مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال سیزدهم، شماره 3، پاییز 1397، صفحات 125-115

تولید دسر شیری بر پایه‌ی فرمولاسیون عسل خرما، نشاسته ذرت و ژلاتین با کمک روش سطح پاسخ (RSM)

زهرا مهرابی[1]، محمد گلی[2]

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
2- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. پست الکترونیکی: mgolifood@yahoo.com

تاریخ دریافت: 96/3/17 تاریخ پذیرش: 96/7/1

چکیده

سابقه و هدف: کاهش یا حذف شکر از فرمولاسیون دسرهای لبنی با سلامت افراد در ارتباط بوده و اهمیت تغذیه‌ای بالایی دارد. اما حذف شکر منجر به ایجاد مشکلاتی در بافت محصول می‌گردد که باید از بافت‌دهنده‌های مناسبی استفاده شود.

مواد و روش‌ها: تأثیر سطوح مختلف نشاسته ذرت (3، 4 و 6%) و ژلاتین (0/2، 0/4 و 0/6%) و جایگزینی عسل خرما (17، 19/5 و 22%) به جای شکر بر ویژگی‌های دسر شیری (فیزیکی و شیمیایی، بافتی و چشایی) بررسی شد. از نرم افزار Design Expert و روش سطح پاسخ استفاده شده و طرح ترکیب مرکزی با سطح احتمال 5% برای آن انتخاب گردید.

یافته‌ها: برای روند تغییرات بریکس، مدل خطی پیشنهاد شد طوری که فقط اثر درصد ژلاتین و عسل خرما معنی‌دار ($p<0/05$) بود. ویسکوزیته نیز به طور معنی‌داری با افزایش نشاسته و ژلاتین افزایش یافت که اثر نشاسته بیشتر بود؛ اما عسل خرما تغییری در ویسکوزیته ایجاد نکرد. در ارتباط با ویژگی‌های بافت (سفتی و چسبندگی) نیز نتایجی مشابه ویسکوزیته گزارش شد. نمونه‌های تولیدی سینرسیس کمی از خود نشان دادند. نشاسته، ژلاتین و عسل خرما تأثیر معنی‌داری بر فاکتور L^* (روشنایی) نداشت؛ اما اثر آنها بر پارامترهای a^* و b^* معنی‌دار بود ($p<0/05$). در ارزیابی حسی نمونه‌ها، اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های تولیدی مشاهده نشد و امتیازات در محدوده 3/13-4/30 گزارش شد. در تمامی نمونه‌ها نتایج آزمون کپک و مخمر و *اشرشیاکلی* منفی بود. تعداد کلنی‌ها در شمارش کلی بین 10-30cfu/g شمارش شد که قابل قبول است.

نتیجه‌گیری: فرمول بهینه دسر لبنی شامل: نشاسته 3%، ژلاتین 0/2% و درصد عسل خرما 27/9% با میزان pH 6، بریکس 29/8، امتیاز پذیرش کلی 3/7، سفتی بافت 63/7 گرم و چسبندگی57/6 گرم ثانیه پیش بینی شد.

واژگان کلیدی: عسل خرما، نشاسته، ژلاتین، بهینه سازی، دسر شیری، ویژگی فیزیکی و شیمیایی

• مقدمه

مصرف شیر و فرآورده‌های آن به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه جوامع انسانی مطرح است و همبستگی بالایی بین مصرف فرآورده‌های لبنی و سطح سلامتی افراد جامعه به لحاظ کارآیی و ضریب هوشی، میزان ابتلا به بیماری‌های عفونی و تنظیم فعالیت‌های متابولیکی بدن، کاهش فشار خون، جلوگیری از ابتلا به سرطان کولون و پیشگیری از پوکی استخوان وجود دارد. در این میان، دسرهای لبنی بخش عمده‌ای از محصولات لبنی را به خود اختصاص داده و به دلیل اهمیت تغذیه‌ای آنها مورد توجه قرار گرفته‌اند (1). هدف از تولید دسرهای شیری ایجاد تنوع در سبد کالای مردم، افزایش مصرف محصولات شیری و تولید محصولی لذت بخش می‌باشد. مهمترین ویژگی بیشتر دسرها انرژی‌زایی و احساس خوشایندی است که به واسطه نوع ترکیبات آن در مصرف کننده ایجاد می‌شود. دسرهای بر پایه شیر می‌توانند به عنوان یک میان وعده غذایی در هر زمانی در طول روز مصرف شوند و طرفداران بسیاری در گروه‌های سنی مختلف دارد (2). بر طبق استاندارد ایران، دسر شیری (milk-based dessert)، دسر محتوی حداقل 50% شیر تازه گاو یا شیر بازساخته و باز ترکیبی است که با استفاده از افزودنی‌های مجاز مانند انواع طعم دهنده‌ها، شیرین کننده‌ها، قوام‌دهنده‌ها و پایدارکننده‌ها، پس از طی فرآیند حرارتی نظیر؛ پاستوریزاسیون،

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

پاستوریزاسیون با ماندگاری طولانی (extended shelf life) و استریلیزاسیون، تهیه می‌شود (3).

یک از افزودنی‌های مصرفی در تهیه دسرهای شیری، شیرین کننده‌ها هستند. خرما دارای شیرینی طبیعی بوده و به عنوان یک غذای ساده و سهل الهضم مورد توجه است. مقدار چربی آن پایین، فاقد کلسترول، فاقد چربی اشباع و منبع بسیار خوب فیبر رژیمی است. همچنین، خرما منبع غنی از مواد مختلف نظیر پتاسیم، آهن، کلسیم، منیزیم، گوگرد، مس و فسفر است. به دلیل محتوای بسیار بالای قند، از قند خرما می‌توان به عنوان شیرین کننده طبیعی در محصولات پخت، نوشابه سازی، قنادی و غیره استفاده نمود (4). شهد خرما یا عسل خرما عبارتست از عصاره شیره خرما غلیظ شده که ترکیبات کلوئیدی و قسمت عمده مواد رنگی آن گرفته شده است. این عسل در نوشیدنی‌ها، بستنی، مارمالاد و صنایع قنادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به صورت یک محصول شیرین، طلایی رنگ با طعمی شبیه کارامل، غلیظ و شبیه عسل است. میانگین ترکیب شیمیایی شهد خرما با درجه بریکس 82 به صورت 16/5% رطوبت؛ 1/4% پروتئین، 38/2% گلوکز، 39/4 % فروکتوز و 1/6 % خاکستر گزارش شده است (1). استفاده از شهد خرما در تولید محصولات حاوی شکر باعث شده تا علاوه بر بهبود خواص تغذیه‌ای آن، مقدار مصرف شکر نیز در محصول کاهش یابد.

