessert

مهار رادیکال DPPH در دسر شیری شکلاتی کم کالری می شود؛ درحالی که با افزایش مدت زمان نگهداری درصد مهار رادیکال های آزاد کاهش می یابد.

بررسی درصد مهار رادیکال های آزاد DPPH در دسر: مطابق با روند تغییرات درصد مهار رادیکال های آزاد (شکل ۴) افزایش میزان استویا منجر به افزایش



شکل ۴- سطح پاسخ اثرات همزمان میزان استویا و زمان نگهداری بر درصد مهار رادیکال آزاد DPPH دسر شیری شکلاتی  
 Figure 4. Response surface for the simultaneous effect of stevia levels and storage time on DPPH radical scavenging activity of chocolate milk-based dessert

ارزیابی حسی دسر شیری شکلاتی کم کالری: بر اساس نتایج جدول ۳ ظاهر و رنگ نمونه های مختلف در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند. شیرین کننده استویا و اینولین دارای رنگ سفید مشابه شکر هستند که تأثیری بر روی رنگ دسر شیری شکلاتی کم کالری نمی گذارند. میچل (۲۰۰۶) با بررسی انواع شیرین کننده ها از جمله اینولین کوتاه

نتایج مشابهی توسط فلاح شجاعی و همکاران (۲۰۱۷) در مورد افزودن عصاره الکلی گیاه استویا به دسر لبنی و جایگزینی آن با شکر بدست آمد. بر اساس یافته های این محققان قابلیت آنتی اکسیدانی عصاره استویا با افزایش غلظت عصاره افزایش یافت (۵).

کرد و هیچ‌گونه تغییر بو و رنگی را در محصول گزارش نکرد. شیرین‌کننده استویا و اینولین مورد استفاده در پژوهش بوی خاص و منحصر به فردی نداشتند (۱۸).

زنجیره، الیگوفروکتوز، ایزومالت و استویا نشان داد این شیرین‌کننده‌ها در محصولات غذایی رنگ خاصی ایجاد نمی‌کنند (۱۳). شکراله پور (۲۰۰۸) نیز از استویا به عنوان جایگزین شکر در آب پرتقال استفاده

جدول ۳- ویژگی‌های حسی نمونه‌های دسر شیری شکلاتی کم‌کالری تولیدی

Table 3. Sensory analysis of produced low-calorie chocolate milk-based dessert samples

