مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بهینه‌سازی و مدل‌سازی فرمولاسیون مربای هویج زرد ایرانی رژیمی با استفاده از استویوزید و اینولین به روش سطح پاسخ

سیما شرعی[۱]، نجمه خادمی‌پور[۲*]، مهرنوش تدینی[۳]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی،پردیس علوم و تحقیقات خوزستان،دانشگاه آزاد اسلامی،اهواز، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران،ایران

۳- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۹ /۰۸/۱٤

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۱/۲۵

کلمات کلیدی:

بهینه‌سازی فرمولاسیون،

روش سطح پاسخ،

مدل‌سازی،

مربای هویج زرد ایرانی.

DOI: 10.29252/fsct.18.06.25

* مسئول مکاتبات:

khademinajme@gmail.com

چکیده

باتوجه به افزایش بیماری‌های مرتبط با قند، کاهش مصرف قند یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیشرو برای مصرف‌کنندگان و متخصصین صنعت غذا و تغذیه می‌باشد؛ بنابراین جایگزین‌کردن ساکارز با انواع دیگر شیرین‌کننده‌ها، به‌ویژه شیرین‌کننده‌های طبیعی اهمیّت بسزایی دارد. هدف از پژوهش حاضر، بهینه‌سازی فرمولاسیون مربای هویج زرد ایرانی کم‌کالری با حداقل ساکارز و با استفاده از روش سطح پاسخ است. بدین منظور، از سه متغیر مستقل استویوزید، به‌عنوان شیرین‌کننده جایگزین ساکارز (۰/۰۵تا ۰/۳ درصد از ساکارز کل)، ساکارز (۳۵ تا ٦۰) درصد و اینولین (۲ تا ۵) درصد استفاده شد. مطابق نتایج، مدل‌های برازش‌شده ضرایب تبیین بالایی را در خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و رنگ (به جز شاخص زردی) داشت. نتایج نشان داد که اینولین و ساکارز به‌صورت مستقل تأثیر معنی‌داری بر بریکس، رطوبت، ویسکوزیته، خواص حسی (به جز شاخص طعم) و پارامترهای روشنایی و قرمزی رنگ داشت ($p\leq0.05$). pH و اسیدیته تحت تأثیر متغیرهای آزمون قرار نگرفت و مدل معنی‌داری را نشان نداد ($p>0.05$). بهینه‌سازی متغیرها در فرمولاسیون مربای هویج زرد ایرانی نشان داد که در صورت استفاده از ۰/۲۳ درصد استویوزید،۵ درصد اینولین و در حضور ٤۹/۳ درصد ساکارز، به فرمولاسیون بهینه با ضریب مطلوبیت ۰/۷۲۲ بدون تغییرات نامطلوب در خواص فیزیکوشیمیایی و حسی دست خواهیم یافت. این پژوهش نشان داد می‌توان از هویج زرد ایرانی، در این فرآورده و در تولید مواد غذایی فراسودمند استفاده و فواید سلامتی بخش آن را بهبود داد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

۱- مقدمه

دیابت نوع ۲ در سراسر دنیا با سرعت نگران‌کننده‌ای در حال گسترش است که این امر موجب افزایش نرخ مرگ‌ومیر و هزینه‌های مرتبط با سلامتی می‌شود. به‌طوری‌که انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ از هر ده نفر، یک نفر از این بیماری رنج ببرد. استراتژی‌های پیشگیری‌کننده مناسب، در شیوه زندگی افراد و همچنین وجود رژیم‌های غذایی مناسب به‌عنوان راهکارهای اصلی در جلوگیری از این بیماری مطرح هستند [۱]. اکثر مطالعات بر بهبود محصولات غذایی سنتی که غنی از ساکارز و اسیدهای چرب اشباع‌شده و جایگزین‌کردن آن‌ها با ترکیبات طبیعی با خصوصیات مثبت فیزیولوژیکی از جمله شیرین‌کننده‌های طبیعی، ترکیبات حاوی پری‌بیوتیک‌ها و ترکیبات عاری از نمک، متمرکز شده‌اند [۲و۳].

گیاه شیرین برگ یا استویا با نام علمی *Stevia Rebaudiana Bertoni* گیاهی علفی، چندساله و متعلق به تیره کاسنی[1] از ارزشمندترین گیاهان دارویی مناطق حاره می‌باشد [٤] . برگ‌های استویا (۲۰۰ تا۳۰۰) برابر شیرین‌تر از ساکارز هستند و با وجود مزه بسیار شیرین جذب بدن نمی‌شوند [۵]. به همین علت این گیاه جایگاه ویژه‌ای در صنعت غذا به خود اختصاص داده است. برخلاف شیرین‌کننده‌های مصنوعی، استویوزید نه‌تنها منجر به بروز بیماری نمی‌شود، بلکه اثرات مفیدی مانند ویژگی ضددیابتی نیز دارد [٦]. برگ‌ها حاوی ترکیبات استویوزید[2]، ربادیوزید[3]، A ، B، C، D، E، F، دایکوزیدA[4]، استویولبیوزید[5] و روبوزوزاید[6] می‌باشند. پایین‌بودن اندیس گلایسمی، پایداری در محلول‌های اسیدی و قلیایی و پایداری در دماهای بالا از ویژگی‌های شاخص استویوزید است [۷].

مربا یک ماده غذایی با رطوبت متوسط است که از طریق جوشاندن پالپ میوه با قند (ساکارز)، پکتین، اسید و سایر مواد شامل (نگهدارنده، طعم‌دهنده و رنگ‌دهنده) به یک قوام مناسب می‌رسد [۸]. مرباهای میوه با دارابودن منابع مهم کربوهیدرات و سطوح بسیار پایین اسید چرب، می‌تواند منبعی مقرون‌به‌صرفه، آسان و در دسترس برای تأمین انرژی و کالری موردنیاز بدن باشند [۷].

هویج زرد ایرانی یا زردک، گیاهی دوساله از خانواده چتریان است. هویج زرد از خانواده *Pastinaca* و گونه *sativa* هستند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند خاستگاه اولیه زردک فلات ایران، افغانستان و آسیای صغیر است [۹]. این گیاه غنی از مواد قندی و کاروتن و دارای ویتامین تیامین، ریبوفلاوین، پیرودوکسین و نیاسین است. زردک باعث تقویت اعصاب می‌شود و غنی از کلسیم و فسفر و آهن است وجود مقادیر آهن در این گیاه موجب شادابی پوست و بهبود کم‌خونی می‌شود. ویژگی‌های منحصربه‌فرد سازگاری این گیاه مانند مقاومت به خشکی، گرما و شوری آب‌وخاک همچنین کاربردهای متنوع غذایی و دارویی ریشه‌های غده‌ای این گیاه بومی موجب علاقه بیشتر پژوهشگران به استفاده از آن می‌گردد [۱۰].

در صنعت غذا از اینولین به‌عنوان یک شیرین‌کننده کم‌کالری، جایگزین چربی، عامل حجم دهنده، بهبوددهنده بافت، عامل جذب‌کننده آب، پایدارکننده کف، امولسیون و نیز پرکننده استفاده می‌شود. از اینولین برای تولید محصولات نانوایی و قنادی استفاده می‌شود [۱۱]. به‌گونه‌ای که قندهار یزدی و همکاران (۲۰۱٤)، جایگزینی ساکارز توسط استویوزید و بهبود خصوصیات رئولوژیکی آن به کمک صمغ عربی در مربای سیب را، مورد بررسی قرارداد. مطابق با نتایج به‌دست‌آمده با افزایش جایگزینی صمغ عربی تا ۲ درصد، شاخص‌های زردی، قرمزی و شاخص واکنش‌های آنزیمی کاهش چشمگیری یافت. همچنین سوتوال و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی مربای کم‌کالری سیب با جایگزینی شیرین‌کننده طبیعی استویوزید به‌جای ساکارز پرداخت. مطابق تحقیق این محققین زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مربای کم‌کالری سیب تهیه‌شده با استویوزید گذاشت. علیزاده و همکاران (۲۰۱۸)، بهینه‌سازی تولید نکتار انبه به‌وسیله جایگزینی استویوزید و اینولین و بررسی خصوصیات فیزیوشیمیایی و رئولوژیکی آن را موردمطالعه قرارداد. مسعود و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی تأثیر صمغ زانتان و اینولین بر خواص رئولوژیکی مربا پرداختند. نتایج نشان داد با افزایش سطوح جایگزینی صمغ زانتان و اینولین، ویسکوزیته نمونه‌ها کاهش می‌یابد. این در حالی است که صمغ زانتان تا ۲۵ درصد می‌تواند جایگزین مناسب پکتین شود [۱۲-۱۵].

