علمی پژوهشی

بهینه‌سازی فرمولاسیون دسر غیرلبنی بر پایه کدو حلوایی 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
٤- 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: ۹۸/۰۹/۱٦)

چکیده

کدو حلوایی 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 حلوایی است که از هیدروکلوئیدها (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 (۰/۵-۰ درصد)، صمغ زانتان (۰/۵-۰ درصد) و کربوکسی متیل سلولز (۰/۵-۰ 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 دسرکدوحلوایی 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 حلوایی بیشتر باشد مطلوب‌تر است با افزایش زانتان و افزایشCMC و کاهش صمغ فارسی مقدار اندیس*a بیشتر و با کاهش زانتان و افزایش CMC و کاهش صمغ فارسی مقداراندیس *b بیشتر شد.

کلید واژگان: کدو حلوایی، 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 بسیارداشته و از مصرف انواع میوه‌های شیرین و ترشحات گیاهی و عسل آغاز شده و به انواع شیرین کننده‌های سنتزی گسترش یافته است [۱].

کدو حلوایی از خانواده Cucurbitaceae بوده که بر اساس بافت و شکل به چهار گروه *Cucurbita pepo*، *Cucubita maxima*، *Cucurbita moschata* و *Cucurbita mixta* تقسیم می‌شوند [۲]. این گیاه به واسطه دانه وگوشت 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 هیدروکلوئیدها بوده که ساختاری پلی ساکاریدی دارند [٤]. صمغ فارسی نیز از تراوشات طبیعی درخت بادام کوهی از خانواده گلسرخیان (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 هیدروکلوئید آنیونی است که از حدود ۲۵-۲۰ درصد بخش محلول و ۸۰-۷۵ درصد بخش نامحلول تشکیل شده است [۵]. صمغ فارسی تقریبا حاوی ۹۵ درصد رطوبت، ۱/٦۲ درصد خاکستر کل ۰/۲۳درصد، خاکستر نا محلول در اسید، ۰/۵ درصد پروتئین و ۸۸/٤ درصد کربوهیدرات می‌باشد که احتمالا قسمت اعظم شاخه اصلی آن B-D- گالاکتوپیرانوزیل (۳←۱) و انشعابات آن از B-D- گالاکتوپیرانوزیل (٦←۱) و L-a-آرابینوفورانوزیل (۳←۱) تشکیل شده است [٦]. گزانتان صمغی است که به وسیله تخمیر میکروبی توسط گونه‌هایی از گزانتوموناس، 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 می‌باشدکه 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]. قرنها است 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) (٦۵-٦۰ درصد) و pH کمتر از۳/۵ 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 هیدروکلوئیدها نه تنها ویسکوزیته و قوام را اصلاح می‌کند، بلکه اغلب بر شدت بو، طعم و آروما نیز تاثیر گذار است [۱۳]. تیکانته و همکاران (۱۹۹۹) اعلام کردند که در صنایع غذایی مدرن از مخلوط نشاسته و سایر هیدروکلوئیدهای پلی ساکاریدی برای کنترل و اصلاح بافت، بهبود حفظ رطوبت، کنترل سیالات آب و کیفیت خوراکی محصولات غذایی استفاده می‌شود [۱٤]. رضایی و همکاران (۲۰۱۲)، با بررسی خصوصیات حسی پاستیل تولید شده بر پایه آلو به همراه هیدروکلوئید 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 می باشد و نمونه هایی با بافت سفت و الاستیک، میزان پذیرش را کاهش داد [۱۵]. شهیدی و همکاران (۲۰۱۰)، فرمولاسیون پاستیل کدو حلوایی رامورد بررسی قرار دادند .ارزیابی حسی بر اساس

سنجش ویژگی‌های اصلی محصول جدید نظیر رنگ، بافت و طعم انجام گرفت .نتایج نشان داد که پذیرش این فرآورده در حد بسیار خوب و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بررسی شده در محدوده قابل قبول با ماندگاری بالا بودند [۱۶]. اسلامی نسب و همکاران (۲۰۱۵)، در تولید فراورده کره موز از پکتین و نشاسته اصلاح شده استفاده نمودند. نشاسته اصلاح شده باعث ایجاد حالت کلوییدی، ژله‌ای و بافت مناسب شد و میزان سختی، الاستیسیته و چسبندگی نمونه افزایش، و چقرمگی، پیوستگی و شکنندگی کاهش یافت [۱۷]. میر شجاعیان و همکاران (۲۰۱۴)، خصوصیات بافتی کره سیب با به کار گیری اینولین و نشاسته اصلاح شده را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که نشاسته میزان سختی نمونه را افزایش داد [۱۸].