بسبس و همکاران (2009) از خرما در تولید مربا استفاده کردند و ترکیبات شیمیایی، ویژگی‌های فیزیکی (بافت و ظرفیت نگهداری آب) و حسی آن را بررسی کردند (5). جوکار و همکاران (1385) تولید نوشیدنی شکلاتی تهیه شده از شیر، تراوه شیر فراپالیده و شهد خرما را بررسی کردند (6). میلانی و همکاران (1390) تأثیر افزودن عسل خرما و گوار بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافت و ویسکوزیته بستنی ماستی کم چرب پرتقالی، را مورد بررسی قرار دادند (4). عامری نسب و همکاران (2015) اثر افزودن قند مایع خرما به شیر ماست و تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، ترکیبات فنولیک کل و فعالیت آنتی اکسیدانی، رئولوژیکی و حسی را بررسی کردند (7). اخیراً، جریدی و همکاران (2015) از محصولات جانبی خرما تونسی واریته *Phoenix dactylifera L.* در تولید دسرهای لبنی استفاده کردند. مقادیر متفاوتی از پودر و سیروپ خرما در فرمولاسیون دسر لبنی (دارای مقدار ناچیزی شکر، بدون افزودن ترکیبات رنگی و طعم‌دار) استفاده شد. پلی‌ساکاریدها و فیبرهای سیروپ خرما بافت مناسب‌تر در محصول نهایی ایجاد کردند و محصولات جانبی خرما می‌تواند فعالیت آنتی اکسیدانی دسرهای فرموله شده را بهبود دهد (8).

در این پژوهش، تأثیر سطوح مختلف نشاسته ذرت و ژلاتین و همچنین جایگزینی عسل خرما به جای شکر بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، بافتی و حسی دسر شیری بررسی شده است.

• مواد و روش‌ها

در فرمولاسیون دسر شیری بر پایه عسل خرما از شیر، عسل خرما، نشاسته و ژلاتین استفاده شد. شیر پاستوریزه 3% چربی و عسل خرما به ترتیب از شرکت میهن و سیباسان ایران تهیه شد. ژلاتین NTP پاکستان با بلوم 160-180، نشاسته معمولی ذرت کارگیل (Cargill) هلند و وانیل چین از بازار داخلی خریداری گردید. دیگر مواد آزمایشگاهی از شرکت مرک آلمان خریداری شد و همگی دارای خلوص آزمایشگاهی بودند.

تهیه دسر شیری: فرمولاسیون پایه استاندارد دسر شیری شامل: شیر 70/65 %، عسل خرما 24/4 %، وانیل 0/15 %، نشاسته ذرت 4/5 % و ژلاتین 0/3 % می‌باشد به طوری‌که ابتدا مواد پودری (نشاسته ذرت، ژلاتین و وانیل) با هم ترکیب شده و به مخلوط شیر و عسل خرما اضافه شد و بعد از فرایند حرارتی (دمای 95-90 درجه سانتی‌گراد به مدت یک دقیقه)، سرد کردن و نگهداری در یخچال (24 ساعت ماندن در یخچال)، دسر شیری آماده شد (استاندارد ملی ایران، 14681). از آنجایی که این محصول در مدت نگهداری دچار اشکالات فیزیکوشیمیایی خصوصا آب اندازی می‌شود لذا به منظور رفع این اشکالات و به منظور بهینه‌سازی شرایط فرایند ، متغیرهای مستقل A (درصد نشاسته)، B (درصد ژلاتین) و C (درصد عسل خرما) در سه سطح (جدول 1) انتخاب شدند. بر اساس نرم‌افزار دیزاین اکسپرت، 18 آزمایش برای به دست آوردن نقطه بهینه ارائه کرد (جدول 2). در این جدول فاکتورها و سطوح اندازه‌گیری آنها نیز بیان شده است.

جدول 1. نمایش متغیرهای مستقل فرآیند و سطوح اندازه‌گیری آنها

متغیرهای مستقل	فاکتور	کد و سطح مربوطه		
		+1	0	-1
درصد نشاسته	A	6	4/5	3
درصد ژلاتین	B	0/6	0/4	0/2
درصد عسل خرما	C	22	19/5	17

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

جدول 2. آزمایشات ارائه شده توسط نرم‌افزار با استفاده از طرح RSM

run	نشاسته	ژلاتین	عسل خرما	run	نشاسته	ژلاتین	عسل خرما
1	6	0/6	22	10	6	0/6	17
2	4/5	0/4	17	11	6	0/2	22
3	3	0/2	17	12	4/5	0/4	22
4	4/5	0/4	19/5	13	3	0/6	22
5	3	0/4	19/5	14	3	0/6	17
6	3	0/2	22	15	4/5	0/2	19/5
7	4/5	0/6	19/5	16	4/5	0/4	19/5
8	6	0/2	17	17	6	0/4	19/5
9	4/5	0/4	19/5	18	4/5	0/4	19/5

مواد جامد محلول (Brix): مواد جامد محلول نمونه‌ها با استفاده از رفراکتومتر دستی (MT-098 model, Taiwan) اندازه گیری شد (9).

آب اندازی (سینرسیس): برای اندازه‌گیری سینرسیس، 10 گرم از نمونه در داخل لوله سانتریفیوژ دستگاه توزین و سپس در سرعت 5000 rpm به مدت 0/5 ساعت سانتریفیوژ (Universal 320R , Hettich, Germany) شد. میزان سرم جدا شده توزین و بعد از تقسیم کردن بر مقدار اولیه (10 گرم نمونه) به صورت درصد سینرسیس و طبق معادله 1 گزارش شد (8).

معادله 1 $$\text{آب اندازی (سینرسیس)} = \frac{\text{میزان سرم جدا شده}}{\text{مقدار اولیه محصول}} \times 100$$

ویسکوزیته ظاهری: جهت آماده سازی محصول قبل از انجام آزمون ویسکوزیته، ابتدا نمونه‌ها به مدت 24 ساعت در دمای 4°C نگهداری شدند. سپس برای هموژن کردن نمونه، محصول را به مدت 10 ثانیه هم‌زده تا بافت کاملاً یکنواختی ایجاد گردد. برای اندازه گیری ویسکوزیته ظاهری، نمونه‌های آماده سازی شده، در چندین سرعت برشی (2/5، 3 و 4 دور بر دقیقه) با دستگاه ویسکومتر چرخشی (Haake, 550 model, Germany) مورد آزمون قرار گرفته و ویسکوزیته ظاهری قرائت گردید (7).

ویژگی‌های بافتی نمونه: جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی نمونه‌های دسر شیری، با کمک دستگاه بافت سنج بروکفیلد (Texture analyzer, LFRA 4500 model, Brookfield, USA) و روش نفوذ سنجی با پروب مخروطی شکل (Cone penetrometer) استفاده شد. مقدار مشخصی از نمونه در ظرف استوانه‌ای شکل ریخته شد و به مدت 24 ساعت در دمای یخچال به منظور یکسان‌سازی دما نگهداری شدند. سرعت پروب یک میلی متر بر ثانیه و عمق نفوذ آن 25 میلی متر بود. پروب استفاده شده پلاستیکی و دارای زاویه 30 درجه بود. قطر و ارتفاع پروب به ترتیب 25 و 45 میلی‌متر گزارش شد (10).

رنگ سنجی: جهت اندازه‌گیری پارامترهای رنگی نمونه‌ها از روش عکس برداری به روش جعبه مستطیلی چوبی به مساحت کف 2400 سانتی متر مربع دارای دو لامپ کم مصرف سفید فلورسانس 9 واتی با شدت نور داخلی 75 لوکس استفاده شد و سپس اندازه‌گیری پارامترهای رنگی *L، *a و *b عکس‌ها توسط نرم افزار ایمیج جی (Image J) و در نهایت استاندارد نمودن پارامترها با کارت‌های RAL استفاده شد (8).