باتوجه‌به اهمیّت بسزای خاستگاه زردک که بدون شک متعلق

1. Asteraceae
2. Stevioside
3. Rebaudioside
4. Dulcoside A
5. Steviolbioside
6. Rubusoside

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

به ایران است و با تکیه به این موضوع که تاکنون هیچ پژوهشی دراین‌رابطه صورت نگرفته است، پژوهش حاضر با هدف بهینه‌سازی و مدل‌سازی فرمولاسیون مربای هویج زرد ایرانی (زردک) با استفاده از جایگزین‌کردن ساکارز با استویوزید و اینولین به روش سطح پاسخ[1] و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی آن انجام گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

هویج زرد ایرانی (زردک) از بازارهای تره‌بار محلی شهرستان اهواز (خوزستان) خریداری شد. بعد از ضدعفونی، با محلول ضدعفونی‌کننده سبزیجات، آن‌ها را خشک کرده و در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پودر استویوزید از شرکت تکفا ایران، اینولین از شرکت بنواورافتی آلمان، پکتین و سیتریک اسید با خلوص ۹۹ درصد از شرکت رامک شیراز و ساکارز سفید تجاری از کارخانه پادمهر یزد خریداری شد. سایر مواد شیمیایی مورداستفاده از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

۲-۲- روش تهیه مربای هویج زرد ایرانی (زردک)

زردک موردنیاز پس از شستشو با گریدر (رنده) به‌اندازه دلخواه و شکل یکنواخت درآمد. فرمولاسیون نمونه‌های مربا با استفاده از روش آماری سطح پاسخ و بر اساس فاکتورهای متغیر استویوزید در سطوح (۰/۰۵ تا ۰/۳) درصد، اینولین (۲ تا ۵) درصد و ساکارز (۳۵ تا ٦۰) درصد و پکتین (۰/۵) درصد در مقدار ثابت میوه (۲۵۰ گرم) در ۲۰ ران تهیه شد. پخت مربا در ظروف تفلون و تحت‌فشار اتمسفر انجام گرفت. مخلوط موردنظر بر روی شعله گاز و در دمای شعله کم حرارت و به طور مداوم توسط قاشق چوبی هم زده شد. مقدار ماده جامد کل در طی فرآیند به طور متناوب اندازه‌گیری شد. فرایند پخت نمونه‌های مربا تا حل شدن کامل مواد جامد و با تنظیم اسیدیته با اسید سیتریک (حداکثر ۰/۳۵) درصد و اندازه‌گیری مداوم آن با pH متر دیجیتالی مدل متروم، تا pH برابر با ۳/۲ و رسیدن درجه بریکس به ۵۳ ادامه یافت. در پایان برای دستیابی به عطروطعم مطلوب، پودر وانیل به مقدار (۰/۲) درصد به نمونه‌ها اضافه گردید. سپس نمونه‌ها به ظروف شیشه‌ای مناسب انتقال داده شد و در دمای محیطی مناسب قرار گرفت.

۲-۳- اندازه‌گیری خواص فیزیکوشیمیایی

اندازه‌گیری ماده جامد محلول[2] نمونه‌های مربا در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و با استفاده از دستگاه رفراکتومتر صورت پذیرفت. اندازه‌گیری pH در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و با دستگاه pH متر دیجیتالی و اندازه‌گیری اسیدیته بر مبنای اسیدسیتریک و بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۱٤ صورت پذیرفت [۱٦]. اندازه‌گیری رطوبت بر اساس روش ارائه شده توسط نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۰) انجام گرفت [۱۷]. ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های مربا در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (Brookield DVII) ساخت کشور امریکا در سرعت rpm ۲۵ اندازه‌گیری شد. اسپیندل SC4-31، مورد استفاده قرار گرفت [۱۸]. ویژگی‌های رنگی نمونه‌های مربا با استفاده از یک دستگاه رنگ‌سنج هانترلب مدل Color Flenz(Huntenpals) ساخت امریکا بر اساس سه شاخص*L (شاخص روشنایی - تیرگی)،*a (شاخص قرمز - سبز) و *b (شاخص زرد- آبی) انجام گرفت [۱۹].

۲-٤- اندازه‌گیری خواص حسی

پس از آموزش‌های مقدماتی در مورد نحوه ارزیابی حسی، تعداد ۲۰ نفر به‌عنوان ارزیاب شامل ۱۰ نفر مرد و ۱۰ نفر زن در رده سنی ۲۵-۳۵ سال از دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم و تحقیقات اهواز انتخاب شدند. ارزیابی خواص حسی نمونه‌های مربا شامل رنگ، طعم، بافت، عطر، مالش‌پذیری و قابلیت پذیرش کل[3] با استفاده از روش هدونیک ۹ نقطه‌ای مطابق روش کلیک و همکاران (۲۰۰٦) استفاده شد [۲۰].

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

بهینه‌سازی و مدل‌سازی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی مربای هویج زرد ایرانی با سه متغیر درصدهای استویوزید، اینولین و ساکارز با نرم افزار Design Expert نسخه ۱۲ طرح RSM و روشCentral Composit مورد بررسی قرار گرفت. اعتبارسنجی داده‌های حاصل به روش box-cox و تشابه مقادیر پیش‌بینی‌شده - واقعی بررسی و پس از تأیید، آنالیز واریانس در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

1. Response Surface Methodology (RSM)

2. TTS
3. Overall acceptance

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مدل‌سازی فرمولاسیون

Table 1 Factors and variables test

Factor	Name	Type	Minimum	Maximum	Coded Low	Coded High	Mean	Std. Dev.
A	Stevioside (%)	Numeric	0.0500	0.3000	-1 ↔ 0.05	+1 ↔ 0.30	0.1750	0.0907
B	Sucrose (%)	Numeric	35.00	60.00	-1 ↔ 35.00	+1 ↔ 60.00	47.50	9.07
C	Inulin (%)	Numeric	2.00	5.00	-1 ↔ 2.00	+1 ↔ 5.00	3.50	1.09

Table 2 Proposed models for physicochemical and sensory properties tests

Factors	Models	R^2	R^2_{adj}	Sig
Acidity	$1.04+A-0.003B+C+0.02B^2$	0.54	0.43	0.161
pH	3.64-0.009A-0.01B-0.055C	0.63	0.37	0.408
BX	47.65+1.7B+3.7C	0.91	0.87	0.003
Moisture	$49.41 +2.3B+4C+2.72A^2$	0.92	0.88	0.0001
Color	$4.99-0.13C- 0.13AB-0.26AC-0.1A^2-0.26C^2$	0.98	0.76	0.0018
Taste	$0.45B+0.23B^2+4.72$	0.91	0.78	0.0001
Texture	$4.95 +A+0.2B+0.4C+0.27A^2$	0.92	0.8	0.0001
Spredibility	$5+0.13B+0.22C-0.1BC+0.2B^2+ 0.18A^2$	0.98	0.79	0.0011
Acceptability	5.01+0.04A+0.13B+0.2C-0.1BC+0.18A2-0.16B2	0.92	0.74	0.003
Viscosity	0.18+0.008 B+0.025C+0.04BC	0.89	0.80	0.0007
L*	76.19+2.13B+0.01C	0.90	0.81	0.005
a*	-9.9+0.035A-3.03C-2.34AC-2.1BC	0.83	0.73	0.003
b*	-	0.55	0.3	0.069