در این پژوهش، از پوره کدو حلوایی، صمغ فارسی، صمغ زانتان و CMC در غلظت‌های مختلف جهت تولید محصول با ویژگی‌های جدید استفاده شد و اثر آنها روی خصوصیات فیزیکو شیمیایی و رنگ سنجی مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین دراین پژوهش سعی بر این شده است که فرمولاسیونی جدید ارائه گردد. لذا هدف از این تحقیق بهینه‌سازی فرمولاسیون دسر غیرلبنی بر پایه کدوحلوایی با استفاده از هیدروکلوئیدهای مختلف به روش آماری طرح مخلوط و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رنگ سنجی آن در طول زمان نگهداری می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- روش تهیه دسر

جهت تهیه دسردر ابتدا کدو حلوایی را پوست‌گیری کرده و سپس خرد کرده روی حرارت ملایم آن را تبدیل به پوره می‌کنیم و از صافی عبور می‌دهیم سپس پوره آماده شده را به همراه شکر و صمغ‌ها و سایر ادویه‌جات با حرارت ملایم هم می‌زنیم تا به بریکس ۳۸ برسد. برای آماده سازی تیمارها با توجه به جدول شماره ۱ مقادیر مناسب از صمغ‌ها برای تهیه دسر مورد استفاده قرار گرفت. در این پژوهش از ۱۴ تیمار در قالب طرح مخلوط استفاده گردید.

Table 1 Treatment coding

Run	CMC	Xanthan Gum	Persian Gum
1	0.17	0.42	0.42
2	0	0.5	0.5
3	0.5	0	0.5
4	0.5	0	0.5
5	0.42	0.17	0.42
6	0.33	0.33	0.33
7	0.5	0.25	0.25
8	0.5	0.5	0
9	0.25	0.25	0.5
10	0.42	0.42	0.17
11	0.5	0.5	0
12	0.25	0.25	0.5
13	0.25	0.5	0.25
14	0	0.5	0.5

۲-۲- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

۲-۲-۱- اندازه‌گیری رطوبت

حدود ۵ گرم از نمونه را در یک ظرف توزین، که از قبل به وزن ثابت رسیده است، با دقت توزین شد و نمونه با حرکت‌های ملایم در ته ظرف پخش شد. ظرف حاوی نمونه در آون با دمای ۵±۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت قرار داده شد. پس از آن، ظرف از آون خارج و در دسیکاتور قرارگرفت تا سرد شود و سپس وزن گردید. اختلاف وزن نمونه قبل و بعد از آون گذاری تعیین کننده میزان رطوبت نمونه می‌باشد [۱۹].

=درصد رطوبت

$$\frac{100*(\text{وزن پلیت+وزن نمونه بعد از آون})-(\text{وزن پلیت خالی+وزن نمونه})}{\text{وزن نمونه داخل پلیت}}$$

۲-۲-۲- اندازه گیری فعالیت آبی (a_w)

فعالیت آبی نمونه توسط دستگاه تعیین می‌شود. مقداری از نمونه را در ظرف مخصوص قرار داده می‌شود و آن را داخل دستگاه می‌گذاریم پس از طی مدت زمان لازم دمای نمونه به اندازه لازم رسیده a_w نمونه اندازه‌گیری شده و روی صفحه نمایش داده می‌شود [۲۰].

۲-۲-۳- آزمون اندازه گیری درصد آب اندازی

مطابق با روش‌های آلکانی دامانی (۲۰۰۳) انجام شد [۲۱]. برای این منظور مقدار ۱۰ گرم نمونه را روی کاغذ واتمن گسترده و در

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

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

M0 : وزن اولیه نمونه، به گرم، M1: وزن اولیه نمونه پس از فیلتر کردن، به گرم.

۲-۲-٤- آزمون رنگ‌سنجی

آنالیز رنگ به کمک دستگاه هانترلب و از طریق تعیین دو شاخص *Lو *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 (۰/۵-۰ درصد)، صمغ زانتان (۰/۵-۰ درصد) و کربوکسی متیل سلولز (۰/۵-۰ 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 ١٤ 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.

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

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 نسبت به سایر عبارت‌های 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 می پردازد که در آن حروف A صمغ فارسی،B صمغ زانتان،C صمغ CMC هستند.