پذیرش کلی	رنگ	ظاهر	پوشش معشی	روغن بودن	سرمعت ذوب	پودری	ژله‌ای بودن	مسیبگی	کف بودن	نرمی	شیرینی	عطر و طعم	ویژگی
Total acceptability	Color	Appearance	Oral coating	Oily	Melting rate	Powdery	Jelly	Congelation	Foaming	Softness	Sweetness	Flavor	Property
5.59±0.69	7.46±1.05	7.33±0.87	5.27±0.87	5.40±1.22	5.90±1.19	5.61±1.21	5.72±1.13	6.54±0.82	6.00±0.89	5.54±0.83	7.31±1.02	7.32±0.65	1
6.41±0.79	7.21±0.92	7.21±0.57	6.71±0.64	7.13±1.01	6.92±0.89	6.87±0.74	6.73±1.04	7.36±0.78	6.91±0.54	6.63±0.80	7.56±0.78	7.24±1.1	2
7.09±0.7	7.45±0.68	7.48±0.82	7.58±0.71	7.64±0.82	7.14±0.71	7.47±0.62	6.59±1.2	7.00±0.91	6.73±0.8	6.81±0.72	6.91±0.69	7.35±0.72	3
8.2±0.72	7.56±0.8	7.54±0.82	7.64±0.67	7.55±1.03	7.27±0.78	7.54±0.68	7.72±0.9	7.36±1.02	7.63±0.67	7.56±0.63	7.42±0.82	7.14±0.78	4
5.73±0.82	7.48±0.62	7.61±0.93	7.49±0.95	7.63±0.97	7.36±1.1	6.58±0.8	6.74±0.72	6.93±0.88	7.33±0.96	7.21±0.77	7.55±0.89	6.21±0.94	5
7.91±0.52	7.72±0.46	7.50±0.81	7.73±0.72	7.36±1.02	7.69±0.64	7.55±0.83	6.90±0.89	7.62±0.94	7.51±0.87	7.62±0.81	7.47±1.1	7.42±0.84	6
6.94±0.62	7.66±0.58	7.45±0.91	7.62±0.84	7.72±0.93	7.33±0.76	7.63±0.52	6.14±0.84	6.70±0.72	6.45±1.03	6.09±0.86	7.49±0.72	7.53±0.92	7
7.36±0.94	7.71±0.93	7.56±0.76	7.59±0.82	7.74±0.74	7.46±0.68	7.48±0.79	5.92±1.07	6.81±0.86	6.70±0.94	6.41±0.92	6.83±0.75	7.46±1.1	8
7.41±1.12	7.68±0.84	7.73±0.92	7.52±0.94	7.69±0.85	7.42±0.74	7.32±0.85	6.00±0.92	6.90±1.24	6.11±1.2	6.90±1.20	6.92±0.96	6.52±0.71	9
5.81±1.05	7.59±0.75	7.61±0.86	6.07±0.74	6.17±0.56	5.94±0.88	6.61±0.92	5.42±0.76	6.45±0.96	6.54±0.95	6.82±0.91	7.44±0.69	7.47±0.68	10
5.64±1.25	7.64±0.61	7.58±0.75	5.52±0.67	5.86±0.61	5.62±0.73	5.75±0.83	5.67±0.82	6.35±1.3	5.9±0.84	5.76±1.03	6.56±0.84	7.38±0.75	11
7.13±0.91	7.6±1.07	7.47±0.83	7.18±0.94	7.27±0.58	6.95±0.66	6.76±1.32	5.72±0.86	6.57±0.85	6.63±0.92	6.48±0.76	7.37±0.93	7.51±0.69	12
8.0±0.63	7.63±0.5	7.54±0.82	7.72±0.73	7.36±0.8	7.72±0.64	7.45±0.52	7.81±0.75	7.54±0.82	7.9±0.82	8.16±0.69	7.41±1.2	7.42±0.83	13
8.12±0.59	7.71±0.66	7.48±0.93	7.66±0.82	7.48±0.75	7.68±0.53	7.52±0.67	7.75±0.93	7.68±0.76	8.00±0.75	7.96±0.44	7.40±0.74	7.46±0.88	14
8.2±0.71	7.75±0.53	7.50±0.79	7.75±0.61	7.54±0.64	7.7±0.76	7.49±0.49	7.70±0.88	7.61±0.69	7.82±0.94	8.28±0.75	7.53±0.94	7.49±0.79	15
8.14±0.66	7.69±0.46	7.52±0.63	7.72±0.76	7.57±0.93	7.65±0.42	7.53±0.61	7.78±0.81	7.57±0.55	8.13±0.73	8.19±0.82	7.46±0.82	7.51±0.90	16
5.26±0.97	7.42±0.67	7.48±0.71	7.18±1.11	7.02±0.84	6.93±0.58	6.97±0.72	6.04±0.9	6.32±0.73	6.57±1.04	6.74±0.78	7.23±0.85	6.02±0.92	17
7.57±0.83	7.56±0.74	7.62±0.69	7.25±0.97	7.37±0.58	7.61±0.81	7.54±0.83	6.73±0.75	6.86±0.85	6.87±0.85	6.93±0.84	7.0±0.095	7.37±0.63	18

نشان‌دهنده تأثیر توأم این دو متغیر بر میزان پذیرش کلی می‌باشد. براساس مدل پذیرش کلی (رابطه ۷)، دسر لبنی شکلاتی تحت تأثیر میزان اینولین و استویا قرار دارد.