۳-۱-۱- اسیدیته و pH

pH و اسیدیته مربا، بیانگر کیفیت محصول و تغییرات آن طی مراحل تولید و نگهداری به شمار می‌آید [۲۱]. مطابق شکل ۱، افزایش میزان استویوزید، ساکارز و اینولین، موجب کاهش pH شد که این کاهش در معادله‌ی برازش‌شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبود. بر اساس شکل ۱ (b) نیز مشخص شد که افزایش در پارامترهای مستقل استویوزید و اینولین تا حد وسط مقادیر، منجر به افزایش و در ادامه موجب کاهش غیرمعنی‌دار میزان اسیدیته گردید. همچنین افزایش در مقدار اینولین در ابتدا موجب کاهش و در ادامه سبب افزایش اسیدیته شد، این تغییرات نیز در معادله ارائه‌شده در جدول ۲ معنی‌دار نبود ($p>0.05$). کاهش مقدار pH ممکن است ناشی از افزایش اسیدیته در نتیجه تجزیه ساکارز، اینولین و همچنین ناشی از هیدرولیز پکتین، حاصل شود. چیتگر و همکاران (۱۳۹۷) دراین‌رابطه، نشان دادند که جایگزینی ساکارز با استویوزید در فرمولاسیون سس کچاپ نتوانسته است تغییرات معنی‌داری را در میزان pH و اسیدیته نشان دهد [۲۲]. در این راستا تنویر و همکاران (۲۰۱۸) بیان داشتند مقدار pH و اسیدیته مربای زنجبیل در طی دوره نگهداری تفاوت معنی‌داری نداشت [۲۳]. سوتوال و همکاران (۲۰۱۹) نیز در پژوهشی به بررسی مربای کم‌کالری با جایگزینی استویوزید بجای ساکارز نیز اشاره کردند که مقدار pH در همه نمونه‌های مورد آزمون در طی دوره نگهداری کاهش پیدا کرد [۱۳]. این نتایج با پژوهش واسیف و همکاران (۲۰۱۵) نیز مطابقت دارد. کردسوپ و ناکتنان (۲۰۱۳) نیز عدم تفاوت pH و اسیدیته را در ارتباط با مرباهای انبه که در فرمولاسیون آن‌ها از سوربیتول بجای ساکارز استفاده شده بود، مشاهده کرد [۲٤، ۲۵].

۳-۱-۲- بریکس(BX) و رطوبت

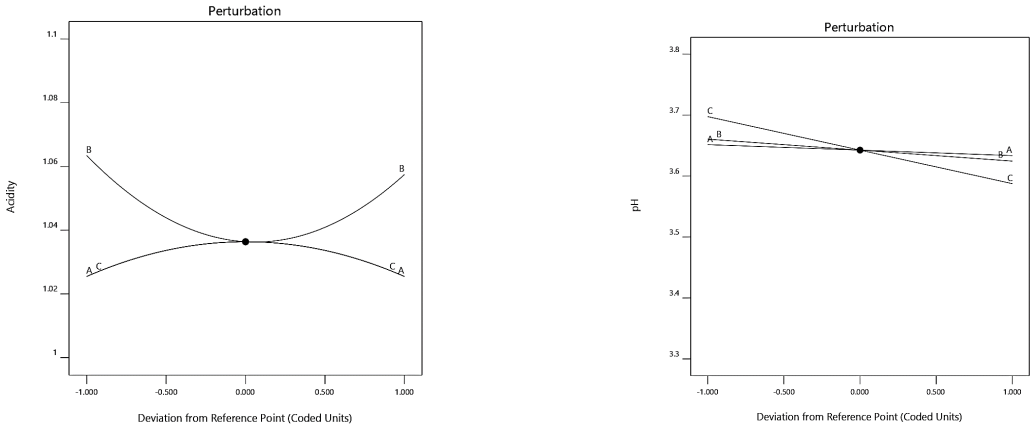
بر اساس جدول شماره ۲، مدل ارائه‌شده برای تخمین میزان بریکس نمونه‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود در نتیجه توانایی استفاده از آن برای پیش‌بینی مقادیر بریکس وجود داشت که با افزایش پارامترهای مؤثر بر مدل (ساکارز و اینولین)، میزان بریکس نمونه‌ها افزایش معنی‌داری یافت (شکل۲a) ($p\leq0.05$). درویشی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

کردند که تفاوت معنی‌داری در میزان بریکس بین نمونه‌های مربا سیب با استفاده از سوکرالوز و مالتودکسترین و نمونه شاهد وجود ندارد [۲۶]. افزایش بریکس با افزایش مقدار ساکارز به‌این‌علت است که افزودن قند باعث افزایش درصد ماده جامد محلول می‌گردد، مهم‌ترین فاکتور در افزایش میزان بریکس نوشیدنی‌ها ساکارز موجود در آن می‌باشد، با افزایش ساکارز و اینولین بریکس افزایش معنادار و افزایش استویوزید منجر به کاهش غیرمعنادار بریکس شده است. شرعی و همکاران (۱۳۹۷) نیز نشان دادند که افزایش اینولین و ساکارز موجب افزایش میزان بریکس نمونه‌ها شده است [۲۷]. تأثیر استویوزید بر روی میزان بریکس به‌وسیله محققین دیگر مانند مونجو و همکاران (۲۰۱۳) نیز بررسی شده است. این محققین اظهار داشتند استفاده از استویوزید در جایگزینی با ساکارز در مربای انبه منجر به کاهش بریکس شده است [۲۸]. همچنین در مطالعه‌ای که نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی خواص بافتی مربای رژیمی بر پایه استویوزید و بهینه‌سازی فرمولاسیون آن پرداختند، نیز به این موضوع اذعان کردند. در این بررسی با افزایش میزان ساکارز در فرمولاسیون مربا، مقدار ماده جامد کل نمونه‌های مربا در یک شیب خطی افزایش چشمگیری یافت. اما زمانی که مقدار ساکارز ثابت و پارامترهای دیگر متغیر بودند، تغییر محسوسی در ماده جامد کل مشاهده نشد [۲۹].

تغییرات محتوای رطوبت در فرمولاسیون پیشنهادی آزمون در جدول ۲ نشان داد که مدل پیشنهادی در این پژوهش از R^2 و R^2_{adj} قابل قبولی برخوردار بود. آزمون عدم برازش نیز نشان داد که این فاکتور معنی‌دار نبوده است و مدل ارائه شده در پیش‌بینی پارامتر مورد ارزیابی کارایی دارد. آنالیز واریانس معنی‌دار بودن اثرات خطی ضرایب مدل درجه دوم برای هر پاسخ در سطح اطمینان ۹۵ درصد بررسی و پس از حذف ضرایب مربوط به عباراتی که معنی‌دار نشده بودند، مدل نهایی تدوین و در جدول ۲ بیان شد . در شکل ۲ (b) نشان داده شد که با افزایش متغیرهای مؤثر (ساکارز و اینولین)، رطوبت نمونه‌ها افزایش معنی‌دار یافته است. استفاده از استویوزید تا مقدار ۰/۱۸ موجب کاهش رطوبت و بعد از آن افزایش رطوبت شده است و اینولین و ساکارز تأثیر مثبت و معنی‌داری بر میزان رطوبت داشته‌اند که از مهم‌ترین دلایل آن می‌توان به خاصیت جاذب‌الرطوبه بودن، اینولین و تا حدودی ساکارز اشاره کرد. فروزان‌مهر و عباسی (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که استفاده از اینولین موجب افزایش میزان رطوبت در شکلات شیری شده است [۳۰]. فرانک و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان دادند که استفاده از اینولین و الیگوفروکتوزها در نان و کیک موجب افزایش میزان رطوبت می‌شود که با نتایج ارائه‌شده در این پژوهش همخوانی دارد [۳۱].

