

بهینه‌سازی فرمولاسیون دسر غیر لبنی بر پایه کدو حلوائی با استفاده از طرح مخلوط

حدیثه چراغیان^۱، معصومه مهربان سنگ آتش^{۲*}، رضا کاراژیان^۳، زهرا نظری^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی، کاشمر، کاشمر، ایران
۲- استادیار، گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران
۳- استادیار، گروه بیوتکنولوژی صنعتی میکروارگانیسم‌ها، پژوهشکده بیوتکنولوژی صنعتی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران
۴- عضو گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۱۶)

چکیده

کدو حلوائی به دلیل داشتن غنی‌ترین ریزمغذی‌ها و مقادیر بالای ۳۰ درصد کاروتنوئید از بروز تمام انواع سرطان‌ها پیشگیری می‌کند. با توجه به ارزش تغذیه‌ای بالا و مصرف کم آن در جامعه، هدف اصلی در این تحقیق بهینه‌سازی فرمولاسیون یک دسر غیرلبنی جدید بر پایه کدو حلوائی است که از هیدروکلئیدها (صمغ فارسی، زانتان و کربوکسی متیل سلولز) در فرمولاسیون دسر استفاده شد. به منظور تعیین تیمارهای دسر، از طرح مخلوط و نرم افزار Design Exprt نسخه ۱۱ برای سه ترکیب صمغ فارسی (۰-۰/۵ درصد)، صمغ زانتان (۰-۰/۵ درصد) و کربوکسی متیل سلولز (۰-۰/۵ درصد) استفاده گردید. پس از تهیه دسر، آزمون‌های فیزیکوشیمیایی (رطوبت، آب اندازی، aw، رنگ سنجی) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که هر چه رطوبت و فعالیت آبی و سرعت آب اندازی دسرکدو حلوائی کمتر باشد مطلوب‌تر است که با کاهش زانتان و کاهش CMC و افزایش صمغ فارسی مقدار رطوبت و فعالیت آبی و سرعت آب اندازی کمتری حاصل شد، با توجه به اینکه هر چه اندیس b^* دسر کدو حلوائی بیشتر باشد مطلوب‌تر است با افزایش زانتان و افزایش CMC و کاهش صمغ فارسی مقدار اندیس a^* بیشتر و با کاهش زانتان و افزایش CMC و کاهش صمغ فارسی مقدار اندیس b^* بیشتر شد.

کلید واژگان: کدو حلوائی، دسر، صمغ فارسی، صمغ زانتان، CMC

* مسئول مکاتبات: mehraban@acecr.ac.ir

۱- مقدمه

مصرف فرآورده‌های شیرین، به شکل‌های مختلف یکی از عادات تغذیه‌ای روزمره در سراسر جهان بشمار می‌رود. فرآورده‌های شیرین در طول متجاوز از سه هزار سال، سیری صعودی و تنوع بسیار داشته و از مصرف انواع میوه‌های شیرین و ترشحات گیاهی و عسل آغاز شده و به انواع شیرین کننده‌های سنتزی گسترش یافته است [۱].

کدو حلوائی از خانواده Cucurbitaceae بوده که بر اساس بافت و شکل به چهار گروه *Cucurbita pepo*، *Cucurbita Cucurbita* و *Cucurbita moschata maxima mixta* تقسیم می‌شوند [۲]. این گیاه به واسطه دانه و گوشت آن کشت می‌شود. از این دو بخش گیاه هم به صورت مستقیم و هم برای تهیه سایر فرآورده‌های غذایی مانند ژله، سوپ و پوره استفاده می‌گردد [۳].

صمغ‌ها، بخشی از هیدروکلئیدها بوده که ساختاری پلی ساکاریدی دارند [۴]. صمغ فارسی نیز از تراوشات طبیعی درخت بادام کوهی از خانواده گلسترخیان (ROSACEAE) با نام علمی *Amygdalus scoparia spach* است که در اثر تنش‌های دمایی، رطوبتی، گزش حشرات، بیماری *gummiosis* و غیره ترشح می‌شود. این صمغ فارسی یک هیدروکلئید آنیونی است که از حدود ۲۵-۲۰ درصد بخش محلول و ۸۰-۷۵ درصد بخش نامحلول تشکیل شده است [۵]. صمغ فارسی تقریباً حاوی ۹۵ درصد رطوبت، ۱/۶۲ درصد خاکستر کل ۲۳/۰ درصد، خاکستر نامحلول در اسید، ۰/۵ درصد پروتئین و ۸۸/۴ درصد کربوهیدرات می‌باشد که احتمالاً قسمت اعظم شاخه اصلی آن B-D- گالاتوپیرانوزیل (۱→۳) و انشعابات آن از B-D- گالاتوپیرانوزیل (۱→۶) و L-a-آرابینوفورانوزیل (۱→۳) تشکیل شده است [۶]. گزارتان صمغی است که به وسیله تخمیر میکروبی توسط گونه‌هایی از گزارتوموناس، بویژه *X.campestris* تولید می‌شود [۷]. این هتروپلی ساکارید دارای یک پنتاساکارید به عنوان ساختار اولیه متشکل از دو واحد گلوکوز، دو واحد مانوز و یک واحد گلوکورونیک اسید می‌باشد که به جهت حضور استات و پیرووات در ساختار آن واجد ویژگی‌های آنیونی می‌باشد [۸].