ارزیابی چشایی نمونه‌های تولیدی: با استفاده از روش هدونیک و با در نظر گرفتن شاخص‌هایی همچون بو و مزه (طعم)، رنگ، بافت و پذیرش کلی انجام شد. آزمون در مقیاس امتیازدهی 1 تا 5 (عدد بزرگتر نشان‌دهنده مطلوب بودن محصول است) برای هر شاخص توسط 20 ارزیاب آموزش دیده صورت گرفت و برای هر 20 ارزیاب میانگین گیری شد و در برنامه دیزاین اکسپرت قرار گرفت (11). نتایج حاصله از بهینه سازی نرم افزار دیزاین اکسپرت کاملا نسبی بوده و میتواند بصورت اعشاری بیان گردد.

شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها: شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها مطابق استاندارد ملی ایران شماره 5272 در رقت های 0/001 و 0/0001 انجام شد (12).

شمارش اشریشیاکلی: شمارش اشریشیاکلی مطابق استاندارد ملی ایران به شماره 2946 انجام شد (13).

شمارش کپک و مخمر: شمارش کپک و مخمر مطابق استانداردهای ملی ایران به شماره 2-10899 و 3-10899 انجام شد (14 و 15).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: با توجه به درصدهای به دست آمده از آزمون‌های تولید اولیه، حد بالا و پایین متغیرها

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

به دست آمدند، سپس با استفاده از نرم افزار Design Expert V 9.0 ورژن 9 روش سطح پاسخ RSM (Response Surface Methodology) انتخاب و طرح ترکیب مرکزی CCD (Central Composite Design) با سطح احتمال 5% با میزان آلفای برابر 1 با 4 نقطه مرکزی برای آن برگزیده شد. برای افزایش دقت در آنالیز آماری کلیه تست‌ها (به جز برای آنالیزهای چشایی با میانگین 20 تکرار) با دو تکرار انجام شدند و میانگین دو تکرار در طرح سطح پاسخ گزارش شد. نتایج به دست آمده از آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی دسر لبنی و آنالیز آماری شامل تأثیر میزان عسل خرما، نشاسته و ژلاتین بر ویژگی‌های دسر تولید شده و توجیه این اثرات در این بخش بیان شده است. کلیه بررسی‌های آماری و معنی‌دار بودن یا نبودن داده‌ها در سطح 5 درصد انجام شد. اطلاعات ارائه شده در این بخش کمک می‌کند تا تأثیر میزان ماده اولیه را بر ویژگی‌های دسرهای تولید شده مورد بررسی و تحلیل قرار داده تا بهترین روش و شرایط برای تولید دسر لبنی به دست آید. در روش RSM برای هر متغیر وابسته مدلی تعریف شد که آثار اصلی و متقابل فاکتورها را بر روی هر متغیر جداگانه بیان می‌کند، مدل چند متغیره به صورت زیر می‌باشد. در معادله 2 ذکر شده Y پاسخ پیش بینی شده، β_0 ضریب ثابت، β_a، β_b، β_c اثرات خطی، β_{aa}، β_{bb}، β_{cc} اثرات مربعی و β_{ab}، β_{ac}، β_{bc} اثرات متقابل می‌باشند.

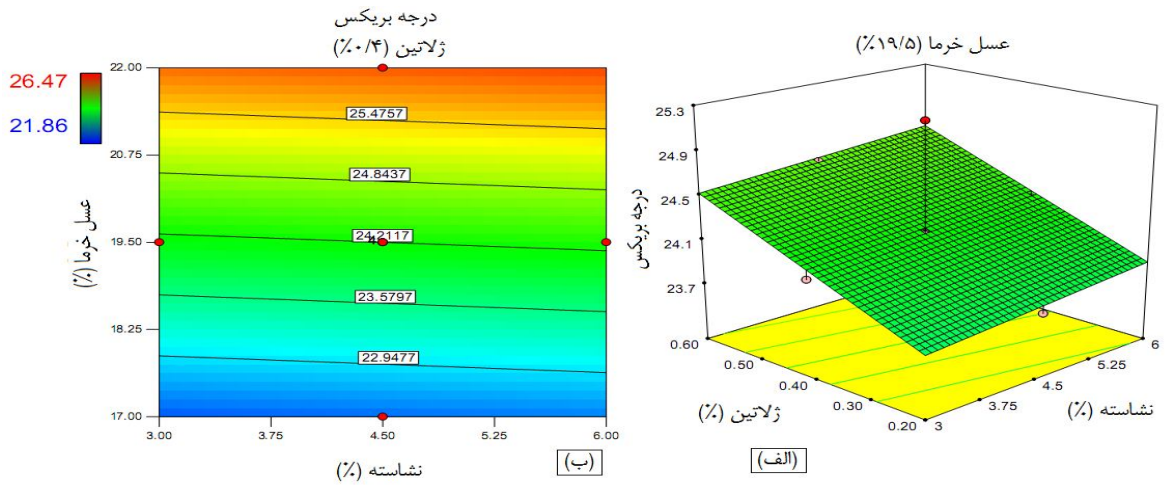
$$Y=\beta_0+\beta_aA+\beta_bB+\beta_cC+\beta_{aa}A^2+\beta_{bb}B^2+\beta_{cc}C^2+\beta_{ab}AB+\beta_{ac}AC+\beta_{bc}BC$$ معادله 2

جستجوی شرایط عملیاتی بهینه برای دستیابی به بهترین پاسخ‌ها با استفاده از تکنیک بهینه سازی عددی (Numerical Optimization) انجام شد. در تکنیک مذکور فضای پاسخ با استفاده از مدل‌های ایجاد شده و به منظور یافتن بهترین شرایطی که اهداف بهینه سازی مورد نظر را برآورده کند، جستجو شد. بدین منظور در ابتدا اهداف بهینه سازی را مشخص کرده و سپس سطوح پاسخ و متغیرهای مستقل را تنظیم کرده و با استفاده از تکنیک فاین تیونینگ (Fine Tuning)، بهترین جواب‌ها به دست آمدند (4). پس از آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار، مدلی پیشنهاد شد که دارای انحراف استاندارد (S.D.) و مجموع مربعات باقیمانده برآورد شده (PRESS) کم و ضریب همبستگی (R^2) زیاد است.

• یافته‌ها

مواد جامد محلول (درجه بریکس): به منظور تهیه مدلی که اثر متغیرهای مورد بررسی را بر روی هر یک از فاکتورهای هدف توصیف کند، از معادله1 استفاده شد. در بررسی تغییرات مواد جامد محلول نرم افزار مدل خطی را پیشنهاد کرد که نتایج آن به صورت معادله2 آمده است که نشان می‌دهد تنها اثر درصد ژلاتین و عسل خرما بر بریکس دسر لبنی معنی‌دار بود. در شکل کانتور دو بعدی (شکل 1- ب) تأثیر متقابل درصد نشاسته و عسل خرما بر تغییرات بریکس رسم شده است این نمودار نشان می‌دهد با افزایش درصد نشاسته تغییری در میزان مواد جامد محلول رخ نداده است ولی با افزایش درصد عسل خرما این ویژگی افزایش یافته است. در شکل سطح پاسخ سه بعدی (شکل 1- الف) نیز مشاهده می‌شود که با افزایش میزان ژلاتین بریکس افزایش می‌یابد.