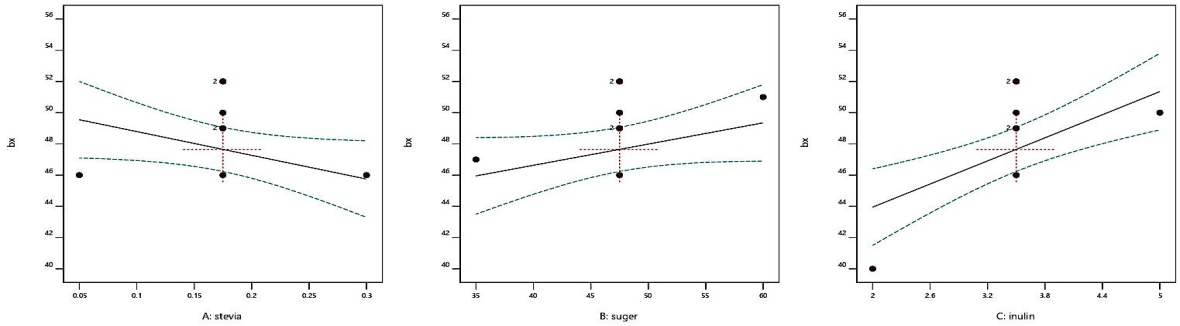


(b) (a)

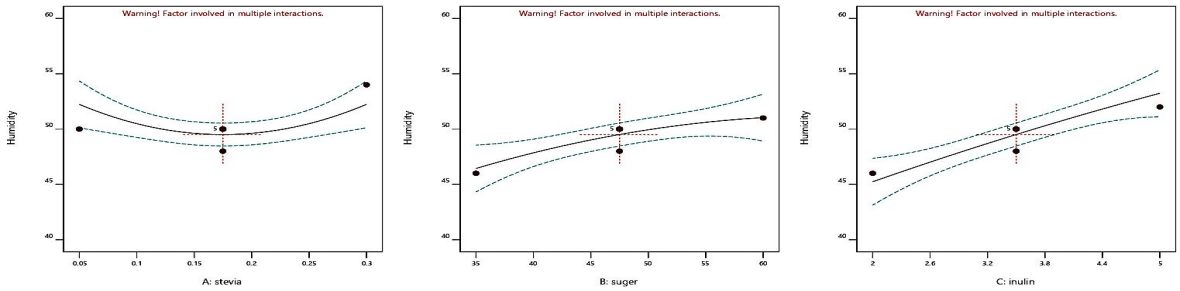
Fig 1 Effect of Stevioside, sucrose and inulin variables on pH (a) and acidity (b) changes

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]



(a)



(b)

Fig 2 Effect of Stevioside, sucrose and inulin variables on BX changes (a) and moisture changes (b)

۳-۱-۳- ویسکوزیته ظاهری

خواص رئولوژکی نقش مهمی در طراحی و بهینه‌سازی فرایند برعهده دارد و همبستگی بالایی را با خواص کیفی، حسی و پایداری نمونه به وجود می‌آورد[۳۲]. ویسکوزیته‌ی ظاهری از شاخص‌های کیفی تأثیرگذار در تولید محصولاتی می‌باشد که مصرف‌کننده انتظار ویژه‌ای دررابطه‌با ظاهر و احساس دهانی آنها دارد [۳۳]. نتایج تجزیه واریانس مدل ارائه‌شده برای ویسکوزیته، نشان داد که تنها عوامل مؤثر بر میزان ویسکوزیته، مقادیر اینولین و ساکارز بود و استویوزید مورداستفاده در فرمولاسیون تأثیر غیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد و بر همکنش اینولین و ساکارز تأثیر معنی‌داری را بر مدل نشان داد ($p\leq0.05$). باتوجه‌به شکل ٤، بالاترین میزان ویسکوزیته مربوط به نمونه‌هایی با حداکثر مقادیر اینولین و ساکارز بود که در این شرایط میزان استویوزید برابر با ۰/۱۷۵ درصد است، باتوجه‌به ضرایب R^2 و R^2_{adj} و با حذف ضرایب غیر معنی‌دار مؤثر بر ویسکوزیته، مدل به‌صورت جدول ۲ نشان داده شد. تحقیقات نشان دادند که افزایش ویسکوزیته فرآورده حاوی ترکیبات هیدروکلوئیدی می‌تواند به اثر متقابل بین فیبرها، الیگوساکاریدها، پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌های فرآورده مربوط باشد که این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر مطابقت دارد [۳۲]. سوکروز نقش مهمی در ایجاد بافت، احساس دهانی مطلوب و ویسکوزیته فراورده‌های غذایی می-گذارد [۳٤]. بنابراین جایگزین‌کردن ساکارز با شیرین‌کننده استویوزید، به طور مشخص موجب کاهش ویسکوزیته به دلیل کاهش مواد خشک می‌شود. به همین دلیل از ترکیباتی مانند اینولین به‌منظور تعدیل و رفع این ویژگی استفاده می‌شود [۳۵].ترکیب اینولین منجر به بهبود بافت مربا، پوشش پس طعم تلخ استویوزید شد [۳٦ و ۲۷]. این ویژگی اینولین به دلیل توانایی این ترکیب در جذب آب و ایجاد پیوند هیدروزنی بین مولکول‌های آب با هدف تشکیل شبکه ژلی است. بعلاوه، مطابق گزارشات، اینولین با شیرین‌کننده‌هایی ماند استویوزید هم‌پوشانی دارد [۳۷ و ۳۸] و بالاتر بودن ویسکوزیته نمونه‌های دارای مقادیر بالای ساکارز و اینولین می‌تواند به همین دلیل باشد. در این راستا، درویشی و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

که به دلیل شیرینی بالای سوکرالوز جایگزین شده با ساکارز در فرمولاسیون مربای سیب، شیرینی موردنظر حاصل خواهد شد و براین‌اساس کاهش معنی‌داری در میزان بریکس و ویسکوزیته محصول ایجاد می‌شود. در پژوهش حاضر نیز مشخص شد که افزایش در میزان ساکارز و هیدروکلوئید اینولین منجر به افزایش مقدار ویسکوزیته شد [۲۶]. همچنین جایگزینی ساکارز با استویوزید و افزایش سطح اینولین در فرمولاسیون مربای زردک، با افزایش ویسکوزیته موجب ایجاد قوام مناسب می‌شود. بااین‌وجود، رسیدن به ویسکوزیته‌ای مشابه با فرمولاسیون ساکارز ۱۰۰درصد در بسیاری از موارد قابل اعمال نیست. باسو و همکاران (۲۰۱۱) و (۲۰۱۳) به ترتیب در تحقیقاتی جداگانه با جایگزینی سوربیتول، سوکروز- استویوزید در مربای انبه نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی ساکارز با شیرین‌کننده‌های سوربیتول - سوکروز و استویوزید، میزان اندیس قوام (K) کاهش‌یافته است که نشان-دهنده‌ی کاهش ویسکوزیته در نمونه‌های مربای انبه رژیمی بوده است [۸ و ۳۹]. بیان این نکته ضروری است که نقش اصلی در شبکه سه‌بعدی نمونه‌های مربا را، پکتین اضافه شده و پکتین موجود در پالپ میوه، برعهده دارد [۳۹]. از عوامل مؤثر بر قدرت ژلی مربا، غلظت پکتین، درجه استریفیکاسیون پکتین، غلظت قند، اسیدیته، دمای فرایند، غلظت پالپ میوه است [۸]. لذا تغییر در هرکدام از این پارامترها منجر به تغییر در ویسکوزیته نهایی مربا خواهد شد. ساکارز موجود در فرمولاسیون مربا، با جذب آب و دهیدراتاسیون، زمینه پیوستگی بیشتر مولکول‌های پکتین به یکدیگر را فراهم می‌کند و در نتیجه تأثیر مهمی را در شبکه ژلی مربا دارد [۴۰]. از طرفی گروه‌های هیدروکسیل موجود در ساختار ساکارز، با مولکول-های پکتین، پیوندهای هیدروژنی ایجاد و استحکام بیشتر ژل تولیدشده را سبب می‌شود [۴۱]. باسو و همکاران (۲۰۱۱ و ۲۰۱۳) با بررسی طیف‌سنجی تبدیل فوریه فروسرخ نشان داد که جایگزینی ساکارز با سوربیتول و استویوزید - سوکروز منجر به کاهش قدرت برهم‌کنش‌های هیدروفوبیک و هیدروژنی در شبکه پکتینی و در نهایت تضعیف ژل می‌شود. در نتیجه با تغییر در نوع و غلظت قند، برهم‌کنش‌های اجزای شبکه ژل سه‌بعدی تحت تأثیر قرار گرفته و در نتیجه ویسکوزیته و رفتار جریانی مرباها تغییر می‌کند [۸ و ۳۹].