CMC برای اولین بار در سال ۱۹۲۰ در آلمان به صورت تجاری تولید شد. CMC پلیمری سنتزی و از مشتقات سلولز که بدون طعم و سفید رنگ با وزن مولوکولی ۲۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰ دالتون بوده که در آب گرم و سرد محلول می‌باشد [۹]. CMC توسط واکنش سلولوز با مونوکلرواستیک اسید تحت شرایط کنترل شده ای ساخته شود. خصوصیات محلول CMC وابسته به درجه پلیمریزاسیون، درجه استخلاف و یکنواختی آن می‌باشد [۱۰]. قرن‌هاست که محصولات برپایه میوه، در بسیاری از نقاط جهان طرفداران زیادی دارند. این فرآورده‌ها به آسانی قابل خوردن بوده، زمان ماندگاری بالا و احساس دهانی خوبی دارند و از نظر سلامتی نیز مفید هستند [۱۱]. ژله فرآورده نیمه جامد و شفافی است که طی فرآیند خاص با استفاده از شکر یا آبمیوه یا دیگر مواد قندی مجاز، به عنوان ماده شیرین کننده و پکتین یا ژلاتین به عنوان عامل تشکیل ژل تهیه می‌شود و ممکن است ماده عطر و طعمی و ترکیبات رنگی نیز به آن اضافه شود. در ژله های معمولی برای تشکیل ژل، حضور مواد ژله کننده مانند پکتین با درجه استریفیکاسیون بالا (HMP)، (مقادیر بالای شکر) (۶۵-۶۰ درصد) و pH کمتر از ۳/۵ ضروری می‌باشد.

ارزیابی حسی در فرمولاسیون‌های جدید یا بهینه‌سازی فرمول کاربرد فراوان دارد [۱۲] زیرا با تعیین درصد‌های بهینه دو متغیر می‌توان میزان بازار پسندی محصول و مقبولیت آن در بین جامعه را افزایش داد. از طرفی، حضور هیدروکلئیدها نه تنها ویسکوزیته و قوام را اصلاح می‌کند، بلکه اغلب بر شدت بو، طعم و آروما نیز تاثیر گذار است [۱۳]. تیکاته و همکاران (۱۹۹۹) اعلام کردند که در صنایع غذایی مدرن از مخلوط نشاسته و سایر هیدروکلئیدهای پلی ساکاریدی برای کنترل و اصلاح بافت، بهبود حفظ رطوبت، کنترل سیالات آب و کیفیت خوراکی محصولات غذایی استفاده می‌شود [۱۴]. رضایی و همکاران (۲۰۱۲)، با بررسی خصوصیات حسی پاستیل تولید شده بر پایه آلو به همراه هیدروکلئید به این نتیجه رسیدند که نشاسته در حفظ و رهاسازی طعم تاثیر مثبت دارد. همچنین نتایج حاکی از آن است که کیفیت بافت بر طعم محصول بسیار موثر می‌باشد و نمونه‌هایی با بافت سفت و الاستیک، میزان پذیرش را کاهش داد [۱۵]. شهیدی و همکاران (۲۰۱۰)، فرمولاسیون پاستیل کدو حلوائی را مورد بررسی قرار دادند. ارزیابی حسی بر اساس

(۰-۰/۵ درصد) و کربوکسی متیل سلولز (۰-۰/۵ درصد) استفاده شد. در طرح مخلوط هیچ جمله ثابتی وجود ندارد و مجموع نسبت وزنی اجزاء برابر ۱ است و با تغییر نسبت هر جزء سایر اجزاء نیز تغییر کرده تا مجموع آنها همواره برابر ۱ باشد از مدل-های متداول طرح مخلوط می‌توان به مدل خطی، درجه دوم، درجه سوم تام و درجه سوم خاص اشاره کرد. ترکیب چندگانه از این متغیرها منجر به یک طرح آزمایشی با ۱۴ تیمار گردید که برای طراحی آزمایش از نرم افزار Design Exprt نسخه ۱۱ و طرح Mixture استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت محصول تولیدی

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد مدل درجه دوم معنی-دار شده است، لذا به عنوان مناسب‌ترین مدل برای توصیف متغیر پاسخ درصد رطوبت پیشنهاد شده است.

داخل کیف بوخنر قرارداده و میزان آب اندازه‌گیری نمونه‌ها را پس از فیلتر کردن تحت خلاء به مدت ۷ دقیقه و در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. مقدار درصد آب اندازه‌گیری از معادله زیر بدست آمد:

$$100 \times \frac{M_0 - M_1}{M_0} = \text{آب خارج شده (گرم/۱۰ گرم)}$$

M_0 : وزن اولیه نمونه، به گرم، M_1 : وزن اولیه نمونه پس از فیلتر کردن، به گرم.

۲-۲-۴- آزمون رنگ‌سنجی

آنالیز رنگ به کمک دستگاه هانت‌رلب و از طریق تعیین دو شاخص L^* و b^* صورت پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر سیاه مطلق (تا) ۱۰۰ سفید مطلق متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از (۱۲۰- آبی مطلق تا + (زرد مطلق) متغیر می‌باشد [۲۲].

۲-۳- آنالیز آماری

در این پژوهش به منظور تعیین تیمارهای دسر، از طرح مخلوط برای سه ترکیب صمغ فارسی (۰-۰/۵ درصد)، صمغ زانتان

Table 2 Selected model by software

Traits	R ²	The standard deviation	Proposed model by software
Moisture content	0.722	1.75	Quadratic
Water activity	0.799	0.006	Special quartic
Syneresis rate	0.860	0.175	Special cubic
Yellowness index	0.514	2.56	linear

نسبت به سایر عبارات‌های مدل بر متغیر پاسخ (وابسته) -در این جا درصد رطوبت- است و هرچه این ضریب بیشتر باشد یعنی عبارت مربوط به آن اثر بیشتری بر متغیر وابسته دارد. مدل درجه دوم با رابطه زیر به برآورد درصد رطوبت می‌پردازد که در آن حروف A صمغ فارسی، B صمغ زانتان، C صمغ CMC هستند.

