نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۷ شماره ۲/ سال ۱۳۹۶/ صفحات ۱۷۵ تا ۱۸۶

تاثیر صمغ گزانتان و عربی بر ویژگی‌های کیفی شیرینی نوقا

پیمان سیدی[۱] و لیلا روفه گری نژاد*[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۲۸

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، ایران
[۲] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: l.roufegari@iaut.ac.ir

چکیده

نوقا یکی از شیرینی‌های سنتی ایران است که امروزه به صورت سنتی و صنعتی تولید می‌شود. تخم مرغ، یکی از اصلی‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده‌ی نوقا بوده که علاوه بر افزایش ارزش تغذیه‌ای، به دلیل داشتن خصوصیات عملکردی ناشی از پروتئین‌ها، نقش مهمی در ایجاد بافت منحصر به فرد این محصول دارد. در این تحقیق تاثیر میزان سفیده تخم مرغ (٦، ٨ و ١٠ درصد)، صمغ گزانتان (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) و صمغ عربی(صفر، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) بر افزایش حجم، پایداری و دانسیته کف و نیز فعالیت آبی، دانسیته و پذیرش کلی محصول نهایی (نوقا) با روش سطح پاسخ و طرح Box–Behnken بررسی گردید. نتایج نشان داد افزایش حجم در سیستم کف تولید شده تحت تاثیر غلظت صمغ بوده به طوری که با حضور۰/۲درصد صمغ عربی و بدون حضور صمغ گزانتان حداکثر افزایش حجم کف مشاهده شد. با افزودن صمغ‌ها به مخلوط اولیه نوقا پایداری کف افزایش و میزان آب اندازی کاهش یافت (P<۰/۰۱). همچنین با افزودن صمغ‌ها به رغم افزایش فعالیت آبی، این شاخص از حد استاندارد تعیین شده تجاوز نکرد. نتایج حاصل از آزمون حسی نیز نشان داد که نوقاهای تهیه شده با مقادیر متوسط هر دو صمغ (۰/۱ درصد)، پذیرش بالاتری داشتند. مطالعه حاضر نشان داد استفاده از هیدروکلوئیدها، امکان بهبود ویژگی‌های کیفی نوقارا امکانپذیر می‌کند.

واژگان کلیدی: تخم مرغ، صمغ گزانتان، صمغ عربی، کف، نوقا

مقدمه

نوقایکی از شیرینی‌های سنتی خاورمیانه و اروپای جنوبی است که انواع مختلفی دارد. به نظر می‌رسد که نوعی از این شیرینی به نام "تورون" در دوران غلبه اسلام بر اسپانیا به آن جا برده شده و در آن جا به شیرینی محلی تبدیل شده است. گرچه برخی معتقدند که "تورون" از واژه لاتین "توست" به معنای ترد گرفته شده است. این شیرینی در ایران حداقل دو نوع بسیار مرغوب دارد که یکی گز محصول اصفهان و دیگری نوقا محصول تبریز است. امروزه علاوه بر کارگاه‌های سنتی، نوقا در کارخانه‌ها و به صورت صنعتی تولید می‌گردد. تخم مرغ، یکی از کلیدی‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده‌ی