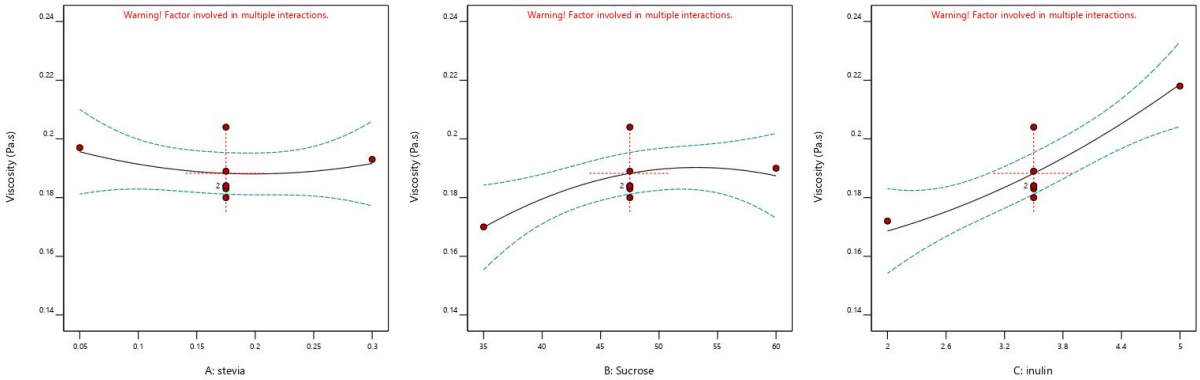


Fig 3 Independent effect of test variables on viscosity properties (Pa.s)

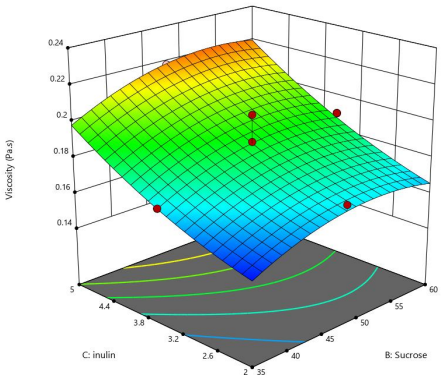


Fig 4 Effect of interaction inulin and sucrose on viscosity properties (Pa.s)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

۳-۱-٤- پارامترهای رنگ روشنایی (L*)، قرمزی (a*) و زردی(b*)

پارامترهای رنگ بر بازارپسندی محصولات صنایع‌غذایی و پذیرش آن‌ها نزد مصرف‌کننده تأثیر بسزایی دارد [٤٢]. در مطالعه حاضر نتایج نشان داد که تغییر در مقادیر اینولین و ساکارز می‌تواند بر مقدار فاکتور روشنایی (L*) نمونه‌ها تأثیر معنی‌دار بگذارد ($P\leq0.05$). همان‌گونه که از شکل شماره۵ (a) استنباط می‌شود، با افزایش میزان ساکارز و اینولین میزان روشنایی نمونه‌های مربا افزایش یافت و تأثیر آن بر مدل ارائه‌شده در جدول ۲ در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود.

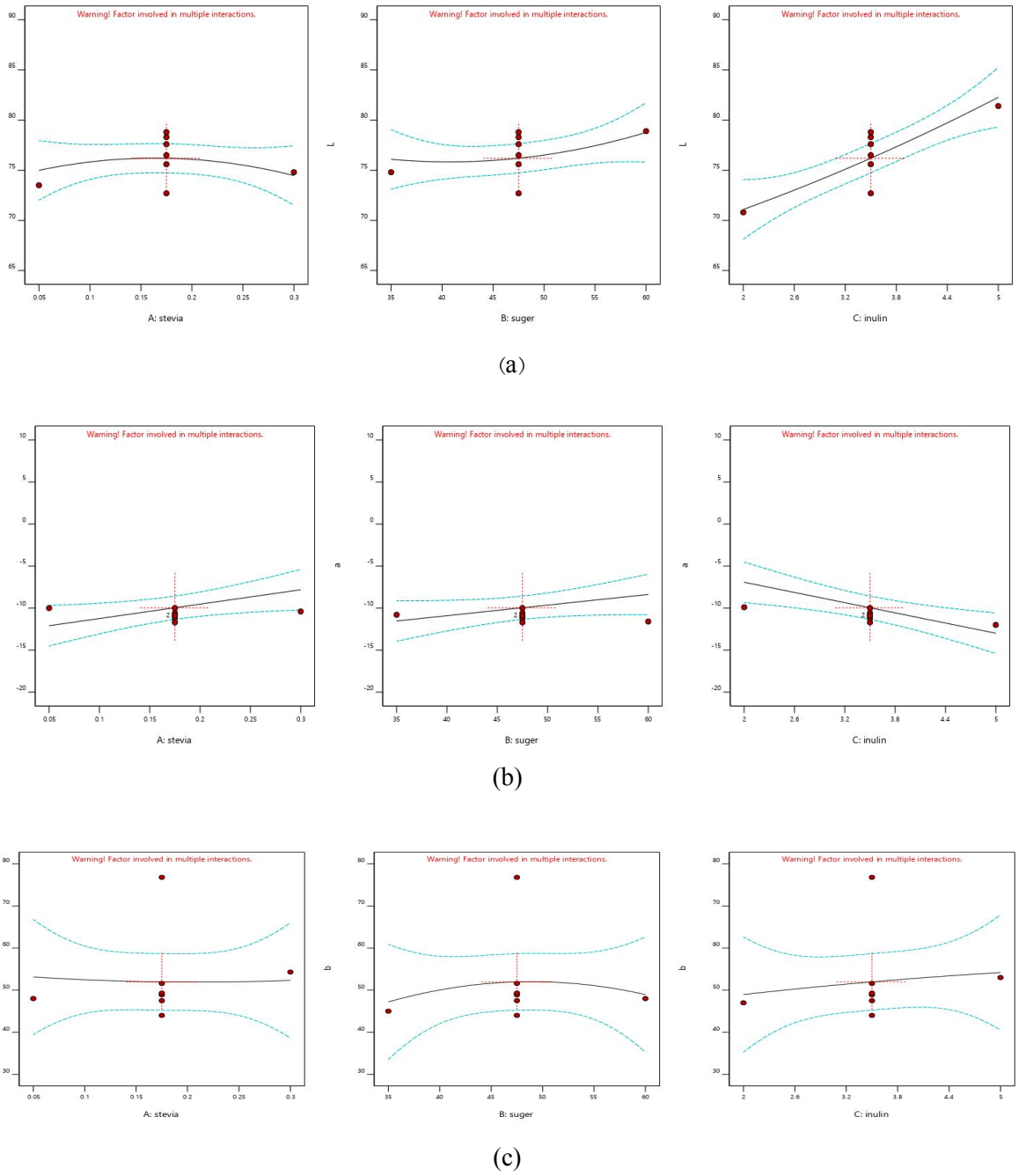


Fig 5 Independent effect of test variables on brightness factor (a), redness (b) and yellowness (c)