$$Y = 64 + 0.5376AB + 0.5375C + 0.1135B + 0.4468A + 0.4382A^2 - 0.11286BC - 0.101AC$$

مقدار p جدول ۳ نشان می‌دهد که مدل و اثرات هر یک از اجزا فرمولاسیون شامل صمغ زانتان و CMC و صمغ فارسی (معنی‌دار بودن آمیزه خطی نشان دهنده معنی‌داری این سه جزء می‌باشد) بر درصد رطوبت معنی‌دار است. در بین اثرات متقابل اثر صمغ فارسی- زانتان، صمغ فارسی- CMC، زانتان- CMC معنادار است که نشان دهنده تغییرات مورد انتظار در متغیر پاسخ Y بر حسب واحد تغییر X وقتی که سایر فاکتورهای دیگر ثابت هستند، می‌باشد. بنابراین سنجشی از میزان تاثیر عبارت مربوطه

Table 3 Results of analysis of variance and estimation of component coefficients and their interactions for effect (Persian gum, Xanthan and Carboxymethyl cellulose) on the traits studied in non-dairy pumpkin dessert

Variable source	Moisture	Water activity	Syneresis rate	Yellowness index
model	23.73**	0.0003*	0.4425*	1.85**
linear mixture	11.03	0.0002*	0.1705*	1.85**
AB	16.76*	0.0001n.s	0.1353n.s	-
AC	41.69**	0.0000n.s	0.6419**	-
BC	29.92*	0.0018**	1.36**	-
A2BC	-	0.0000n.s	-	-
AB2C	-	0.0002n.s	-	-
ABC2	-	0.0002n.s	-	-
ABC	-	-	0.01603n.s	-
residual	8	0.0000	0.0309	6.57
Lack of fit	4	7.489	0.0363	6.73
error	4	0.0000	0.0368	6.31

*and ** means significant at 5 and 1% and n.s is non-significant

۲-۳- بهینه‌سازی رطوبت

جهت به دست آوردن فرمولاسیون بهینه‌ی دسرکدو حلوایی با استفاده از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت و طرح مخلوط، مقادیر هر سه متغیر (صمغ فارسی، زانتان و CMC) در محدوده‌ی مقادیر مورد استفاده در پژوهش انتخاب شد، در حالی که پاسخ درصد رطوبت مینیمم در نظر گرفته شد. جدول ۴ فرمولاسیون منتخب توسط نرم‌افزار را نشان می‌دهد که دارای میزان مطلوبیت ۵۱/۵۱ درصد است. این یعنی با زانتان بیشتر رطوبت کمتر می‌شود. ظرفیت جذب آب صمغ فارسی در محدوده ۱۱/۰۷ تا ۱۴/۲۶ g است یعنی به طور میانگین هر g از آن قادر است ۱۲/۶۵ g آب را به خود جذب نماید. اصولاً ظرفیت جذب آب یکی از عوامل مهم در رابطه با کاربرد گسترده صنعتی صمغ‌های تراوشی محسوب می‌شود که منجر به تولید ژل یا محلول‌های بسیار گرانیو می‌گردد. اما مقدار ظرفیت جذب آب صمغ‌های زانتان ۲۲/۷۷ g/g است [۲۳]. بنابراین مشخص است که با افزایش زانتان رطوبت کمتری ایجاد می‌شود زیرا اکثر رطوبت جذب می‌گردد. این نتایج همسو با نتایج ترابیده و همکاران (۱۳۹۱) می‌باشد که گزارش نمودند که با افزایش درصد پکتین در فرمولاسیون مربا میزان رطوبت کاهش یافت [۲۳]. اما نتایج ناجی طبسی و محبی (۱۳۹۲) معایر با نتایج این تحقیق است زیرا گزارش نموده است که با افزودن هیدروکلوئیدها، میزان رطوبت به طور معنی‌داری

شکل ۱ اثرات همزمان سه متغیر زانتان و صمغ فارسی و CMC را بر درصد رطوبت نهایی نمونه‌های فرمولاسیون دسرکدو حلوایی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هر چه رطوبت دسرکدو حلوایی کمتر باشد مطلوب‌تر است با توجه به اعداد حاصل شده در ۱۴ تیمار اجرایی و شکل ۱ می‌توان گفت با افزایش صمغ فارسی به (۰/۵) و کاهش CMC به (۰/۲۵) و کاهش زانتان به (۰/۲۵) مقدار رطوبت حداقل (۵۰/۹۵ درصد) حاصل شده است.

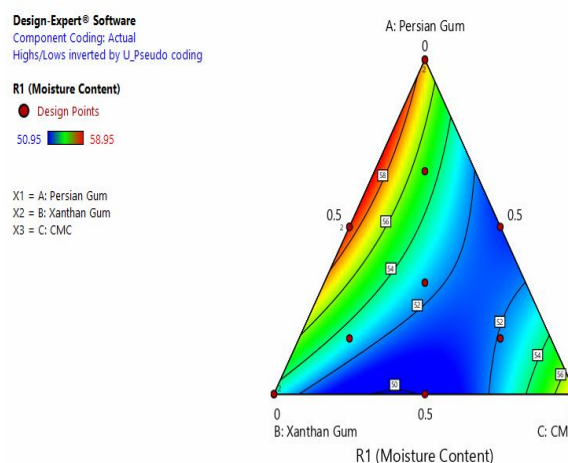


Fig 1 Cantor chart (balance) Change in moisture content due to changes in CMC, xanthan and Persian Gum in Pumpkin dessert

گزارش نمودند که با افزودن صمغ زانتان رطوبت و ویسکوزیته تمام نمونه‌های فاقد گلوتن افزایش یافت [۲۵].