رابطه ۷

$$(Acceptability)^2 = 5/15 - 65/15 X_2 + 5/48 X_{12} - 8/75 X_1^2 - 4/74 X_2^2$$

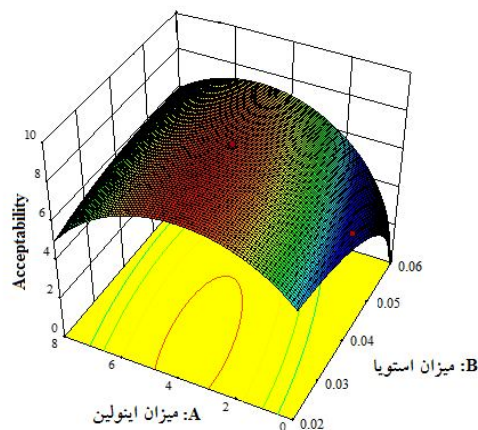
همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش میزان اینولین تا ۴ درصد وزنی، پذیرش کلی افزایش ولی بیش از آن امتیاز پذیرش کلی کاهش یافت (شکل ۵). همچنین با افزایش میزان اینولین تا ۴ درصد، پذیرش کلی افزایش یافت و درصدهای بالای اینولین (۶ و ۸

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، اثر خطی میزان استویا بر پذیرش کلی نمونه‌های دسر شیری شکلاتی کم‌کالری معنی‌دار می‌باشد ( $P < 0/05$ ). از بین متغیرهای مورد بررسی ضریب رگرسیون درجه دوم مربوط به میزان اینولین و استویا در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده و اثر درجه دوم مدت زمان نگهداری غیرمعنی‌دار شد. ضریب رگرسیون درجه دو اثر میزان اینولین در سطح احتمال ۵ درصد، نشان‌دهنده روند افزایشی درجه دو میزان پذیرش کلی در مقدار استویا و مدت نگهداری ثابت می‌باشد. اثر متقابل متغیرهای میزان اینولین و استویا بر میزان پذیرش کلی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و



۰/۰۳ درصد) پس طعم تلخی و نیز اثر متقابل استویا در غلظت‌های بالا با اینولین موجب تشدید شیرینی می‌شود و بدین ترتیب پذیرش کلی کاهش می‌یابد. بیشترین امتیاز پذیرش کلی دسر شیری شکلاتی کم‌کالری مربوط به نمونه حاوی ۴ درصد اینولین و ۰/۰۳ درصد استویا است.

درصد) کمترین پذیرش را داشتند. یکی از دلایل این موضوع را می‌توان ویسکوزیته بالاتر این نمونه‌ها دانست که تأثیر معکوسی بر پذیرش کلی دارد. همچنین با افزایش استویا تا مقدار ۰/۰۳ درصد وزنی امتیاز پذیرش کلی افزایش و بیش از این مقدار پذیرش کاهش یافت. با افزایش بیشتر استویا (بیش از



شکل ۵- سطح پاسخ اثرات همزمان میزان استویا و اینولین بر پذیرش کلی دسر شیری شکلاتی

Figure 5. Response surface for the simultaneous effect of stevia and inulin levels on the overall acceptability of chocolate milk- based dessert

پودر ژلاتین و ۵۰/۶۴ درصد شیر استریلیزه کم چرب بدست آمد.

### نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف کاهش مقدار چربی و ساکارز در دسر شیری شکلاتی با استفاده از اینولین و استویا به‌عنوان جایگزین چربی و شکر انجام شد. بررسی اثر اینولین و استویا بر ویژگی‌های شیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و حسی دسر لبنی کم‌کالری نشان داد با افزایش میزان اینولین در مقابل کاهش میزان چربی، میزان انرژی در هر وعده دسر کاهش می‌یابد. با افزایش میزان استویا قدرت احیاکنندگی دسر شیری شکلاتی کم‌کالری افزایش می‌یابد. افزایش میزان استویا منجر به افزایش مهار رادیکال‌های آزاد DPPH در دسر شیری شکلاتی کم‌کالری می‌شود. با افزایش میزان اینولین در