م

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

مطابق نتایج شکل۵ در مورد پارامتر قرمزی، مدل ارائه‌شده از کارایی بالایی برخوردار است و پارامترهای استویوزید و اینولین به صورت مستقل و متقابل بر تغییرات پارامتر قرمزی رنگ تأثیر معنی‌دار داشت ($P\leq0.05$). اما افزایش میزان استویوزید در میزان تمایل به زردی نمونه‌ها تغییر معنی‌داری را ایجاد نکرد. در واقع با افزایش میزان ساکارز و اینولین میزان زردی نمونه‌ها (b*) افزایش غیرمعناداری یافت و ضرایب R^2 و R^2_{adj} نیز قابل قبول نبود. همانطور که در نتایج مشخص است، با افزایش میزان اینولین و ساکارز در نمونه‌ها میزان روشنایی نمونه‌ها افزایش یافت که این افزایش در مورد متغیر اینولین با شیب بالاتری رخ داد. به عبارت دیگر با افزایش مقدار اینولین در فرمولاسیون مربای زردک، میزان پارامتر روشنایی افزایش اما میزان پارامتر قرمزی کاهش معنی‌داری یافت ($P\leq0.05$). افزایش میزان استویوزید منجر به افزایش قرمزی نمونه‌ها نیز شد که برهمکنش این متغیر با اینولین نیز معنی‌دار بوده است و پارامتر زردی علی‌رغم افزایش آن با افزایش میزان اینولین تأثیرات غیرمعنی‌داری بر مدل داشت. در پژوهش‌های مشابه درویشی و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد که تولید مربای سیب با استفاده از سوکرالوز- مالتوکسترین منجر به افزایش روشنایی و کاهش میزان قرمزی نمونه‌ها شده است که هم راستا با نتایج این پژوهش است [۲۶]. همچنین یزدی و همکاران (۱۳۸۷) نیز گزارش کردند که استفاده از شیرین‌کننده سوکرالوز در جایگزینی با ساکارز در شیرینی قطاب، میزان پارامترهای روشنایی را افزایش و پارامترهای زردی و قرمزی را کاهش داده است [۱۹]. از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر رنگ، واکنش-های قهوه‌ای‌شدن آنزیمی و غیرآنزیمی به‌ویژه کاراملیزاسیون است و از مهمترین عوامل دخیل در این واکنش‌ها حضور اسیدهای آمینه و قند است که در مربای زردک میزان پروتئین و اسیدهای آمینه درصد بالایی را نداشته‌اند و جایگزینی قند سوکروز با استویوزید احتمال این رخداد را بیشتر کاهش داده است [۴۳]. باتوجه‌به این موارد می‌توان بیان داشت که با کاهش عوامل موثر بر واکنش‌های قهوه‌ای‌شدن، میزان پارامترهای روشنایی افزایش و پارامترهای قرمزی و زردی کاهش می‌یابد. باسو و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که استفاده از سوربیتول در جایگزینی با سوکروز در مربای انبه موجب افزایش میزان روشنایی و کاهش پارامترهای قرمزی و زردی شده است[۸].

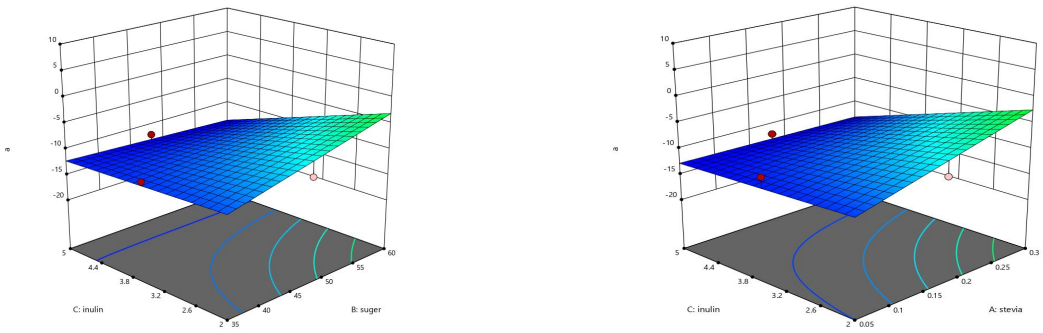


Fig 6 Interaction of Stevioside and inulin, inulin and sucrose variables on the presentation model for redness parameter (a*)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

۳-۱-۵- خواص حسی

مطابق جدول ۲، مدل پیشنهادی در این پژوهش برای پارامتر - رنگ، از R^2 و R^2_{adj} بالا و معنی‌داری برخوردار بود ($p\leq0.05$). اما آزمون عدم برازش غیر معنی‌دار گزارش شد. نتایج نشان‌دهنده این موضوع است که متغیر رنگ تحت تأثیر پارامترهای اینولین و بر همکنش استویوزید - ساکارز و استویوزید - اینولین قرار گرفته است. بر اساس شکل ۷ بخش(a) بیشترین امتیاز رنگ در نمونه‌هایی با بالاترین میزان اینولین و مقدار استویوزیدی برابر با ۰/۲ درصد گزارش شد، افزایش میزان اینولین باعث کاهش معنادار امتیاز رنگ در نمونه‌های مربا شد ($p\leq0.05$). با افزایش میزان استویوزید امتیاز رنگ افزایش و در ادامه کاهش یافت. شاخص طعم تنها تحت تأثیر میزان ساکارز قرار گرفت. در واقع با افزایش میزان ساکارز، امتیاز کسب‌شده نیز افزایش یافت که در مدل ارائه‌شده تأثیر معنی‌داری را داشته است. پارامتر پخش‌پذیری[1] نمونه‌ها نیز بررسی و مشاهده شد این مشخصه نیز تحت تأثیر متغیرهای میزان ساکارز و اینولین قرار گرفته است و با افزایش میزان ساکارز و اینولین بافت قابل قبول‌تری در نمونه‌ها مشاهده شد. مدل ارائه‌شده برای بررسی خاصیت مالش‌پذیری نیز نشان داد که این متغیر نیز متأثر از میزان ساکارز و اینولین بوده است. همان‌طور که در شکل ۷ بخش (c) مشخص است بیشترین امتیاز مالش‌پذیری در نمونه‌هایی با بالاترین میزان اینولین و مقدار ساکارز برابر با ۵۰ درصد گزارش شد. پذیرش کل نمونه‌های بررسی‌شده نیز نشان داد که مدل ارائه‌شده در جدول ۲، R^2 و R^2_{adj} بالایی داشته است و کارایی لازم برای پیش‌بینی مقبولیت کل نمونه‌ها را خواهد داشت. بر اساس شکل ۷، پارامترهای موثر، میزان ساکارز، اینوین و بر همکنش آن‌ها است. همچنین نتایج نشان داد بالاترین امتیاز پذیرش کل مربوط به نمونه‌هایی با میزان اینولین برابر با ۵ درصد و میزان ساکارز ۴۵ درصد است، درحالی‌که تغییرات مقادیر استویوزید تأثیر معنی‌داری بر میزان مقبولیت کل نداشته است. علت آن می‌تواند هم استفاده از غلظت‌های پایین استویوزید و هم نقش پوشش‌دهندگی طعم توسط اینولین باشد. پژوهشگران در تحقیقات خود نشان دادند استفاده از غلظت‌های بالاتر استویوزید منجر به کاهش امتیاز طعم به دلیل پس طعم تلخی استویوزید شده است [۱۴]. دلیل تلخ شدن ماتریکس غذایی در حضور استویوزید، وجود ریبادیوزیدA^2 بیان شده است [۴۴]. اخوان طباطبایی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که اینولین طعم شیرین ملایمی دارد و می‌تواند بدون ایجاد هرگونه پس طعمی در محصول، با سایر شیرین‌کننده‌ها به‌راحتی ترکیب شود [۴۵]. همچنین این ترکیب دارای اثر هم‌افزایی است که مانع از آب‌اندازی محصول می‌شود و همین امر می‌تواند در کسب امتیازات بالاتر در نمونه‌های با مقدار اینولین بالاتر، دخیل باشد [۲۷]. لازم به ذکر است که استویوزید نیز به علت داشتن ترکیبات فنولیک، علاوه بر حفظ خواص حسی، باعث بهبود و ارتقأ ارزش تغذیه‌ای محصول و افزایش عمر ماندگاری مربا می‌شود که باتوجه‌به درصد پایین جایگزینی در این پژوهش تأثیر معنی‌داری بر خواص حسی نداشته است.