افزایش یافت و باعث حفظ بهتر خصوصیات رنگی طی نگهداری شدند [۲۴]. همچنین عوض صوفیان و همکاران (۱۳۹۳) نیز

Table 4 Optimum Formulation of Pumpkin Desserts

Desriability	Moisture Content	CMC	Xanthan	Persian Gum
0.583	51.51	0.28	0.500	0.202

۳-۳- فعالیت آبی (a_w) محصول تولیدی

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد مدل درجه چهارم خاص معنی دار شده است، لذا به عنوان مناسب‌ترین مدل برای توصیف متغیر پاسخ بر فعالیت آبی پیشنهاد شده است؛ مقدار p جدول نشان می‌دهد که مدل و اثرات ساده هر یک از اجزا فرمولاسیون (صمغ فارسی، صمغ زانتان و CMC) به تنهایی (آمیزه خطی) بر فعالیت آبی معنی دار است. در بین اثرات متقابل اثر زانتان- CMC معنادار است که نشان دهنده تغییرات مورد انتظار در متغیر پاسخ Y بر حسب واحد تغییر X وقتی که سایر فاکتورهای دیگر ثابت هستند، می‌باشد. بنابراین سنجشی از میزان تاثیر عبارت مربوطه نسبت به سایر عبارات مدل بر متغیر پاسخ (وابسته) در این‌جا بر فعالیت آبی است و هرچه این ضریب بیشتر باشد یعنی عبارت مربوط به آن اثر بیشتری بر متغیر وابسته دارد.

مدل رگرسیونی زیر به برآورد فعالیت آبی می‌پردازد که در آن حروف A صمغ فارسی، B صمغ زانتان، C صمغ CMC هستند. ضرایب غیر معنی‌دار از مدل حذف شده‌اند.

$$\text{فعالیت آبی} = 0.947A + 0.970B + 0.971C - 0.186BC$$

شکل ۲ اثرات همزمان سه متغیر زانتان و صمغ فارسی و CMC را بر فعالیت آبی نمونه‌های فرمولاسیون دسرکدو حلوانی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هر چه فعالیت آبی دسرکدو حلوانی کمتر باشد مطلوب‌تر است با توجه به جدول ۳ و شکل ۲ می‌توان گفت با کاهش CMC (۰/۲۵) و افزایش صمغ فارسی (۰/۵) و کاهش صمغ زانتان (۰/۲۵) فعالیت آبی نمونه‌های دسرکدو حلوانی به حداقل (۰/۹۲) رسیده است.

Design-Expert® Software
Component Coding: Actual
Highs/Lows inverted by U_Pseudo coding

R2 (aw)
● Design Points
0.924 0.9795

X1 = A: Persian Gum
X2 = B: Xanthan Gum
X3 = C: CMC

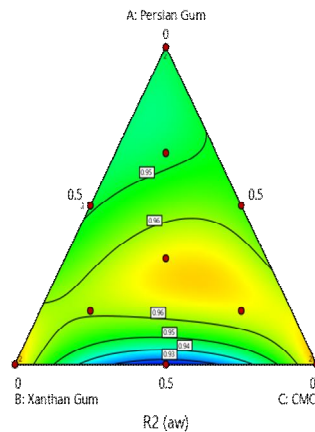


Fig 2 Cantor chart (balance) Change in the water activity resulting from the change of CMC, xanthan gum and Persian gum in pumpkin dessert

۳-۴- بهینه‌سازی فعالیت آبی

جهت به دست آوردن فرمولاسیون بهینه‌ی دسرکدو حلوانی با استفاده از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت و طرح مخلوط، مقادیر هر سه متغیر (صمغ فارسی، زانتان و CMC) در محدوده‌ی مقادیر مورد استفاده در پژوهش انتخاب شد، در حالی که پاسخ فعالیت آبی مینیمم در نظر گرفته شد. جدول ۴ فرمولاسیون منتخب توسط نرم‌افزار را نشان می‌دهد که دارای میزان مطلوبیت ۰/۶۷۹ درصد است.

فعالیت آبی عامل مهمی در تعیین ماندگاری محصولات است اگر فعالیت آبی از حدی پائین‌تر باشد میکروارگانیسم‌ها قادر به رشد و تکثیر نمی‌باشند. بنابراین بهترین و موثرترین راه جلوگیری از فساد میکروبی و کپک‌زدگی محصولات مذکور، کاهش فعالیت آبی می‌باشد و می‌توان با استفاده از روش‌های علمی و فنی در تولید و به‌کارگیری مواد اولیه و کمکی و افزودنی‌های مجاز فعالیت آبی محصولات را به پائین‌تر از حد

ظرفیت نگهداری آب و سایر خواص مطلوب در دسر تولیدی می‌شود. از طرفی با توجه به رابطه مثبتی که میزان رطوبت با میزان فعالیت آبی دارد، انتظار می‌رفت با کاهش رطوبت فعالیت آبی نیز کم شود که این موضوع محقق شد. جمالی و همکاران (۱۳۹۱) تاثیر صمغ زانتان بر خواص رئولوژیکی خمیر آرد برنج را بررسی کردند. در این تحقیق اثر صمغ زانتان بر خواص رئولوژیکی آرد برنج مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد، با افزایش میزان صمغ زانتان، جذب آب افزایش یافت [۲۶]. نتایج این تحقیق مغایر با نتایج خلیلیان و همکاران (۱۳۹۰) است که به بررسی اثر غلظت‌های مختلف پکتین و زانتان بر فعالیت آب پاستیل میوه‌ای بر پایه پوره طالبی پرداختند. نتایج آنها نشان داد با افزایش غلظت پکتین، میزان فعالیت آب نمونه‌ها روند کاهشی داشته و با حضور زانتان فعالیت آب نمونه‌ها به طور چشمگیری افزایش نشان داد [۲۷].