درصد رطوبت= ٤٣/٨٢A+ ٤٤/٦٨ B+ ١١٣/٥٥C+ ٥٣/٧٦AB+٦٤ /١٠١AC-١١٢/٨٦BC

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

شکل ۱ اثرات همزمان سه متغیر زانتان و صمغ فارسی و CMC را بر درصد رطوبت نهایی نمونه‌های فرمولاسیون دسرکدوحلوایی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هر چه رطوبت دسرکدوحلوایی 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.

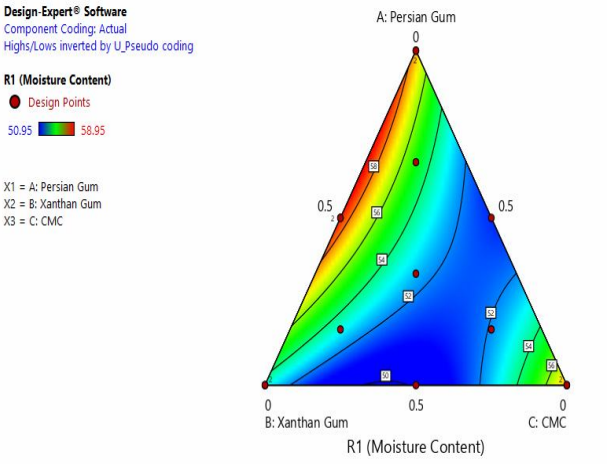

Fig 1 Cantor chart (balance) Change in moisture content due to changes in CMC, xanthan and Persian Gum in Pumpkin dessert

۳-۲- بهینه‌سازی رطوبت

جهت به دست آوردن فرمولاسیون بهینه‌ی دسرکدوحلوایی با استفاده از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت و طرح مخلوط، مقادیر هر سه متغیر (صمغ‌فارسی، زانتان و CMC) درمحدوده‌ی مقادیر مورد استفاده در پژوهش انتخاب شد، در حالی که پاسخ درصد رطوبت مینیمم در نظر گرفته شد. جدول٤ 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 ۱٤/۲٦ g است یعنی به طور میانگین هر g از آن قادر است ۱۲/٦۵g آب را به خود جذب نماید. اصولا ظرفیت جذب آب یکی از عوامل مهم در رابطه با کاربرد گسترده صنعتی صمغ‌های تراوشی محسوب می‌شود که منجر به تولید ژل یا محلول های بسیار گرانرو می-گردد. اما مقدار ظرفیت جذب آب صمغ های 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) مغایر با نتایج این تحقیق است زیرا گزارش نموده است که با افزودن هیدروکلوئیدها، میزان رطوبت به طور معنی‌داری

افزایش یافت و باعث حفظ بهتر خصوصیات رنگی طی نگهداری شدند [۲٤]. همچنین عوض صوفیان و همکاران (۱۳۹۳) نیز گزارش نمودند که با افزودن صمغ زانتان رطوبت و ویسکوزیته تمام نمونه‌های فاقد گلوتن افزایش یافت [۲۵].

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 معنی‌دار 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 عبارت‌های 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.

فعالیت آبی= ۰/۹٤۷A+۰/۹۷۰B+۰/۹۷۱C-۰/۱۸٦BC

شکل ۲ اثرات همزمان سه متغیر زانتان و صمغ فارسی و CMC را بر فعالیت آبی نمونه‌های فرمولاسیون دسرکدوحلوایی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هر چه فعالیت آبی دسرکدوحلوایی کمتر باشد مطلوب‌تر است با توجه به جدول ۳ و شکل۲ می‌توان گفت با کاهش CMC (۰/۲۵) و افزایش صمغ فارسی (۰/۵) و کاهش صمغ زانتان (۰/۲۵) فعالیت آبی نمونه‌های دسرکدوحلوایی به حداقل (۰/۹۲) رسیده است.