۳-۲-بهینه‌سازی فرمولاسیون

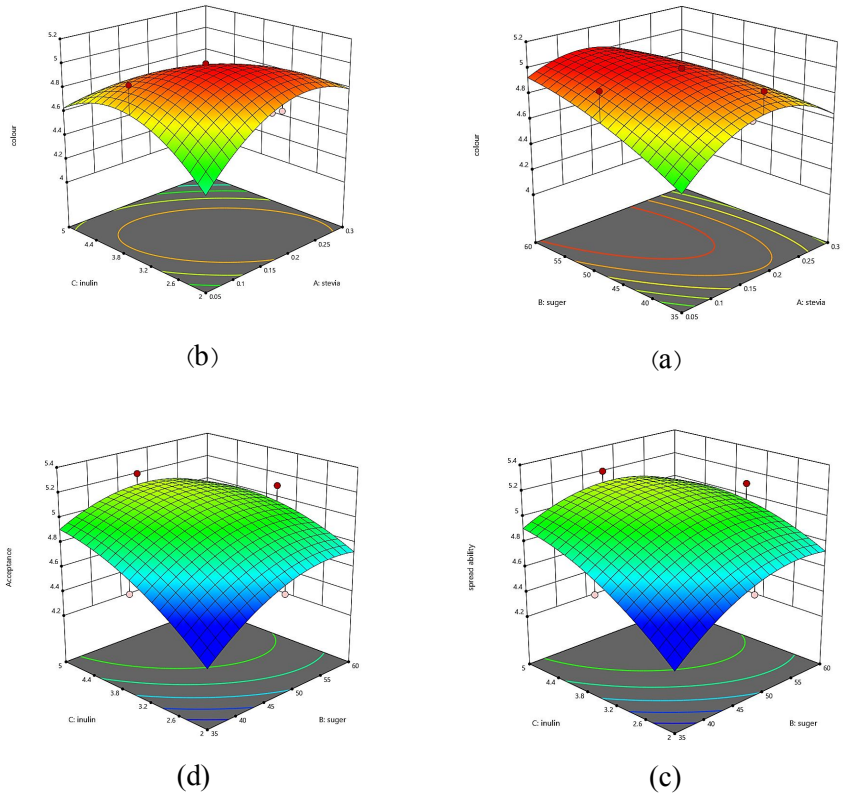
بهینه‌سازی فرمولاسیون تهیه مربای هویج زرد ایرانی با استفاده از مدل‌های برازش شده و تابع مطلوبیت انجام پذیرفت. بدین منظور شرایط بهینه با اهداف رسیدن به دامنه استاندارد میزان رطوبت، اسیدیته، بریکس و رطوبت و pH و حداکثر امتیاز خواص حسی انجام گرفت. در پژوهش حاضر، استویوزید به میزان ۰/۰۵ درصد، ساکارز به میزان ۴۹/۳۵ درصد و اینولین به مقدار ۵ درصد با ضریب مطلوبیت ۰/۷۲۲ انتخاب شد.

1. Spredibility

2. Rebaudioside

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]



(b) (a)

(d) (c)

Fig 7 Effect of research variables on the characteristics of color (a), taste (b), spredibility (c) and acceptability (d) of total Iranian yellow carrot jam samples

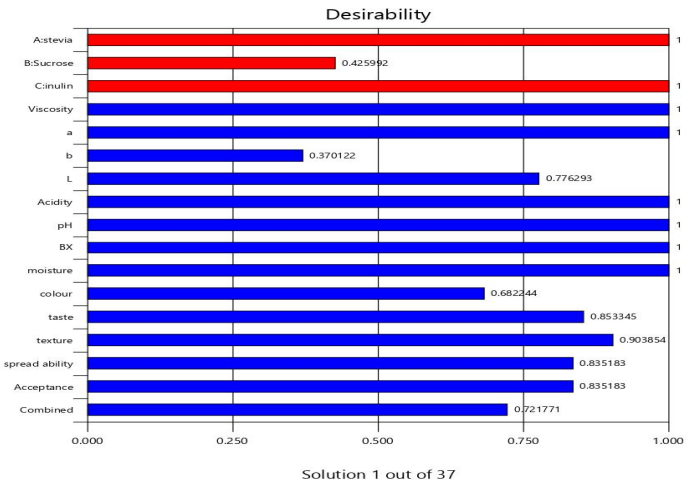


Fig 8 Optimal sample chosen by RSM

٤- نتیجه گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از ۰/۲۳ درصد استویوزید و ۵ درصد اینولین در حضور ٤٩/٣ درصد ساکارز می‌تواند مصرف ساکارز در فرمولاسیون مربای زردک را تا ۵۰ درصد کاهش دهد و خواص فیزیکوشیمیایی و حسی محصول را در سطح مطلوب نگهدارد. مهم‌ترین نقش در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و به‌ویژه ویسکوزیته مربوط به اینولین بود که در تمام معادلات ارائه‌شده تأثیر معنی‌داری داشت و می‌توان بیان نمود که استفاده از هویج زرد ایرانی باتوجه‌به داشتن مواد معدنی و ویتامین‌های فراوان و عدم استقبال از تازه‌خوری آن، پتانسیل تبدیل به مربای هویج زرد رژیمی را با استفاده از استویوزید و اینولین دارد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

۵- منابع

[1] IDF. Diabetes Atlas. 2015-7th Edition. Available online: http www.diabetesatlas.org/ (accessed on 12 September 2017.

[2] Ng, SB., Nguyen, PT., Bhandari, B. and Prakash, S. 2018. Influence of different functional ingredients on physical properties, rheology, tribology, and oral perceptions of no fat stirred yoghurt. Journal of Texture Studies 49(3): 274 –285.

[3] Konar. N., Palabiyik, I., Toker, O S., Polat, D G., Kelleci. E., Pirouzian, HR. 2018. Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics. Journal of Functional Foods 43: 206–213.

[4] Anbazhagan, M., Kalpana, M., Rajendran, R., Natarajan, V., and Dhanavel, D. 2010. In vitro production of Stevia rebaudiana Bertoni. Emirates Journal of Food and Agriculture, 216-222.

[5] Uddin, M.S., Chowdhury, M.S. H., Khan, M. M. M. H., Uddin, M. B., Ahmed, R. and Baten, M. 2006. In vitro propagation of Stevia rebaudiana Bert in Bangladesh. African Journal of Biotechnology, 5(13).

[6] Adebola, O.O., O. Corcoran. and W.A. Morgan. 2014. Synbiotics: the impact of potential prebiotics inulin, lactulose and lactobionic acid on the survival and growth of lactobacilli probiotics. Journal of Functional Foods 10: 75–84

[7] Goyal, S., Goyal, R.2010. Stevia (Stevia rebaudiana) a bios weetener: a review. International Journal of Food Science and Nutrition; 61(1): 1-10

[8] Basu, S., Shivhare, U.S. and Singh, T. V. 2013. Effect of substitution of stevioside and sucralose on rheological, spectral, color and microstructural characteristics of mango jam. Journal of Food Engineering, 114: 465–476.

[9] Simon, P.W., Freeman, R.E. and Viera, J.V. 2008. Carrots: Handbook of Plant Breeding. In: Prohence Journal of Nuez (ed) Vegetables II. Springer.

[10] Batooli, H. 2019. Persian carrot, Neglected medicinal plant. Iranian Medicinal Plants Technology, 2(1):47-63.

[11] Kip, P., Meyer, D., Jellema, R. 2006. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. International Dairy Journal, 16: 1098-1103.

[12] Ghandehari Yazdi, AP., Hojjatoleslamy, M., Keramat, J., Shariati, MA. 2014. Replacing Sucrose by Stevoioside and Adding Arabic Gum: investigation of Rheological Properties of Apple Jam. Journal of Applied Science and Agricuture, 9(2): 508-513.

[13] Sutwal, R., Dhankhar, J., Kindu, P., Mehla, R., 2019. Development of Low Calorie Jam by Replacement of Sugar with Natural Sweetener Stevia. International Journal of Current Research and Review. 11(4): 9-16.

[14] Alizadeh, A., Seyedan Oskuyi, A. and Amjadi S. 2018. The optimization of prebiotic sucrose-free mango nectar by response surface methodology: The effect of stevia and inulin on physicochemical and rheological properties. Food Science and Technology International 0(0) 1–9.

[15] Massoud, Mona I., Abd El-Razek, Amal M. and El-yemany, Ibrahim, M.2018. Influence of Xanthan Gum and Inulin as Thickening Agents for Jam Production. Egypt Journal of Food Science.46: 43-54.

[16] ISIRI 214.2014. Jam, marmalade and jams-characteristics and test methods, Fourth Edition, measuring acidity. [In Persian].