بحرانی رساند و بدین ترتیب زمان ماندگاری و تاریخ مصرف آن را به چند ماه و یا بیشتر افزایش داد و کیفیت محصول را به طور قابل ملاحظه‌ای ارتقاء داده و از بسیاری واکنش شیمیایی زیان‌آور جلوگیری نمود. در مورد فعالیت آبی مشخص شد که با کاهش CMC (۰/۲۵) و افزایش صمغ فارسی (۰/۵) و کاهش صمغ زانتان (۰/۲۵) فعالیت آبی نمونه‌های دسرکدو حلواپی به حداقل (۰/۹۲) رسیده است. اما برای بهینه سازی فرمول دسر کدو حلواپی با حداقل فعالیت آبی مشخص شد که با مصرف ۰/۱۲۶ صمغ فارسی، ۰/۵۰۰ زانتان و ۰/۳۷۴ CMC فعالیت آبی مطلوب ۰/۶۷ درصد حاصل می‌شود. از مزایای زانتان، تأمین یک ویسکوزیته کاملاً یکنواخت و ثابت در محدوده دمایی ۵۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که محصولی پایدار و با بافت مناسب در شرایط مختلف نگهداری ایجاد می‌نماید. استفاده از این هیدروکلوئید با افزایش محتوای مواد جامد دسر مشابه چربی عمل کرده و موجب بهبود در گرانیروی (ویسکوزیته) و افزایش

Table 5 Optimum Formulation of Pumpkin Desserts

Desriability	Water activity	CMC	Xanthan	Persian Gum
0.679	0.95	0.374	0.500	0.126

۳-۵- سرعت آب اندازی محصول تولیدی

مربوط به آن اثر بیشتری بر متغیر وابسته دارد. مدل رگرسیونی زیر به برآورد آب اندازی می‌پردازد که در آن حروف A صمغ فارسی، B صمغ زانتان، C صمغ CMC هستند. ضرایب غیر معنی‌دار از مدل حذف شده اند.

$$BC = 28.17 + 9.89A - 6.08B + 2.80C - 3.61AC + 2.17BC$$

شکل ۳ اثرات همزمان سه متغیر زانتان و صمغ فارسی و CMC را بر سرعت آب اندازی نمونه‌های فرمولاسیون دسرکدو حلواپی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هر چه سرعت آب اندازی دسرکدو حلواپی کمتر باشد مطلوب‌تر است با توجه به جدول ۳ و شکل ۳ می‌توان گفت با افزایش صمغ فارسی به (۰/۵) و کاهش CMC به (۰/۲۵) و کاهش زانتان به (۰/۲۵) سرعت آب اندازی حداقل (۴) حاصل شده است.

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد مدل درجه دوم و مکعب خاص معنی‌دار هستند لذا مناسب‌ترین مدل برای توصیف متغیر پاسخ سرعت آب اندازی پیشنهاد شده است؛ مقدار p جدول ۳ نشان می‌دهد که مدل و اثرات ساده هر یک از اجزا فرمولاسیون (صمغ فارسی، صمغ زانتان و CMC) به تنهایی بر سرعت آب اندازی معنی‌دار است. در بین اثرات متقابل اثر صمغ فارسی - CMC و اثر زانتان - CMC معنادار است که نشان دهنده تغییرات مورد انتظار در متغیر پاسخ Y بر حسب واحد تغییر X وقتی که سایر فاکتورهای دیگر ثابت هستند، می‌باشد. بنابراین سنجشی از میزان تاثیر عبارت مربوطه نسبت به سایر عبارتهای مدل بر متغیر پاسخ (وابسته) - در این جا بر سرعت آب اندازی - است و هر چه این ضریب بیشتر باشد یعنی عبارت

مصرف ۰/۱۲۶ صمغ فارسی، ۰/۵۰۰ زانتان و ۰/۳۷۴ CMC با سرعت آب اندازی ۴/۷۱ حاصل می‌شود. در این مورد نیز فرمول بهینه نشان می‌دهد که مقدار بالای صمغ زانتان و ایجاد محلول‌های فوق چسبنده و کم رطوبت سبب شده است تا سرعت آب انداختن دسر به حداقل رسیده باشد. نتایج پژوهش‌های مختلف تاثیر مثبت هیدروکلوئیدها را روی کاهش آب اندازی سامانه‌های کلوئیدی تایید می‌کنند. به طوری که در پژوهش آریان صمغ‌های گوار و دانه‌ی افاقا توانستند پایداری کامل را در دوع تهیه شده در کشور ترکیه ایجاد کنند. نتایج رفیعی طاری و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی اثر نوع و مقدار پایدارکننده‌ها بر پایداری خامه نیز نشان داد که میزان آب‌انداختگی خامه‌های دارای پایدارکننده، در مدت نگهداری، در مقایسه با خامه بدون پایدارکننده، کاهش معنی‌دار داشت [۲۸].

اسمیت و همکاران (۲۰۰۰) نیز نتایجی مشابه با نتایج این تحقیق گزارش نمودن، آنها در بررسی تغییرات ساختمانی پروتئین و چربی خامه قنادی با افزودن پایدارکننده‌ها و همچنین پایداری امولسیون خامه قنادی با ۳۶ درصد چربی اذعان نمودند که افزودن مخلوط پایدارکننده‌ها از جمله کاراگینان، صمغ دانه خرنوب و سیترات سدیم به میزان ۰/۲۵ درصد آب‌انداختگی خامه را در مدت نگهداری، کاهش داده است [۲۹]. قاسم پور و همکاران (۱۳۸۹) نیز در بهینه‌سازی تولید ماست پروبیوتیک حاوی صمغ فارسی اذعان نمودند که افزودن صمغ فارسی منجر به کاهش آب‌انداختگی در طی نگهداری شده است و همچنین مقادیر بالاتر صمغ باعث کاهش بیشتر آب‌انداختگی گردید که با یافته‌های بدست آمده در پژوهش حاضر مطابقت دارد [۳۰].