مواد جامد محلول(درجه بریکس) =24/21+0/4B+1/81C معادله 3



شکل1. (الف) نمودار سطح پاسخ سه بعدی و (ب) کانتور دو بعدی تغییرات مواد جامد محلول (درجه بریکس)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

آب‌اندازی (سینرسیس): میزان آب‌اندازی نمونه‌ها در دمای 23 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد و تنها در تیمارهای 3، 6 و 13 به ترتیب مقدار 0/1، 0/2 و 0/2 میلی‌لیتر مشاهده شد. در تجزیه و تحلیل آماری نتایج نرم‌افزار معادله‌ای ارائه نکرد و این مقدار اندازه‌گیری شده، معنی‌دار نمی‌باشد.

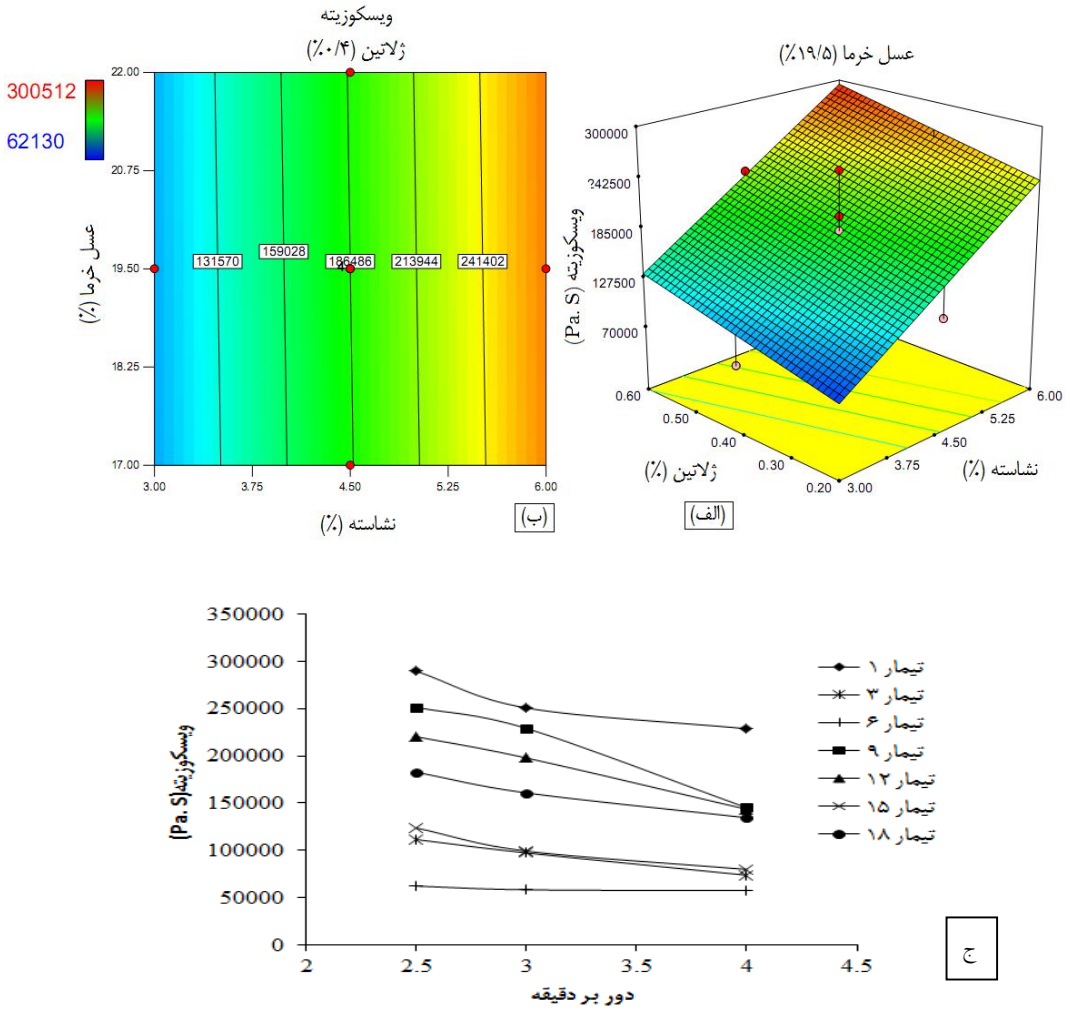
تغییرات ویسکوزیته: در نمودار سطح پاسخ سه بعدی (شکل 2- الف) که اثر درصد نشاسته و ژلاتین را نشان می‌دهد به خوبی مشخص شده که با افزایش هر کدام ویسکوزیته افزایش می‌یابد که این تأثیر در مورد نشاسته بیشتر مشاهده می‌شود. در شکل کانتور دو بعدی (شکل 2- ب) تأثیر متقابل نشاسته و عسل خرما بر ویسکوزیته رسم شده که این نمودار نشان می‌دهد با افزایش درصد عسل خرما هیچ تغییری در ویسکوزیته رخ نمی‌دهد. نرم‌افزار مدل خطی را پیشنهاد کرد که نتایج آن به صورت معادله 4 گزارش شده است.

معادله 4 $\text{ویسکوزیته(پاسکال.ثانیه)} = 1/8\times10^{5} + 81140/9A + 27380/3B$

آزمون بافت سنجی: در بررسی سفتی بافت و چسبندگی الگوهای مشابهی مشاهده گردید و نرم افزار معادله خطی را برای هر دو خصوصیت پیشنهاد کرد. همانطور که در معادله (4 و 5) نشان داده شده است، تنها درصد نشاسته و ژلاتین بر شاخص سفتی بافت و چسبندگی دسر تولیدی معنی‌دار بود. در نمودار سطح پاسخ سه بعدی (شکل 3- الف و ج) مشاهده می‌شود که با افزایش درصد نشاسته و ژلاتین سفتی بافت و چسبندگی افزایش می‌یابد. در شکل کانتور دو بعدی (شکل 3- ب و د) تأثیر متقابل نشاسته و عسل خرما بر سفتی بافت و چسبندگی رسم شده که این نمودار نشان می‌دهد با افزایش درصد عسل خرما این دو خصوصیت افزایش می‌یابند با این حال این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشند.