تعیین سطوح بهینه استویا و اینولین در تولید دسر شیری شکلاتی کم‌کالری: بهینه‌یابی فرمولاسیون با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی عددی جستجو شد. بدین منظور پس از تعیین اهداف بهینه‌سازی و تنظیم سطوح پاسخ و متغیرهای مستقل با استفاده از تکنیک فاین تیونینگ<sup>۱</sup> بهترین جواب‌ها به دست آمد. تنظیمات اعمال شده برای فرآیند بهینه‌یابی شامل بیشترین میزان پذیرش کلی محصول و کمترین میزان انرژی بود. بر اساس نتایج فرآیند بهینه‌یابی، بهترین فرمولاسیون برای تولید دسر شیری شکلاتی کم‌کالری ۵/۶۲۸ درصد اینولین، ۰/۰۳۲ درصد استویا، ۵/۸۳ درصد شکر، ۱۹/۳۷ درصد خامه سبک، ۱۲ درصد پودر شیر خشک کم‌چرب، ۴/۵ درصد پودر کاکائو، ۲ درصد

1. Fine-tuning

شیری شکلاتی کم کالری مربوط به نمونه حاوی ۴ درصد اینولین و ۰/۰۳ درصد استویا است. بهترین فرمولاسیون برای تولید دسر شیری شکلاتی کم کالری ۵/۶۲۸ درصد اینولین، ۰/۰۳۲ درصد استویا، ۵/۸۳ درصد شکر می باشد.

فرمولاسیون دسر شیری شکلاتی، شاخص شفافیت کاهش یافت ولی تغییرات شاخص های  $a^*$  و  $b^*$  در نمونه های مختلف معنی دار نبود. با افزایش میزان اینولین تا ۴ درصد وزنی و نیز با افزایش استویا تا مقدار ۰/۰۳، پذیرش کلی افزایش و بیش از این مقادیر پذیرش کاهش یافت. بیشترین امتیاز پذیرش کلی دسر

### منابع

1. Abd El-Khair, A. 2009. Production and evaluation of a high protein version of non-fat yoghurt. *Research J. of Agriculture and Biology Science*. 5: 4.310-316.
2. Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M., and Vieira, J. 2008. Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. *J. of Food Engineering*. 87: 2.181-190.
3. Cengiz, E., and Gokoglu, N. 2005. Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition. *Food Chemistry*. 91: 3. 443-447.
4. Chugh, B., Singh, G. and Kumbhar, B.K. 2013. Development of low-fat soft dough biscuits using carbohydrate-based fat replacers. *International J. of Food Science*. 2013: 1-12.
5. Falah Shojaee, M., Sadeghi Mahoonak, A.R., Khomeiri, M., and Ghorbani, M. 2017. Evaluation of antioxidant activity of methanol extract of *Stevia rebaudiana Bertoni* and investigation of this properties in dairy dessert. *Electronic J. of Food Processing and Preservation*. 8: 2.69-90. (In Persian).
6. Giri, A., Rao, H.R., and Ramesh, V. 2014. Effect of partial replacement of sugar with stevia on the quality of kulfi. *J. of Food Science and Technology*. 51: 8.1612-1616.
7. Guven, M., Yasar, K., Karaca, O.B., and Hayaloglu, A.A. 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set type low-fat yogurt manufacture. *International J. of Dairy Technology*. 58: 3.180-184.
8. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2012. Milk and milk products- milk- based dessert-specification and test method. No 14681. (In Persian).
9. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2002. Yogurt-determination of total solids content - reference method. No 9874. (In Persian).
10. Kilcast, D., and Clegg, S. 2002. Sensory perception of creaminess and its relationship with food structure. *Food Quality and Preference*. 13: 7.609-623.
11. Kip, P., Meyer, D., and Jellema, R.H. 2006. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. *International Dairy J*. 16: 9.1098-1103.
12. Lisak, K., Lenc, M., Jeličić, I., and Božanić, R. 2012. Sensory evaluation of the strawberry flavored yoghurt with stevia and sucrose addition. *Croatian J. of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*. 7: 39-43.
13. Mitchell, H. 2006. Sweeteners and sugar alternatives in food technology. John Wiley & Sons, UK, 432 P.
14. Morais, E.C., Pinheiro, A.C.M., Nunes, C.A., and Bolini, H.M.A. 2014. Multiple time-intensity analysis and temporal dominance of sensations of chocolate dairy dessert using prebiotic and different high-intensity sweeteners. *J. of Sensory Studies*. 29: 5.339-350.
15. Rodríguez García, J., Puig, A., Salvador, A., and Hernando, I. 2012. Optimization of a sponge cake formulation with inulin as fat replacer: Structure, physicochemical, and sensory