Fig 3 Cantor flow rate of flooding caused by changes in CMC, xanthan, and gum in Persian

۳-۶- بهینه‌سازی سرعت آب اندازی

جهت به دست آوردن فرمولاسیون بهینه‌ی دسرکدو حلوایی با استفاده از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت و طرح مخلوط، مقادیر هر سه متغیر (صمغ فارسی، زانتان و CMC) در محدوده‌ی مقادیر مورد استفاده در پژوهش انتخاب شد، در حالی که پاسخ سرعت آب اندازی مینیمم در نظر گرفته شد. جدول ۶ فرمولاسیون منتخب توسط نرم‌افزار را نشان می‌دهد که دارای میزان مطلوبیت ۴/۷۹ است.

در مورد سرعت آب اندازی هم مشخص شد که با افزایش صمغ فارسی به (۰/۵) و کاهش CMC به (۰/۲۵) و کاهش زانتان به (۰/۲۵) سرعت آب اندازی حداقل (۴/۰۰) حاصل شده است. با توجه به اینکه سرعت کمتر آب‌انداختگی مطلوبتر می‌باشد بهینه‌سازی انجام شده نشان داد که حداقل سرعت آب اندازی با

Table 6 Optimum Formulation of Pumpkin Desserts

Desriability	Moisture content	CMC	Xanthan	Persian Gum
0.679	4.791	0.374	0.500	0.126

CMC) به تنهایی (آمیزه خطی) بر شاخص زردی معنی‌دار است که نشان دهنده تغییرات مورد انتظار در متغیر پاسخ Y بر حسب واحد تغییر X وقتی که سایر فاکتورهای دیگر ثابت هستند، می‌باشد. بنابراین سنجشی از میزان تاثیر عبارت مربوطه نسبت به سایر عبارت‌های مدل بر متغیر پاسخ (وابسته) - در این جا بر

۳-۷- شاخص زردی (b*) محصول تولیدی

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد مدل خطی معنی‌دار است لذا مناسب ترین مدل برای توصیف متغیر پاسخ شاخص زردی پیشنهاد شده است؛ جدول ۳ نشان می‌دهد که مدل و اثرات ساده هر یک از اجزا فرمولاسیون (صمغ فارسی، صمغ زانتان و

۳-۸- بهینه‌سازی شاخص زردی

جهت به دست آوردن فرمولاسیون بهینه‌ی دسرکدو حلوایی با استفاده از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت و طرح مخلوط، مقادیر هر سه متغیر (صمغ فارسی، زانتان و CMC) در محدوده‌ی مقادیر مورد استفاده در پژوهش انتخاب شد، در حالی که شاخص زردی ماکزیمم برای دسر کدو حلوایی مطلوب است. جدول ۷ فرمولاسیون منتخب توسط نرم‌افزار را نشان می‌دهد که دارای میزان مطلوبیت ۰/۵۲۵ است.

در مورد شاخص زردی که حداکثر آن مطلوب دسر کدو حلوایی است نتایج نشان داد که با کاهش صمغ فارسی به (۰) و افزایش CMC به (۰/۵) و افزایش زانتان به (۰/۵) شاخص زردی حداکثر (۶۲/۱۹) حاصل شده است. همچنین فرمول بهینه دسر کدو حلوایی با مصرف ۰/۲۶۵ درصد صمغ فارسی، ۰/۴۶۲ درصد زانتان و ۰/۲۷۳ درصد CMC با شاخص زردی ۵۸/۵۲۱ پیش بینی شد. آیار و همکاران (۲۰۰۹) نیز مشاهده کردند که با افزایش در صد ثعلب، روشنایی نمونه‌ها و پارامترهای *a* و *b* کاهش یافت [۳۱]. منصوری و همکاران (۱۳۸۸) نیز تاثیر توام صمغ کتیرای پولکی (۰/۱۲-۰/۲) درصد) و کیتوزان (۰/۸۰-۰/۲۰ درصد) بر مایونز را مورد بررسی قرار دادند. آنها بیان کردند که همزمان با افزایش درصد کتیرا و کاهش کیتوزان در فرمولاسیون نمونه‌ها، فاکتور *L** و *b** کاهش یافته است. علت این امر را احتمال تاثیر رنگ صمغ کتیرای پولکی که کرم و اندکی متمایل به زرد بود، عنوان کردند. همچنین نتیجه گرفتند که نمونه‌های تولیدی از لحاظ این فاکتور تفاوت معنی‌داری نداشتند [۳۲].

شاخص زردی - است و هرچه این ضریب بیشتر باشد یعنی عبارت مربوط به آن اثر بیشتری بر متغیر وابسته دارد.

مدل رگرسیون خطی با رابطه زیر به برآورد شاخص زردی می‌پردازد که در آن حروف A صمغ فارسی، B صمغ زانتان، C صمغ CMC هستند. ضرایب غیر معنی‌دار از فرمول حذف شده اند.

$$\text{شاخص زردی} = ۵۶/۲۹C + ۶۵/۹۹B + ۴۷/۷۹A$$

شکل ۴ و جدول ۳ اثرات همزمان سه متغیر زانتان و صمغ فارسی و CMC را بر درصد شاخص زردی نمونه‌های فرمولاسیون دسرکدو حلوایی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هر چه شاخص زردی دسرکدو حلوایی بیشتر باشد مطلوب‌تر است نتایج نشان داده است که با کاهش صمغ فارسی به (صفر) و افزایش CMC به (۰/۵) و افزایش زانتان به (۰/۵) شاخص زردی حداکثر (۶۲/۱۹) حاصل شده است.