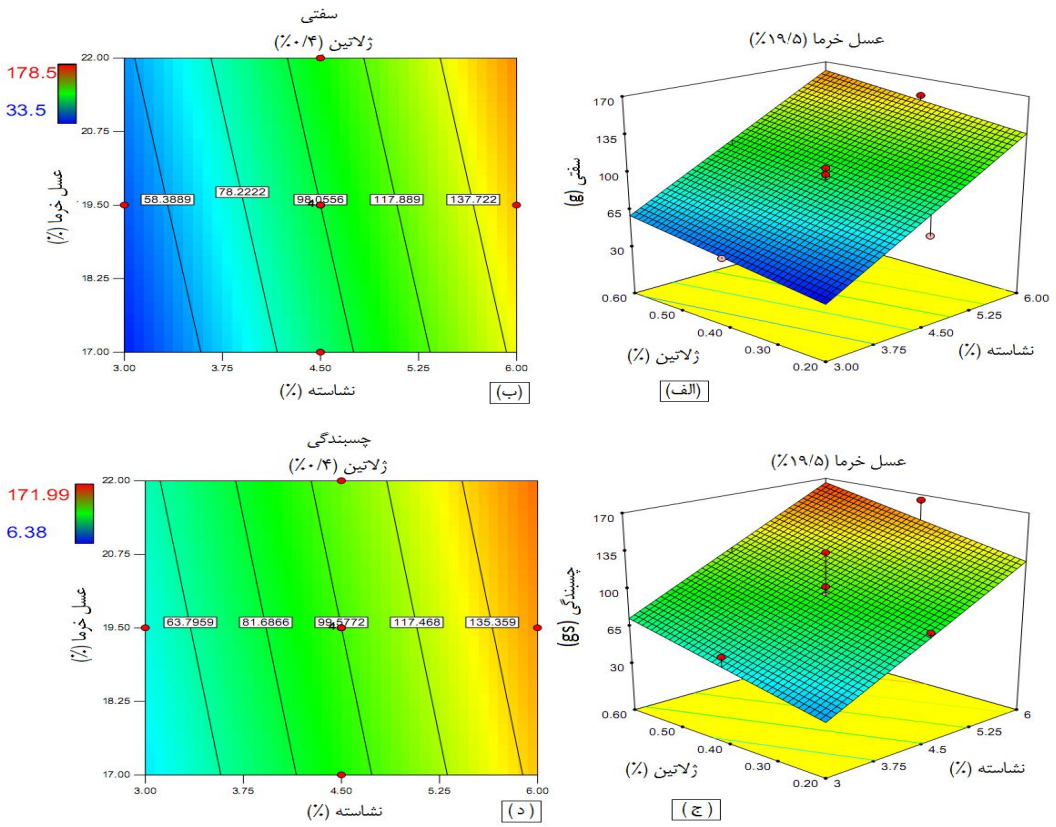
معادله 5 $\text{سفتی(گرم)} = 98/06 + 50/9A + 12/55B$

معادله 6 $\text{چسبندگی(گرم.ثانیه)} = 99/58 + 46/48A + 19/85B$



شکل2. (الف) نمودار سطح پاسخ سه بعدی، (ب) کانتور دو بعدی تغییرات ویسکوزیته (پاسکال.ثانیه) و (ج) تغییرات ویسکوزیته در برابر سرعت برشی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]



شکل3. (الف) نمودار سطح پاسخ سه بعدی و (ب) کانتور دو بعدی تغییرات سفتی (گرم)، (ج) نمودار سطح پاسخ سه بعدی و (د) کانتور دو بعدی تغییرات چسبندگی (گرم.ثانیه)

تغییرات فاکتورهای رنگی: در بررسی فاکتورهای *L، *a و *b مربوط به دسر لبنی تحت شرایط طراحی شده توسط طرح RSM، نرم افزار معادلات7، 8 و 9 را پیشنهاد داد. مطابق معادله 7، اثر متقابل نشاسته-عسل خرما، ژلاتین-عسل خرما و توان دوم نشاسته، ژلاتین و عسل خرما بر شاخص فاکتور *L دسر تولیدی معنی‌دار بود. در بررسی فاکتور *a نرم افزار معادله فاکتور متقابل دوگانه را پیشنهاد کرد که نتایج آن ارائه شده است. براساس معادله 8 مشاهده می‌شود اثر متغیر درصد نشاسته به صورت خطی و اثر متقابل نشاسته-ژلاتین و ژلاتین-عسل خرما بر فاکتور *a معنی‌دار بود. در خصوص فاکتور *b، نرم افزار معادله درجه دومی را پیشنهاد داد که درصد نشاسته، اثر متقابل نشاسته-ژلاتین و توان دوم نشاسته و عسل خرما بر فاکتور *b دسر تولیدی معنی‌دار است (معادله 9).

معادله 7 $L^*=86/7-0/38AC-0/69BC-0/71A^2-0/64B^2+0/98C^2$

معادله 8 $a^*=-8/79+0/81A-0/89AB-0/49BC$

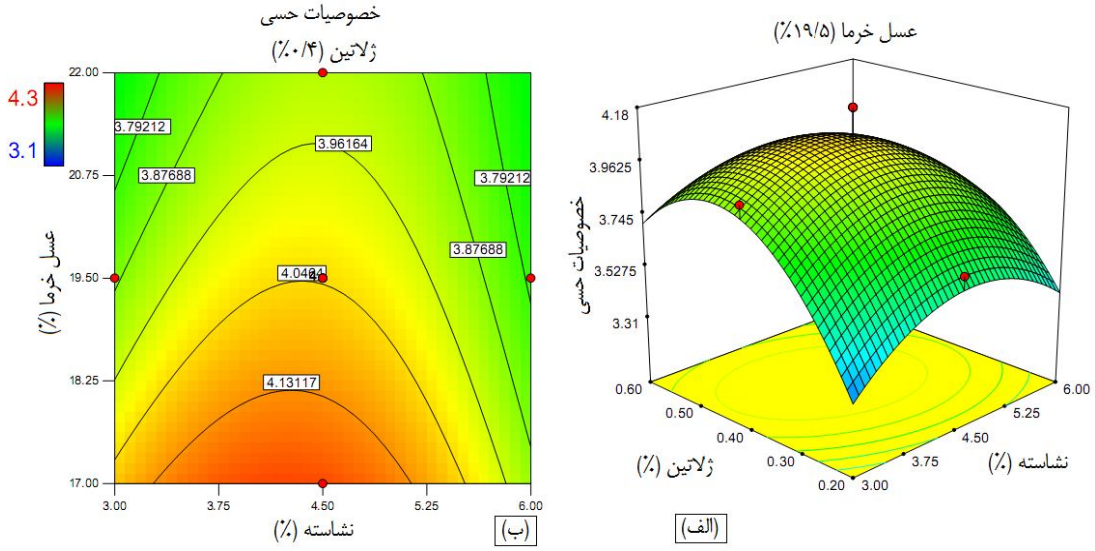
معادله 9 $b^*=26/73+1/56A-1/89AB-3/53A^2+2/94C^2$

تغییرات ویژگی‌های حسی: از ضریب ویژگی‌های حسی در معادله 10 استنباط می‌شود که تغییرات خصوصیات حسی تحت تأثیر اثر متقابل ژلاتین-عسل خرما و توان دوم ژلاتین قرار داشت. همچنین در نمودار سطح پاسخ سه بعدی (شکل4- الف) نیز مشاهده می‌شود که با افزایش درصد ژلاتین میزان خصوصیات حسی اندکی بهبود یافت. همچنین با توجه به نمودار کانتور دو بعدی (شکل 4- ب) مشاهده شد با افزایش درصد عسل خرما از 17 به 22 نمره خصوصیات حسی اندکی کاهش یافت و از 4/3 به 3/8 رسید. این اعداد بدست آمده از برنامه سطح پاسخ کاملا نسبی بوده و میزان مطلوبیت نسبی را بیان می‌کند در جایی که امتیاز 5 و 1 به ترتیب بالاترین و پایین ترین مطلوبیت حسی را بصورت نمادین بیان می‌دارند.