1-Nougat

نوقا می‌باشد که علاوه بر افزایش ارزش تغذیه‌ای، به دلیل داشتن خصوصیات عملکردی ناشی از پروتئین‌ها، نقش مهمی را در ایجاد بافت منحصر به فرد این محصول دارد. در صنایع غذایی، سفیده تخم مرغ به عنوان متداول‌ترین عامل کف کننده، مورد استفاده قرار می‌گیرد (پتاسزک ۲۰۱۳). کف‌ها سیستم‌های گاز مایع هستند که در آن، گاز به عنوان فاز پراکنده و مایع به عنوان فاز پیوسته حضور دارند (پتاسزک و همکاران ۲۰۱٤). کف حاصل از پروتئین در واقع حباب‌های گازی می‌باشد که با لایه نازکی از مایع حاوی پروتئین احاطه می‌شود. برای تشکیل کف، پروتئین باید قابل حل در آب و انعطاف پذیر باشد تا لایه‌ای چسبنده در سطح میانی آب و هوا ایجاد نماید. فیلم تشکیل‌شده باید قدرت مکانیکی کافی و ویسکوزیته لازم برای جلوگیری از پاره شدن آن را دارا باشد. برای تولید کف پایدار، ایجاد تعادل بین قابلیت انعطاف و چسبندگی بین مولکول‌ها ضروری است (بلاقی و همکاران ۲۰۱۰)؛ به طور کلی در تشکیل کف، پروتئین‌ها به عنوان عامل فعال سطحی، کشش سطحی مایع و هوا را کاهش داده همچنین در نتیجه ایجاد فیلم چسبنده در سطح میانی، سبب پایداری حباب می‌شوند (هوآنگ و همکاران ۱۹۹۸). کف حاصل از سفیده تخم مرغ، ناپایدار می‌باشد، زیرا بعد از تشکیل کف، هوا از لایه‌های داخلی با فشار بالاتر، انتشار پیدا کرده و فیلم تشکیل شده توسط پروتئین‌های دناتوره شده تخریب می‌شود. علاوه بر این، آب در بین حفرات ایجاد شده جریان یافته و از کف خارج می‌شود که این ناپایداری به صورت کاهش حجم و خروج مایع از آن، بروز می نماید (پتاسزک و همکاران ۲۰۱۵). عوامل زیادی بر تشکیل و پایداری کف سفیده‌ی تخم مرغ موثر هستند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: سن مرغ، مدت نگهداری تخم مرغ، شرایط نگهداری، زمان و سرعت همزنی، دما، پاستوریزاسیون، pH، ماده خشک، حضور زرده تخم مرغ، نمک، قند، پایدار کننده‌ها و مواد فعال سطحی، هیدروکلوئیدها، یون‌های فلزی و آنزیم‌های پروتئولیتیک (بوسکوا و مینکوا ۲۰۱۱). با توجه تحقیقات انجام شده، مشخص گردیده است که می‌توان با تغییر pH و یا قدرت یونی سیستم، پایدارسازی کف را افزایش داد. با این حال به دلایل حسی، این نوع پایدارسازی فقط در شرایط خاص استفاده می‌شود (لوماکینا و مینکوا ۲۰۰٦). روش دیگر برای پایدارسازی کف، استفاده از ترکیبات با وزن مولکولی کم به خصوص مونو و دی ساکاریدها می‌باشد که در سال‌های اخیر این روش بسیار مورد توجه قرار گرفته است. با این حال به دلیل افزایش علاقه مصرف کنندگان به محصولات غذایی با قند پایین، پلی‌ساکاریدها تبدیل به محبوب‌ترین مواد برای پایدارسازی کف گردیدند (پتاسزک و همکاران ۲۰۱۵). استفاده از پلی‌ساکاریدی خاص در سفیده تخم مرغ به ساختار مولکولی و توانایی آن در برهم‌کنش با پروتئین-ها برای ایجاد کف، بستگی دارد (پتاسزک ۲۰۱۵). صمغ‌ها دسته‌ای از هتروپلی ساکاریدها با ساختار هیدروکلوئیدی هستند که امروزه برای بهبود خواص کف کنندگی سفیده تخم مرغ به صورت متداول از آن‌ها استفاده می‌شود.

صمغ عربی، پلی‌ساکارید طبیعی متشکل از واحدهای گالاکتوزیل (٤۲٪)، آرابینوزیل (۲۷٪)، رامنوزیل (۱۵٪)، گلوکورونوزیل (۱٤٪/۵) و باقی مانده‌های ٤-اکسی-متیل گلوکورونوزیل (۱٪/۵) (اسلام و همکاران۱۹۹۷)، علاوه بر ایجاد بسیاری از خصوصیات عملکردی در سیستم‌های غذایی، با افزایش ویسکوزیته فاز آبی و همچنین کاهش کشش سطحی بین قطرات مایع و هوا، باعث پایداری سیستم‌های کف می‌گردد (تان ۱۹۹۷). صمغ گزانتان نیز بیوپلیمری با ساختار پیچیده است که توسط گروهی از باکتری‌های میکروبی و به ویژه از *گزانتوموناس کامپستریس* تولید می‌شود (گارسیا-اوچوآ و همکاران ۱۹۹۲). نتایج مطالعات نشان داده که استفاده از صمغ‌های گزانتان و عربی (پتاسزک ۲۰۱۳؛ پتاسزک و همکاران ۲۰۱٤)، پکتین (پتاسزک ۲۰۱٤؛ ساداهیرا ۲۰۱٤)، و گوار (کاتو و همکاران ۱۹۹٤) به صورت مجزا و در

ترکیب با هم، اثرات قابل توجهی (مثبت و یا منفی) بر روی ویژگی‌های کف‌کنندگی سفیده تخم مرغ دارد. کاربرد پلی‌ساکاریدها باعث تغییر توزیع حباب‌های گاز در مایع و در نهایت منجر به تغییر در بخش حجمی فاز گازی و چگالی سیستم می‌شود (پتاسزک و همکاران ۲۰۱٤). با توجه به مطالب گفته شده، در این مطالعه ضمن بررسی تاثیر مقادیر مختلف سفیده تخم‌مرغ بر ویژگی‌های کیفی شیرینی نوقا، امکان بهبود این خصوصیات با استفاده از صمغ‌های گزانتان و عربی ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها

مواد

گلوکز از شرکت گلوکوزان، شکر از شرکت قند قزوین و سفیده تخم‌مرغ از شرکت تلاونگ تهیه و سوربیتول، صمغ گزانتان و صمغ عربی از شرکت سیگما آلدریچ خریداری شد.

فرمولاسیون نمونه‌ها

متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق سفیده تخم مرغ (٦-۱۰ درصد)، صمغ عربی (صفر تا ۰/۲ درصد) و صمغ گزانتان (صفر تا ۰/۲درصد) بود. سطوح این متغیرها توسط طرح آزمایشی Box–Behnken با پنج تکرار در نقطه مرکزی طرح (جدول ۱) تعیین گردید.