[17] Noormohammadi, A., Peighambardoust, S.A., OladGhaffari, A., AzadmardDamirchi, P. and Hassari,C. 2011. The effects of alcohol sugars sucrose and aspartame on the properties of sponge cake. Journal of Food Research, 21: 155-165[In Persian]

[18] Alirezalu, K., Hesari, J., Sadeghi, M., Bak mohammad pour. M., (2015). Investigation of the production of Functional colored yogurt enriched with blackberry and carrot extracts. New food technologies, 3(10):54-63.

[19] Yazdi, A. G., Hojjatoleslamy, M., Keramat, J. and Jahadi, M. 2010. Effect of sucrose substitution by sucralose-maltodextrin mixture on rheological properties and calorie of Iranian traditional cookie, Ghottab. Journal of Innovative Food Science and Technology, 1(2): 49-58. [In Persian].

[20] Celik, I., Yusuf, Y., Fatma, I. and Ozlem, U. 2006. Efect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. Journal of food chemistry, 101: 907-911.

[21] Bright, H J L., Potter, DA .2005. Relation of pH and acidity with brix in storage.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

Journal of Food Science.98: 1202-1212.
[22] Chitgar, S., Mansouripour, S. 2018. A Study of the Feasibility of Substituting Ketchup Sauce Sugar with Stevia & Maltitol. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. 13(4):107-116.
[23] Tanweer, S., Mehmood, T., Zainab, S., Shehzad , A. 2018. Physico -Chemical and Organoleptic Perspectives of Ginger Marmalade. Journal of Food Process Technology. 9: 752.
[24] Wasif, S., Khan, A., Alam, Z., Khan, M A., Shah, FN., Ali, M.2015. Quality evaluation and preparation of apple and olive fruit blended jam. Global Journal of Medicinal Research: International Journal of Nutrition and Food Science; 15:15-21.
[25] Kerdsup, P., and Naknean, P. 2013. Effect of sorbitol substitution on physical, chemical and sensory properties of low-sugar mango jam. Proceeding - Science and Engineering, 12–18.
[26] Darvishi, M., Hojjatoleslamy, M., Keramat, J. 2018. Production of reduced-calorie apple jam by sugar substitution with sucralose- maltodextrin sweetener and investigating its quality attributes. Jounal of Food Science and Technology.76 (15): 243-255.
[27] Sharei, S, Tadayoni, M., Aghajani, N.2018. Optimization of the low calorie and prebiotic carrot jam. Iranian Food Science and Technology.78 (15): 191-201[In Persian].
[28] Monju, M. B.2013. Studies on process in gof low calorie mango jam using Stevia as suger suppliment. Department of Food Technology and Rural Industries Bangladesh Agricultural University, Mymensingh.P1-73.
[29] Nourmohammadi, A., Ahmadi, E., and Heshmati, A.2019. Texture properties of stevia based diet jam and formulations optimization by response surface methodology.12th National Congress of Mechanical Engineering, Bio systems and Mechanization of Iran [In Persian].
[30] Farzanmehr, H., Abasi, S .and Sahari, M.H.2008. Evaluate the effects of sugar substitutes on some physico-chemical properties, rheological and sensory milk chocolate. Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 3(3):65-82 [In Persian].
[31] Franck, A. 2002. Technological functionality of inulin and oligo fructose. British Journal of Nutrition, 87(2) S287–
S291.
[32] Kim, CY. and Yoo ,B. 2018. Rheological characterization of thickened protein-based beverages under different food thickeners and setting times. Journal of Texture Studies.
[33] Ünal, B., Metin, S., and Işıklı, N. D. 2003. Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low fat set yoghurt. International Dairy Journal, 13(11): 909-916.
[34] Rodriguez Furla, n LT. and Campderro, ME. 2011. The combined effects of Stevia and sucralose as sugar substitute and inulin as fat mimetic on the physicochemical properties of sugar-free reduced-fat dairy dessert. International Journal of Gastronomy and Food Science 1.: 10–23.
[35] Karimi, R., Azizi, M H., Ghasemlou, M. and Vaziri M. 2015.Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. Carbohydrate Polymers.119:85–100.
[36]Qamar,T.R.,Syed,F.,Nasir,M.,Rehman,H., Zahid,M.N.,Liu, R.H. and Iqbal,S.2016. Novel Combination of Prebiotics Galacto-Oligosaccharides and Inulin-Inhibited Aberrant Crypt Foci Formation and Biomarkers of Colon Cancer in Wistar Rats.Journal of Nutrients,8 (465):1-14.
[37] Homayouni Rad, A., Delshadian, Z., Arefhosseini, SR., Alipour, B. and Jafarabadi MA. 2012. Effect of inulin and steviaon some physical properties of chocolate milk. Health Promotion Perspectives 2(1): 42–47.
[38] Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O S., Polat, D G., Kelleci, E., Pirouzian, H R. 2018. Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics. Journal of Functional Foods .43: 206–213.
[39] Basu, S., Shivhare, U.S., Singh, T. V. and Beniwal, V. S. 2011. Rheological, textural and spectral characteristics of sorbitol substituted mango jam. Journal of Food Engineering, 105: 503–512.
[40] Suutarinen, M. 2002. Effects of pre-freezing treatments on the structure of strawberries and jams, Ph.D. thesis, VTT, Helsinki University of Technology, Finland.
[41] Nishinari, K., Watase, M., Williams, P.A. & Phillips, G.O. 1990. k- Carrageenan gels: effect of sucrose, glucose, urea, and guanidine hydrochloride on the rheological

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

and thermal properties. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 38 (5): 1188–1193.

[42] Zare, F., Boye, J., Orsat, V., Champagne, C. and Simpson B. 2011. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. Food Research International, 44(8): 2482-2488.

[43] Keramat, J. 2008. Fundamentals of Food Chemistry. Isfahan university of Technology Publications, 189-390. [In Persian].

[44] Khattab, S N., Massoud, MI., Abd El-Razek, AM. and El-FahamA. 2017. Physico-chemical and sensory characteristics of steviolbioside synthesized from stevioside and its applica-tion in fruit drinks and food. Journal of Food Science and Technology 54(1): 185–195.

[45] Akhavan Tabatabaei, H. and Zandi, P. 2006. Evaluation of technological properties and use of inulin in the food industry. Sixteenth National Congress Food science.1-7[In Persian].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Optimization and modeling of Iranian yellow carrot jam formulation using Stevioside and inulin by RSM methodology

Sharei, S.[1], Khademi Pour, N.[2]*, Tadayoni, M.[3]

1. Department of Food Science and Technology, Pardis of Science and Research of Khuzestan, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2020/ 11/ 04
Accepted 2021/ 04/ 14

Keywords:

Optimizing the formulation, Response surface methodology, Iranian yellow carrot jam.

DOI: 10.29252/fsct.18.06.25

*Corresponding Author E-Mail: khademinajme@gmail.com

ABSTRACT

The reduction of sugar consumption is one of the major challenges for nutritionists and food industries. Therefore, it is important to replace sucrose with other types of sweeteners, especially, natural ones. The aim of this study is to produce low-calorie, low sucrose Iranian yellow carrot jam and optimizing the formulation by employing response surface methodology. For this purpose, of the three independent variables of Stevioside, as an alternative sweetener (0.05 to 0.3 % of total sucrose), sucrose (35 to 60%) and inulin (2 to 5) used in the jam. According to the results, the fitted models indicated a high coefficient of determination of physicochemical, sensory and color (expect yellowness index). The results revealed that inulin and sucrose are as the independent variables which had significant effects on BX, moisture, viscosity, and sensory scores (except taste), lightness (L*) and redness (a*) ($p\leq0.05$). pH and acidity were not affected by stevia, inulin and sugar concentration ($p\leq0.05$). The optimization of the variables, based on the response surface, demonstrated that utilizing 5% w/w inulin and 0.23% w/w stevia and 49.3% sugar produced the optimum Iranian yellow carrot jam with the desirability of 0.722 without undesirable changes in the physicochemical and organoleptic properties. This study showed that Iranian yellow carrot can be used in this product and the production functional food and its health benefits can be improved.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.18.115.25]