معادله 10 $\text{خصوصیات حسی (امتیاز)}=4/04-0/21BC-0/35B^2$

نتایج آزمون میکروبی: در هیچ کدام از نمونه‌ها کپک، مخمر و اشرشیاکلی یافت نشد. در شمارش کلی تعدادی از نمونه‌ها بین 10-30cfu/g شمارش گردید با این حال معادله خاصی با روند تغییرات آن تطابق نداشت و بنابراین نتایج آن در این گزارش ارائه نگردیده است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]



شکل4. (الف) نمودار سطح پاسخ سه بعدی و (ب) کانتور دو بعدی تغییرات ویژگی‌های حسی

• بحث

محتوای مواد جامد محلول (بریکس) در شیره خرما در محدوده 73-67% می‌باشد. با افزودن عسل خرما به نمونه میزان مواد جامد محلول افزایش یافته و مواد جامد محلول عسل خرما تأثیر چشمگیری بر مواد جامد محلول کل دسر لبنی داشت. در این پژوهش، بریکس نمونه‌ها در محدوده 26/47-21/86 اندازه‌گیری شد که با توجه به استاندارد ملی ایران به شماره 14681، ساکارز و ماده خشک کل دسر شیری به ترتیب باید حداکثر 17 و حداقل 24 باشند (3). Toker و همکاران (2013) بریکس دسر تولیدی را در محدوده 22/01-17/36 برای دسر لبنی تولیدی با هیدروکلوئیدهای کاراگینان، زانتان، آلژینات و گوار گزارش کردند (9). محتوای گزارش شده با بریکس نمونه‌های این پژوهش همخوانی دارد. ژلاتین و عسل خرما تأثیر معنی‌داری بر بریکس نمونه‌های دسر لبنی تولیدی داشتند؛ اما اثر نشاسته معنی‌دار نبود. تفاوت در بریکس نمونه‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در ظرفیت میزان جذب آب نشاسته و ژلاتین باشد. به علاوه تفاوت در مقادیر عسل خرما استفاده شده در فرمولاسیون دسر شیری می‌تواند در میزان بریکس نمونه نهایی مؤثر باشد زیرا محتوای مواد جامد محلول فرمولاسیون را افزایش می‌دهد.

سینرسیس یکی از فاکتورهای بسیار مهم در دسرها است و معمولاً به دلیل افزایش اتصالات مولکولی بین زنجیره‌ها و خروج آب از ساختار به وجود می‌آید. سینرسیس یا خروج آب پارامتر مهمی در ارزیابی پایداری محصولات لبنی طی نگهداری است که چالش مهمی در غذاهای فرایند شده می‌باشد. همانطور که گزارش شد تنها در چند نمونه از دسرهای تولیدی مقدار کمی سینرسیس مشاهده شد که از نظر آماری هم معنی‌دار نبود. این نتایج با مطالعه جریدی و همکاران (2015) همخوانی دارد به طوری که گزارش کردند محصولات خرما منبع خوبی از ترکیبات قوام دهنده (فیبرهای خوراکی) بوده که در کاهش تراوش خود به خودی فرمولاسیون درگیر است و می‌توانند به عنوان یک افزودنی طبیعی در فرمولاسیون محصولات لبنی جدید با ارزش غذایی بالا به کار گرفته شوند (8). همچنین عامری نسب و همکاران (2015) نتایج مشابهی را گزارش نموده و قند خرما را عامل مؤثر در کاهش سینرسیس معرفی نمودند (7). به طور کلی، برخی ترکیبات مانند قطعات میوه یا عصاره‌های غلیظ می‌توانند با جذب آب آزاد محصول باعث کاهش سینرسیس گردند. به علاوه، استفاده از ترکیب نشاسته ذرت و ژلاتین با هم می‌تواند به طور مؤثری مانع سینرس در دسر لبنی بر پایه عسل خرما شود.

ویسکوزیته عبارت است از مقاومت در برابر جریان و هرچه مقدار آن بیشتر باشد انرژی بیشتری برای سایر فرایندهای تولیدی لازم است. اثر سرعت برشی بر تغییرات ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها نشان داد که در همه تیمارها با افزایش سرعت برشی ویسکوزیته کاهش یافته که نشان دهنده رفتار سودوپلاستیک یا رقیق شونده با برش این دسر لبنی می‌باشد. همچنین، مشخص شده اثر کازئین، چربی و مواد پایدارکننده بر ویسکوزیته محصولات بیشتر از سایر ترکیبات است (16). افزودن نشاسته و ژلاتین سبب افزایش ویسکوزیته دسرهای تولیدی شد، بطوریکه بیشترین مقدار ویسکوزیته در نمونه حاوی 6% نشاسته و 0/6% ژلاتین مشاهده شد. این افزایش ویسکوزیته ناشی از جذب آب توسط هیدروکلوئیدها و افزایش

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

قوام محصول نهایی است. بر خلاف مطالعه میلانی و همکاران (1390) که در مورد بستنی ماستی گزارش نمودند افزایش درصد جایگزینی عسل خرما باعث افزایش معنی‌دار ویسکوزیته مخلوط می‌گردد (4)؛ اما در مورد دسر لبنی افزایش عسل خرما تأثیری بر ویسکوزیته نشان نداد. جریدی و همکاران (2015) نیز افزودن عسل خرما را باعث افزایش ویسکوزیته دسر لبنی می‌دانند (8). همچنین در تمامی نمونه ها با افزایش سرعت چرخشی (دور بر دقیقه)، ویسکوزینه نمونه ها کاهش یافت (شکل 2 - ج). چنین روندی را توکر و همکاران (2013) برای دسرهای لبنی حاوی صمغ‌های گوار، زانتان و کاراگینان و آلژینات بیان کردند (9). این رفتار رقیق شونده با برش می‌تواند مربوط به برهمکنش پیچیده بین پروتئین‌های شیر و هیدروکلوئیدهای استفاده شده باشد. همچنین، جهت‌گیری هیدروکلوئیدها با محور چرخش پروب ویسکومتر هم دلیلی دیگری بر این روند است.

نتایج نشان داد که با افزایش درصد نشاسته، ژلاتین و عسل خرما، سفتی بافت و چسبندگی افزایش می‌یابد؛ اما در مورد عسل خرما میزان افزایش معنی‌دار نبود. این افزایش می‌تواند به دلیل فرایند ژلاتیناسیون نشاسته طی فرایند حرارتی و جذب آب توسط ژلاتین باشد. بنابراین با افزایش مقدار این هیدروکلوئیدها در محصول، بافت محصول سفت‌تر می‌گردد. به علاوه، برهمکنش بین پروتئین‌های شیر و هیدروکلوئیدها هم می‌تواند بر چنین روندی تأثیرگذار باشد (8). الگاراوانی و همکاران (2005) نیز نشان دادند همبستگی بالایی بین غلظت مواد (کنسانتره پروتئین آب پنیر، نشاسته سیب زمینی و یوتا-کاراگینان) و استحکام دسر لبنی وجود دارد و با افزایش غلظت مواد تشکیل‌دهنده، سفتی بافت افزایش می‌یابد که با این تحقیق همخوانی دارد (10). از اینرو، نتایج نشان داد که افزودن عسل خرما، نشاسته و ژلاتین می‌تواند منجر به جایگزینی موفقیت‌آمیز شکر در فرمولاسیون دسر لبنی و بهبود خصوصیات تکنولوژیکی و عملکردی محصول فرموله شده گردد.