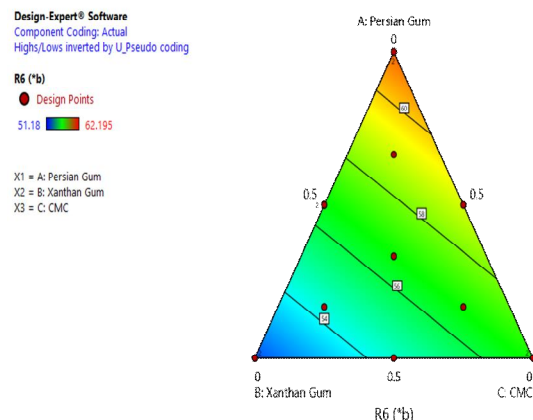


Fig 4 Cantor chart of the yellowing index resulting from CMC, xanthan, and Persian gum alteration on Pumpkin dessert

Table 7 Optimum Formulation of Desserts

Desriability	Yellowness index	CMC	Xanthan	Persian Gum
0.525	58.52	0.273	0.462	0.265

۴- نتیجه گیری

قرار می‌گیرد و برهمکنش این دو بر میزان آب قابل دسترس موثر بوده و باعث افزایش آب و در نتیجه رطوبت گردید. نتایج نشان داد که هیدروکلوئیدهای مصرفی می‌بایست در حد قابل قبول مورد استفاده قرار گیرند، در غیر این صورت، پارامترهای مورد نظر را تحت الشعاع قرار داده و باعث کاهش کیفیت محصول می‌شوند. نتایج حاکی از آنست که با ارائه محصولی جدید و

در این پژوهش، از پوره کدو حلوایی به همراه صمغ فارسی، صمغ زانتان و CMC در غلظت‌های مختلف جهت تولید دسر غیرلبنی جدید و معرفی آن به صنعت غذا استفاده شد. مهمترین بخش تشکیل دهنده این محصول که کدو حلوایی است، تحت تاثیر ماهیت اجزاء و برهمکنش دو متغیر موجود در فرمولاسیون

- [12] Royer, G., Madieta, E., Symoneaux, R. and Jourjon, F.; 2006; Preliminary Study of the Production of Apple Pomace and Quince Jelly, *LWT- Food Science and Technology Journal*, 39(9), 1022-1025.
- [13] Demars, L.L. and Ziegler, G.R.; 2011; Texture and Structure of Gelatin/Pectin-Based Gummy Confection, *Food Hydrocolloids*, 15: 643-653.
- [14] Tecante, A. and Doublier, J.L.; 1999; Steady Flow and Viscoelastic Behavior of Cross-linked Waxy Corn Starch-κ-Carrageenan Pastes and Gels, *Carbohydrate Polymer Journal*, 40 (3), 221-231.
- [15] Rezaee, R., Shahidi, F., Elahi, M. Mohebbi, M and Nassiri Mahallati, M.; 2012; Texture Profile Analysis of Plum Pastille by Sensory and Instrumental Methods and Optimization of its Formulation. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 8 (1): 30-39.
- [16] Shahidi, F., Rezaee, R. and Mohebbi, M.; 2010; Fruit Pastille Based on Pumpkin, New Product Production from Pumpkin. *Journal of Food Science and Technology*, special issue 19th National Congress of Food Science and Technology.
- [17] Eslaminasab, R., Mortazavi, A. and Mehraban Sang Atash, M.; 2015; Optimization of Banana Butter Formulation by Response Surface Methodology; "M.Sc." Thesis on Food Science and Technology; Islamic Azad University, Sabzevar Branch.
- [18] Mirshojaeiyan, B.; Mortazavi, A., Mehraban Sang Atash, M. and Karazhian, R.; 2014; Optimization of Apple Butter Formulation Applying Inulin and Modified Starch by Response Surface Methodology; "M.Sc." Thesis on Food Science and Technology; Islamic Azad University, Sabzevar Branch.
- [19] Ashour Mohammadi, M., Hosseini Qaboos, H. 2016. Production of processed ice cream with pumpkin powder. *Iranian Food Science and Technology*, 15(75):59-47.
- [20] Salehi, f. 2017. Rheological and physical properties and quality of the new formulation of apple cake with wild sage seed gum (salvia macrosiphon). *Journal of food measurement and characterization*, 11:2006-2012.
- [21] Mehraban Sang Atash, M, P, Moshtaghi. 2017. Optimization of Formula of Pumpkin

دارای ویژگی‌های حسی و فیزیکی شیمیایی مناسب، می‌توان اولاً محصولی خوش طعم، با کیفیت و ارزش تغذیه‌ای بهتر به بازار عرضه نمود و ثانیاً با ایجاد تنوع در فرمولاسیون و تولید فرآورده‌های جدید در این راستا، زمینه را برای افزایش صادرات فرآورده‌های حاصل میوه‌ها و سبزی‌ها فراهم نمود.