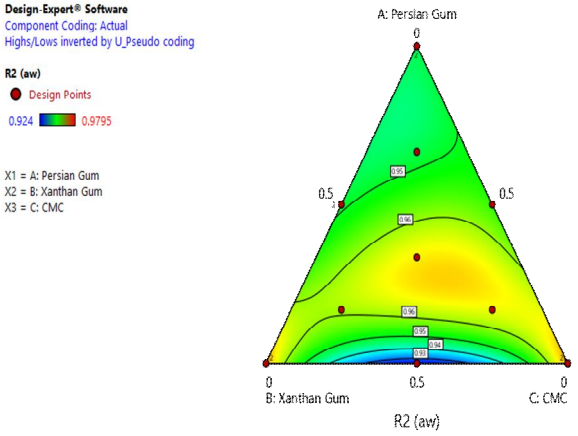

Fig 2 Cantor chart (balance) Change in the water activity resulting from the change of CMC, xanthan gum and Persian gum in pumpkin dessert

۳-٤- بهینه‌سازی فعالیت آبی

جهت به دست آوردن فرمولاسیون بهینه‌ی دسرکدوحلوایی 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 ٤ فرمولاسیون منتخب توسط نرم‌افزار را نشان می‌دهد که دارای میزان مطلوبیت ۰/٦۷۹ درصد است.

فعالیت آبی عامل مهمی در تعیین ماندگاری محصولات است اگر فعالیت آبی از حدی پائین‌تر باشد میکروارگانیسم ها 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

بحرانی رساند و بدین‌ترتیب زمان ماندگاری و تاریخ مصرف آن را به چند ماه و یا بیشتر افزایش داد و کیفیت محصول را به‌طور قابل ملاحظه‌ای ارتقاء داده و از بسیاری واکنش شیمیائی 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 دسرکدوحلوایی به حداقل (۰/۹۲) رسیده است. اما برای بهینه سازی فرمول دسر کدو حلوایی با حداقل فعالیت آبی مشخص شد که با مصرف ۰/۱۲۶ صمغ فارسی، ۰/۵۰۰ زانتان و ۰/۳۷٤ CMC فعالیت آبی مطلوب ۰/٦۷ درصد حاصل می‌شود. از مزایای زانتان، تأمین یک ویسکوزیته کاملاً یکنواخت و ثابت در محدوده دمایی۵۰-۷۰ 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 گرانروی (ویسکوزیته) و افزایش 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 همکارن (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 [۲٦]. 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].

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

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 هرچه این ضریب بیشتر باشد یعنی عبارت 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.

آب اندازی = ۹/۸۹A-٦/۰۰۸ B+ ۲/۸۰٤C-۳٤/٦۱AC+۲۸/۱۷٦BC

شکل۳ اثرات همزمان سه متغیر زانتان و صمغ فارسی و CMC را بر سرعت آب اندازی نمونه‌های فرمولاسیون دسرکدوحلوایی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هر چه سرعت آب اندازی دسرکدوحلوایی کمتر باشد مطلوب‌تر است با توجه به جدول ۳ و شکل ۳ می‌توان گفت با افزایش صمغ فارسی به (۰/۵) و کاهش CMCبه (۰/۲۵) و کاهش زانتان به (۰/۲۵) سرعت آب اندازی حداقل (٤) حاصل شده است.

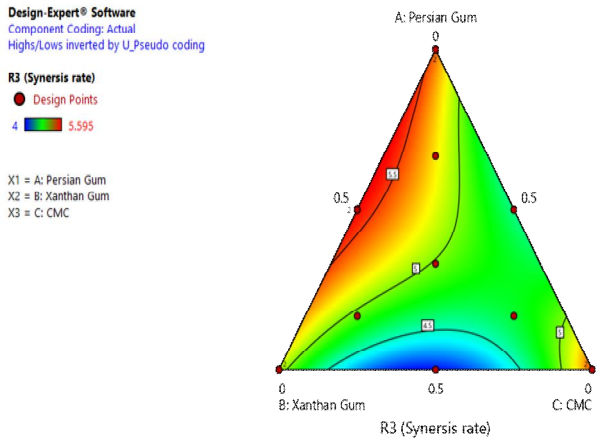

Fig 3 Cantor flow rate of flooding caused by changes in CMC, xanthan, and gum in Persian

۳-٦- بهینه‌سازی سرعت آب اندازی

جهت به دست آوردن فرمولاسیون بهینه‌ی دسرکدوحلوایی با استفاده از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت و طرح مخلوط، مقادیر هر سه متغیر(صمغ‌فارسی، زانتان و CMC) درمحدوده‌ی مقادیر مورد استفاده در پژوهش انتخاب شد، در حالی که پاسخ سرعت آب اندازی مینیمم در نظر گرفته شد. جدول ٦ فرمولاسیون منتخب توسط نرم‌افزار را نشان می‌دهد که دارای میزان مطلوبیت ٤/٧٩ 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 (٤/۰۰) حاصل شده است. با توجه به اینکه سرعت کمتر آب‌اندازی مطلوبتر می‌باشد بهینه‌سازی انجام شده نشان داد که حداقل سرعت آب اندازی با مصرف ۰/۱۲٦ صمغ فارسی، ۰/۵۰۰ زانتان و ۰/۳۷٤ CMC با سرعت آب اندازی ٤/۷۱ 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 اقاقیا توانستند پایداری کامل را در دوغ 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 ۳٦ 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 آب‌اندازی در طی نگهداری شده است و همچنین مقادیر بالاتر صمغ باعث کاهش بیشتر آب‌اندازی گردید که با یافته‌های بدست آمده در پژوهش حاضر مطابقت دارد [۳۰].