رنگ، یکی از ویژگی‌های ظاهری مواد غذایی است که درک کیفی مصرف‌کننده از محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در پذیرش محصول توسط مصرف‌کننده نقش بسزایی ایفا می‌کند (17). در واقع رنگ در مواد غذایی از رنگ‌های طبیعی موجود در ماده خام و یا ترکیبات رنگی تولید شده در حین فرایند حاصل می‌شود. نتایج نشان داد که با تغییرات درصد نشاسته و عسل خرما تغییرات محسوسی در فاکتور L^* رخ نمی‌دهد؛ اما با افزایش عسل خرما از 17 تا 22% باعث افزایش فاکتور a^* و از 19/5 تا 22% باعث افزایش b^* می‌شود. افزایش a^* و b^* به ترتیب مربوط به افزایش پارامترهای قرمزی و زردی نمونه‌ها است. این نتایج با نتایج عامری نسب و همکاران (2015) تطابق داشت به طوری که گزارش نمودند با افزایش غلظت قند خرما، پارامترهای رنگی (a^* و b^*) ماست‌های تولیدی افزایش یافتند (7). در مطالعه دیگری، جریدی و همکاران (2015) گزارش کردند که افزودن سیروپ خرما به دسر لبنی منجر به افزایش پارامترهای رنگی محصول می‌گردد (8). به طور کلی قندهای احیاکننده متفاوتی همچون گلوکز و فروکتوز، در عسل خرما وجود دارند. برهمکنش بین قندهای احیاء کننده در عسل خرما و پروتئین‌های شیر دسر لبنی طی واکنش مایلارد (واکنش قهوه ای شدن غیرآنزیمی) اتفاق می‌افتد که این واکنش می‌تواند منجر به تشکیل ترکیبات رنگی در محصول گردد و با افزایش میزان آن در فرمولاسیون دسر، شاخص‌های رنگی را افزایش داده است (8).

سیروپ خرما علاوه بر ترکیبات تغذیه‌ای دارای ترکیبات فعال بیولوژیکی (ترکیبات فنولیک) است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارد. به همین دلیل، استفاده از آنها در فرمولاسیون دسر لبنی اهمیت دارد (8). اما نمودارها نشان داد نمونه‌های با عسل خرمای کمتر دارای کیفیت بالاتری از نظر ویژگی‌های حسی بودند و با افزایش محتوای عسل خرما مقبولیت آنها کمتر شده است که این نتایج با جوکار و همکاران (1385) همخوانی ندارد (6). همچنین دهقانی فیروزآبادی و دانشی (1390) اظهار نمودند قند خرما به صورت شیره و عسل خرما می‌تواند به عنوان جایگزین شکر و قند اینورت در محصولات غذایی مانند کیک و شیرینی، آبمیوه، نوشیدنی‌ها و فرآورده‌های لبنی نظیر بستنی و برخی محصولات رژیمی استفاده شده و اثر محسوسی بر ویژگی‌های حسی و پذیرش کلی محصول نداشته باشد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد (18). استفاده از کنسانتره‌های محصولات شیرین دیگر به جای شکر در تولید دسرهای لبنی بسیار کاربردی می‌باشد به طوری که صادقی ماهونک و همکاران (1392) از کنسانتره کشمش در تولید دسر لبنی استفاده نموده و گزارش کردند نمونه‌های حاوی 13 و 15% کنسانتره و 0/3% صمغ کربوکسی متیل سلولز از نظر پذیرش کلی مقبولیت بالایی دارند (19).

همانطور که در بخش قبل گزارش شد هیچ کدام از انواع کپک، مخمر و باکتری‌ها در رقت های 0/001 و 0/0001 ، رشد معنی‌داری نداشتند و نتایج آزمایشات میکروبی با استاندارد ملی ایران شماره 14681، مطابقت داشت. عدم رشد

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

کپک، مخمر و اشریشیاکلی را می‌توان به انجام فرایند حرارتی کافی جهت از بین بردن میکروارگانیسم‌ها و نیز رعایت کلیه اصول بهداشتی در طی تولید دسرها دانست که مانع ایجاد آلودگی پس از فرایند در محصول شده است. همچنین، عدم رشد میکروارگانیسم‌ها در نمونه‌ها را می‌توان به این امر مربوط دانست که حتی در صورت وجود میکروارگانیسم‌ها به دلیل نامناسب بودن شرایط رشد محیطی همچون pH و فعالیت آبی، هیچ میکروارگانیسمی در محیط رشد نکرده است. نتایج مشابه با این مطالعه را جریدی و همکاران (2015) در مورد دسرهای لبنی دارای سیروپ واریته‌های مختلف خرما هم مشاهده کردند (8).

جدول 3. مقایسه نتایج پیش‌بینی شده و اندازه گیری شده

شرایط و پارامترها	پیش‌بینی شده	اندازه‌گیری شده
نشاسته (%)	3	3
ژلاتین (%)	0/2	0/2
عسل خرما (%)	27/9	27/9
pH	6	6/3
مواد جامد محلول (°Brix)	29/8	28/7
ویژگی‌های حسی	3/7	3/2
ویسکوزیته(پاسکال.ثانیه)	62130	61580
سفتی بافت (گرم)	63/7	65/2
چسبندگی (گرم.ثانیه)	57/6	59/5

در روند بهینه‌سازی محتوای نشاسته حداقل و در محدوده 3-6%، ژلاتین حداقل و در محدوده 0/2-0/6%، عسل خرما حداکثر و در محدوده 17-30%، pH در محدوده 6-7، بریکس حداکثر و در محدوده 21-30، ویژگی‌های حسی در محدوده 3-5، سفتی حداقل و در محدوده 0-178 گرم، چسبندگی حداقل و در محدوده 6-170 گرم ثانیه و خصوصیات رنگ آزاد در نظر گرفته شد. برای تعیین اعتبار مدل سه آزمایش تحت شرایط بهینه انجام شد (جدول 3). همان طور که مشاهده می‌شود نتایج آزمایشات با نتایج پیش‌بینی شده مطابقت خوبی دارد و در نتیجه اثبات می‌کند که مدل قوی بوده و برای تخمین نتایج آزمایش قابل استفاده است.