۵- منابع

- [1] Hajar, R. 2002. History of medicine. Heart Views [serial online], 3:10. Available at <http://www.heartviews.org/text.asp?2002/3/4/10/64525>.
- [2] Bhat M A, Bhat, A. 2013. Study on physico-chemical characteristics of pumpkin blended cake, *Journal of Food Processing & Technology* 4: 4-9.
- [3] Provesi J.G., Dias, C.O., Amante, E.R. 2011. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree, *Food Chemistry*; 128:195-202.
- [4] Lubbers, S. and Guichard, E. 2003. The effects of sugars and pectin on flavor release from a fruit pastille model system. *Food chemistry*, 81:269-273.
- [5] Yousefi Rudsari F, Abbasi, Hailing. H, 2013, The effect of Persian gum, serum proteins and other factors on the stability of oil emulsions in water, the 21st congress of food science and industry, Shiraz University
- [6] Rahimi S. and S .Abbasi .1392. Determination of chemical structure of Persian gum, 21st congress of food science and industry, Shiraz University.
- [7] Flores candia J L and deckwer WD, 1999. Xanthangun, in: Flickinger M.C, Encyclopedia of bioprocess technology: fermentation, biocatalysis and bioseparation, 5: 2695-2711.
- [8] Finnerty, W.R., 2000. Biopolymers, production and uses of, in: Lederberg j, Encyclopedia of microbiology 3:431-447.
- [9] Philips, G.O., & wilwams, P.A. 2000. Handbook of Hydrocolloids, Woodhead Publishing. ISBN: 978-1-85573-501-9.
- [10] Imerson, A. 2010. Food stabilizers, thickeners and gelling agents, John Wiley & Sons, ISBN: 978-1-4051-3267-1.
- [11] Booth, R.G. 1990. Snack Food. Springer US, Mexico City, 402 p.

- [27] Khalilian, p. Divine Shahidi, F and Mohebbi, M. 2011. Effect of various concentrations of pectin and xanthan on sensory characteristics and activity of fruit pastilla water based on Talebi puree. Iranian Journal of Food Science and Technology, 7(30):200-209.
- [28] Rafiee Tari, N, Ehsani, M, Mazlomi M., Mousavi M. 2006. Effect and amount of stabilizer on UHT cream stability. Journal of Nutrition Sciences and Food Industry of Iran. 1:49-45.
- [29] Smith, A. K., Kakuda, Y., and Goff, H. D. 2000. Changes in protein and fat structure in whipped cream caused by heat treatment and addition of stabilizer to the cream. Food Research International, 33(8):697-706.
- [30] Ghasempour, Z., Alizadeh, M., Reza Zad Barry, M. 2010. Optimization of yogurt production with Persian gum with regard to viability of probiotics and acetaldehyde, M.Sc., Department of Food Science and Technology, Urmia University.
- [31] Ayar, A., Sert, D., Akbulut, M. 2009. Effect of salep as a hydrocolloid on storage stability of 'Incir Uyutması' dessert. Food Hydrocolloids, 23:62-71.
- [32] Mansouri, T., Mirzaei, M., Moradi, S., Alimi, M. 2009. The effect of application of whole triticale and chitosan gum on the characteristics of mayonnaise sauce, Journal of Food and Nutrition Science and Technology, 8(2):44- 51.
- Dumplings Containing Microcrystalline Cellulose and Modified Starch Based on Textural and Color Properties by Response Level Method.
- [22] Salehi, f. & kashaninejad, m. 2015. Effect of drying methods on rheological and textural properties, and color changes of wild sage seed gum. Journal of food science and technology, 52:7361-7368
- [23] Trabldeh. M., Dasghub Beheshti, .M.K. 2014. The Effect of Comparison of Barnacle Gum and Syrup of Shiraz as a Covering of Chicken Nuggets. National Conference on Science and Technology in Food Industry.
- [24] Naji Tabasi S, Mohebi M. 2013. The use of image processing to investigate the effect of royal and xanthan gum on the quality characteristics of gluten-free bread. Eighth National Congress of Agricultural Machinery Engineering (BioSystem), Mashhad, Iran.
- [25] Avaz Sufyan, A., Alami, M. Sadeghi Mahonak, A. Ghorbani, M. Ziaifar, A. 2013. Use sweet almond meal and xanthan gum in gluten free cake making. Journal of Research and Innovation in Science and Technology, Food, 3(2):185-203.
- [26] Jamali Marbini. And, Joker, M. Shirani, M. And Inanloo Mohammadkhani, A. 2012. The effect of xanthan gum on the rheological properties of rice flour paste, Second National Food Safety Seminar, Savadkoh, Islamic Azad University of Savadkoh Branch.

Optimization of non- dairy dessert formulations based on pumpkin by Mixture Design

Cheraghian, H. ¹, Mehraban Sangh Atash, M. ², Karazhian, R. ^{3*}, Nazari, Z. ⁴

1. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, ACECR Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food quality and safety, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran
3. Assistant Professor, Department of industrial biotechnology on microorganisms, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran
4. Member of faculty, Department of Food quality and safety, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran

(Received: 2019/02/19 Accepted:2019/12/07)

Pumpkins prevent the occurrence of all types of cancers due to the wealthiest micronutrients and high levels of 30% carotenoids. Regarding the high nutritional value and low consumption in the community, the primary objective of this research is to optimize the formulation of a new non-leavened dessert based on the pumpkin, which drives from hydrocolloids (Persian gum, xanthan, and carboxymethyl cellulose) in dessert formulation. In order to determine the dessert treatments, mixed design and software Design Expert 11 for three components of Persian gum (0-5%), xanthan gum (0-5%) and carboxymethyl cellulose (0-5%) use. After preparing the dessert, physicochemical tests (moisture, Dyeing, aw, and colorimetric) evaluate. The results showed that the lower humidity and water activity and the syneresis rate are more desirable that cause with decreasing xanthan and CMC and increasing Persian gum. Considering that more index b* is desirable in pumpkin dessert, so increasing the xanthan CMC and decreasing Persian gum cause the a* value be more and by decreasing xanthan and increasing CMC and decreasing Persian gum b* value was more.

Keywords: Pumpkin, Dessert, Persian Gum, Xanthan Gum, CMC

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