- properties. J. of Food Science. 77: 2.C189-C197.
16. Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., and Nakamura, T. 1992. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. J. of Agriculture and Food Chemistry. 40: 6.945-948.
17. Shokrolapoor, A. 2008. Diet drinking formulation using sugar replacement with stevia. Master Thesis. (In Persian).
18. Shourideh, M., Taslimi, A., Azizi, M., Mohammadifar, M., and Mashayekh, M. 2010. Effects of D-Tagatose, inulin and *stevia* as sugar substitutes on the physical, chemical, rheological and sensory properties of dark chocolate. Iranian J. of Nutrition Science and Food Technology. 5: 3.29-38. (In Persian).
19. Sun, Y., Hayakawa, S., Ogawa, M., and Izumori, K. 2007. Antioxidant properties of custard pudding dessert containing rare hexose, D-psicose. Food Control. 18: 3.220-227.
20. Yildirim, A., Mavi, A., and Kara, A.A. 2001. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. J. of Agriculture and Food Chemistry. 49: 8.4083-4089.



## The effects of Stevia (*Rebaudioside*) and Inulin on the Physicochemical, Antioxidant and Sensory Properties of Low-Calorie Chocolate Dairy Dessert

A. Seyyed Mahmoodzadeh<sup>1</sup>, A. Ahmadi Dastgerdi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Ardestan Branch, Islamic Azad University, Ardestan, Iran

Received: 2019/07/14; Accepted: 2019/08/28

### Abstract

**Background and objectives:** The use of non-caloric or low-caloric alternatives in the production of food with reduced carbohydrate and fat levels are very important. In this research, the best formulation of chocolate dairy dessert was obtained using stevia and inulin as sugar and fat replacers, respectively. The production of diet products for individuals with cardiovascular disease, blood pressure, non- insulin-dependent diabetes, obesity and so on is the practical purpose of this study.

**Materials and methods:** In this study, stevia and inulin were used as sugar and fat replacers in chocolate dairy dessert formulation, respectively. In order to optimize the low-calorie chocolate dairy dessert, three factors including inulin concentrations (0 to 8 g/100 g), *stevia* concentrations (0 to 0.06 g/100 g), and storage time (1 to 14 day) were evaluated using response surface methodology (RSM) with Face-Centered Central Composit Design. The physicochemical properties including fat and protein content, dry matter content, calorific value, antioxidant activity, color and sensory properties were analyzed in the chocolate dairy dessert. The antioxidant effects of *stevia* in dairy desserts was investigated using iron reducing power test and DPPH radical scavenging activity. The samples were evaluated for appearance, consistency, odor, and taste using the 9-point hedonic scale method.

**Results:** The results showed that the energy values of the chocolate dairy dessert samples decreased significantly with reducing fat level. DPPH free radical scavenging and reducing power assays in chocolate dairy desserts showed that samples with higher amounts of *stevia* extract had higher antioxidant activities. In addition, dairy desserts containing *stevia* extract showed high levels of free radical scavenging activities during two weeks' storage that may result in delaying fat oxidation and increasing shelf life of the *stevia* containing food product. The *L*\* values was negatively affected by the inulin addition. No significant differences were observed regarding *a*\* and *b*\* values between different samples. Overall acceptability decreased by increasing inulin levels up to more than 4% and *stevia* levels to more than 0.03%.

**Conclusion:** Based on the results, the optimum formulation model of low-carb and fat chocolate dairy dessert was prepared with 5.628 g/100 g inulin, 0.032 g/100 g *stevia*, and 5.83 g/100 g.

**Keywords:** Inulin, Stevia, Chocolate dairy dessert, Sensory properties, Antioxidant properties.

\*Corresponding author: As.ahmadi17@gmail.com