نتایج پژوهش نشان داد که روش آماری سطح پاسخ روش خوب و قابل اطمینان برای انتخاب سطوح بهینه شرایط تولید دسر لبنی بر پایه عسل خرما است. بریکس تحت تأثیر درصد ژلاتین و عسل خرما قرار گرفت. فاکتورهای رنگ تحت تأثیر همه متغیرهای اعمال شده (نشاسته، ژلاتین و عسل خرما) بود. ویژگی‌های حسی دسرهای تولیدی تحت تأثیر اثر متقابل ژلاتین-عسل خرما و توان دوم ژلاتین قرار دارند. در بررسی رفتار رئولوژیکی دسر تولیدی مشاهده شد که با افزایش نرخ برش ویسکوزیته نمونه‌ها کاهش یافت که نشان دهنده رفتار سودوپلاستیک یا رقیق شونده با برش تیمارها می‌باشد. نتایج میکروبی نشان داد که ویژگی‌های میکروبی در حد مجاز بود. میزان آب‌اندازی تمامی نمونه ها، بسیار پایین و معنی دار نمی‌باشد. در نهایت، بهترین شرایط تولید دسر لبنی را می‌توان نشاسته 3%، ژلاتین 0/2% و درصد عسل خرما 27/9 پیش‌بینی کرد که تحت این شرایط محتوای ماده جامد 29/8 درجه بریکس، ویژگی‌های حسی 3/7، ویسکوزیته ظاهری 62130 پاسکال.ثانیه، سفتی بافت 63/7 گرم و چسبندگی57/6 گرم ثانیه گزارش شد. توصیه به تولیدکنندگان دسر شیری با رعایت رژیم غذایی مطلوب، استفاده از فرمولاسیون نشاسته 3%، ژلاتین 0/2% و عسل خرما 27/9% است.

References

1. Keshtkaran M, Mohammadifar MA, Asadi GHM. The effectof two types of Iranian gum tragacanth on some rheological, physical and sensory properties of date milk beverage. Iran J Nutr Food Sci Food Technol 2012; 3: 31-42.
2. Ghiasi F, Majzoobi M, Farahnaky. Effect of processed wheat germ on physicochemical and sensory characteristic of milk dessert. JFST 2016; 13: 169-183.
3. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Milk and milk products- Milk-base desserts- Specification and test method, ISIRI no 14681. Karaj: ISIRI; 2012 [in Persian].
4. Milani E, Baghaei H, Mortazavi S A. Evaluation of date syrup and guar gum addition on physicochemical, viscosity and thextural propertie of low fat orange yog-ice cream. IJSTS 2011; 7: 115-120.
5. Besbes S, Drira L, Blecker C, Deroanne C, Attia H. Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera L.*): Compositonal, functional and sensory characteristics of date jam. Food Chem 2009; 112: 406-411.
6. Jokar A, Golmakany MT, Karbasi A. A Dairy Chocolate Beverage Prepared from Whey Permeate Sweetened by Date Syrup. JWSS - IUTechnology 2007; 10: 427-433.
7. Amerinasab A, Labbafi M, Mousavi M, Khodayian F. Development of novel yoghurt based on date liquid sugar: physicochemical and sensory characterization. J Food Sci Technol 2015; 52: 6583-6590.
8. Jridi M, Souissi N, Ben Salem M, Ayadi MA, Nasri M, Azabou S. Tunisian date (*Phoenix dactylifera L.*) by-product: Characterization and potential effects on sensory, textural and antioxidant properties of dairy desserts. Food Chem 2015; 188: 8-15.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

9. Toker OS, Dogan M, Camylmaz E, Ersoz NB, kaya Y. The effects of different gums and their interactions on the rheological properties of a dairy dessert: A mixture design approach. Food Bioprocess Tech 2012; 6: 896-908.

10. El-Garawany GA, Abd El Salam, M H. Preparation and rheological properties of dairy dessert based on whey protein/potato starch. Food Chem 2005; 91: 261-267.

11. Manickavasagan A, Mathew T A, Al-Attabi Z H, Al-Zakwani I M. Dates as a substitute for added sugar in traditional foods- A case study with idli. EJFA 2013; 25: 899-906.

12. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Micobiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for enumeration of microorganisms-colony-count techniques at 30°C, ISIRI no 5272. Karaj: ISIRI; 2007 [in Persian].

13. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Microbiology of food and animal feeding stuffs-Detection and enumeration of presumptive Escherichia coli- Most probable number technique, ISIRI no 2946. Karaj: ISIRI; 2005 [in Persian].

14. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Micobiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds – Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0.95, ISIRI no 10899-2. Karaj: ISIRI; 2008 [in Persian].

15. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Micobiology of food and animal feeding stuffs-enumeration of yeasts and moulds – Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0.60, ISIRI no 10899-3. Karaj: ISIRI; 2012 [in Persian].

16. Regand A and Douglas Goff H. Structure and ice recrystallization in frozen stabilized ice cream model systems. Food Hydrocolloid 2003; 17: 95-102

17. Koc, Banu. Spray drying of yogurt: Optimization of process conditions for improving viability and other quality attributes. Drying Technol 2010; 28: 495-507.

18. Dehghani Pirozabadi A, Daneshi M. The use of liquid sugar date and date syrup as sweetener in food. National Conference in Food; 2010; Ghochan, Iran. [in Persian].

19. Sadeghi Mahovang A, Bateni R. Addition of raiains concentrates to dairy dessert and its effect on the sensory properties of the final product. Third National Conference on Food security; 2012; Savadkuh, Iran. [in Persian].

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

Production of Dairy Dessert Based on Formulation of Date Syrup, Corn Starch and Gelatin Using Response Surface Methodology (RSM)

*Mehrabi Z[1], Goli M[2]**

1-MSc graduated, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan)Branch, Isfahan, Iran

*2- *Corresponding author: Associate Prof, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran. Email: mgolifood@yahoo.com*

Received 7 Jun, 2017 **Accepted 23 Sept, 2017**

Background and Objectives: Reduction or elimination of sugar from dairy dessert formulations is in relation to the safety of people and has important nutritional quality. But sugar elimination from food formulations results to the some problems that should be solved with application of sutiable texture improver(s).

Materials and Methods: The effects of different levels of corn starch (3, 4.5, and 6%), gelatin (0.2, 0.4, and 0.6%) and substituting date syrup (17,19.5, and 22%) instead of sugar on the physical and chemical properties, as well as textral and sensory attributes of dairy dessert were investigated. RSM was selected and the Central Composite Design with 5% probabality was chosen.

Results: The effect of gelatin and date syrup on the Brix of dairy dessert was significant. The viscosity of the samples increased significantly ($P<0.05$) with the increase of starch and gelatin. Effect of starch was more than gelatin, but date syrup had no significant effect on viscosity. In case of texture (hardness and adhesion), all dessert samples had smiliar trend to viscosity results. All samples had little or no serum separation. Starch, gelatin and date syrup had no significant effects on L^* factor, but their effect on a^* and b^* parameters was significant ($P<0.05$). The sensory evaluation results demonstrated no significant difference between all samples and the scores determined in the range of 3.13-4.30. All samples were negative for yeast, mold and *E.coli*. The total count was 10-30 cfu/g, therefore, it is acceptable.

Conclusions: RSM is a sutiable and reliable method for optimizing dairy dessert and predicted the best condition, including: 3% starch, 0.2% gelatin and 27.9% date syrup. In these conditions, pH, TSS, overall acceptability, hardness and adhesiveness were 6, 29.8, 3.7, 63.7 and 57.6 g.sec values, respectively.

Keywords: Date syrup, Starch, Gelatin, Optimization, Dairy dessert, Physical and chemical properties

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]