Table 6 Optimum Formulation of Pumpkin Desserts

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

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 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

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.

شاخص زردی= ٤٧/٧٩A+٦٥/٩٩ B+ ٥٦/٢٩C

شکل ٤ و جدول ٣ اثرات همزمان سه متغیر زانتان و صمغ فارسی و CMC را بر درصد شاخص زردی نمونه‌های فرمولاسیون دسرکدوحلوایی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هر چه شاخص زردی دسرکدوحلوایی بیشتر باشد مطلوب‌تر است نتایج نشان داده است که با کاهش صمغ فارسی به (صفر) و افزایش CMC به (٠/٥) و افزایش زانتان به (٠/٥) شاخص زردی حداکثر (٦٢/١٩) حاصل شده است.

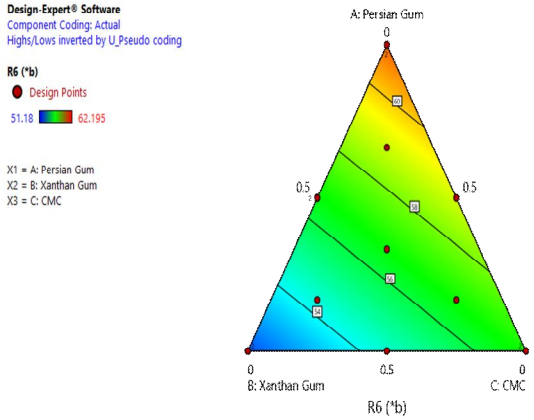

Fig 4 Cantor chart of the yellowing index resulting from CMC, xanthan, and Persian gum alteration on Pumpkin dessert

٣-٨- بهینه‌سازی شاخص زردی

جهت به دست آوردن فرمولاسیون بهینه‌ی دسرکدوحلوایی با استفاده از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت و طرح مخلوط، مقادیر هر سه متغیر (صمغ‌فارسی، 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 ٧ فرمولاسیون منتخب توسط نرم‌افزار را نشان می‌دهد که دارای میزان مطلوبیت ٠/٥٢٥است.

در مورد شاخص زردی که حداکثر آن مطلوب دسر کدو حلوایی است نتایج نشان داد که با کاهش صمغ فارسی به (٠) و افزایش CMC به (٠/٥) و افزایش زانتان به (٠/٥) شاخص زردی حداکثر (٦٢/١٩) حاصل شده است. همچنین فرمول بهینه دسر کدو حلوایی با مصرف ٠/٢٦٥درصد صمغ فارسی، ٠/٤٦٢ درصد زانتان و ٠/٢٧٣ درصد CMC با شاخص زردی ٥٨/٥٢١ پیش بینی شد. آیار و همکاران (٢٠٠٩) نیز مشاهده کردند که با افزایش در صد ثعلب، روشنایی نمونه‌ها و پارامترهای a و b کاهش یافت [٣١]. منصوری و همکاران (١٣٨٨) نیز تاثیر توام صمغ کتیرای پولکی (٠/٢-٠/١٢ درصد) و کیتوزان (٠/٨٠-٠/٢٠ 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 [٣٢].

Table 7 Optimum Formulation of Desserts

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

٤- نتیجه‌گیری

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 بر همکنش دو متغیر موجود در فرمولاسیون 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

دارای ویژگی‌های حسی و فیزیکوشیمیایی مناسب، می توان اولا محصولی خوش طعم، با کیفیت و ارزش تغذیه ای بهتر به بازار عرضه نمود و ثانیا 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: feremetation, 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 gellind agents, john wiley&sons, ISBN: 978-1-4051-3267-1.

[11] Booth, R.G. 1990. Snack Food. Springer US, Mexico City, 402 p.

[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.; 20۰1; 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

[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 'I˙ncir 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] TrabIdeh. 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 Institue, 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