در مرحله اول شیره نوقا با مخلوط کردن مقادیر مناسب گلوکز، شکر و آب تهیه شد. این مخلوط ابتدا در دمای $105^{\circ}c$به مدت ۱۵ دقیقه تحت عملیات پیش پخت قرار گرفته و سپس پخت اصلی تحت خلاء و دمای $112^{\circ}c$به مدت ۵ دقیقه انجام گرفت و متعاقب آن دما به $93^{\circ}c$ رسانده شد. در نهایت این مخلوط به همزن فرستاده شده و در آنجا با مخلوط کف حاوی سفیده تخم مرغ، صمغ گزانتان و عربی، گلوکز و سوربیتول به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۲٦۰۰ دور در دقیقه همزده شد.

ویژگی‌های مورد بررسی

فعالیت آبی

فعالیت آبی محصول (توسط دستگاه aw مترAqua Lab- ساخت کشور آمریکا 3TE series) تحت دمای $25^{\circ}c$بر اندازه‌گیری شد (ایوبی و همکاران ۱۳۸۷).

جدول ۱- طرح آزمایشی مورد استفاده برای تهیه تیمارها

شماره تیمار	سفیده تخم مرغ (درصد)*	صمغ عربی (درصد)*	صمغ گزانتان (درصد)*
۱	٦	۰/۲	۰
۲	۸	۰/۲	۰/۱
۳	۸	۰/۱	۰
٤	۱۰	۰	۰
٥	۸	۰	۰/۱
٦	۱۰	۰/۱	۰/۱
۷	۸	۰/۱	۰/۱
۸	۸	۰/۱	۰/۱
۹	۸	۰/۱	۰/۲
۱۰	۸	۰/۱	۰/۱
۱۱	۱۰	۰/۲	۰/۲
۱۲	٦	۰/۱	۰/۱
۱۳	۸	۰/۱	۰/۱
۱٤	٦	۰	۰
۱٥	۸	۰/۱	۰/۱
۱٦	۸	۰/۱	۰/۱
۱۷	٦	۰/۲	۰/۲
۱۸	۱۰	۰/۲	۰
۱۹	٦	۰	۰/۲
۲۰	۱۰	۰	۰/۲

*مقادیر بر حسب درصد از مخلوط کف می‌باشد.

افزایش حجم

طبق روش اصلاح شده ساداهیرا و همکاران (۲۰۱٤) اندازه‌گیری شد. بلافاصله بعد از اتمام همزنی، ۲۰۰ میلی‌لیتر از کف حاصله به یک بشر ۲٥۰ میلی‌لیتری انتقال داده شده و وزن شد. سپس افزایش حجم نمونه‌ها با کمک رابطه‌ی زیر تعیین گردید:

$$\text{درصد افزایش حجم} = \frac{A-B}{B} \times ۱۰۰$$

A و B به ترتیب عبارتند از: وزن ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول اولیه (قبل از همزنی) و وزن ۲۰۰ میلی‌لیتر از کف حاصله

اندازه گیری پایداری کف

پایداری کف با استفاده از پایش حجم مایع خارج شده از کف (آب‌اندازی) بررسی شد. نمونه‌های کف در دمای اتاق به مدت ٤ ساعت نگهداری شده و سپس حجم مایع خروجی از آن‌ها، به دقت ثبت و به صورت درصد، گزارش شد.

اندازه گیری دانسیته کف و محصول نهایی

دانسیته کف با اندازه گیری وزن حجم مشخصی از کف یا محصول نهایی صورت گرفت. بدین منظور ۱۰۰ میلی لیتر از کف یا محصول نهایی درون یک استوانه مدرج ریخته شده و وزن شد.

ارزیابی ویژگی‌های حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی محصول با کمک۲۰ نفر ارزیاب آموزش دیده و طبق مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای انجام شد. بعد از گزینش این افراد و قبل از شرکت آن‌ها در ارزیابی، آموزش لازم درزمینه‌ی معیارهای انتخاب هر یک از گزینه‌های موجود در پرسش‌نامه‌ی ارزیابی کیفی ارائه شد. از افراد خواسته شد که به هر یک از ویژگی‌های نوقا (ازجمله قابلیت جویدن، طعم، مزه و ...) به صورت پذیرش کلی محصول از ۱ تا ٥ (بسیار ضعیف تا بسیار خوب) امتیاز دهند. امتیازات داده شده جمع‌آوری شده و مورد آنالیز آماری قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

برای آنالیز نتایج، نرم افزار Minitab 16 طرح Box–Behnken با سه متغیر در سه سطح [سفیده تخم‌مرغ (٦، ٨ و ١٠ درصد وزنی) و صمغ عربی و گزانتان (صفر، ٠/١ و ٠/٢ درصد وزنی)] استفاده شد. با توجه به تاثیر این متغیرها به صورت مستقل بر ویژگی‌های کیفی، جهت عملی و کاربردی بودن نتایج در مقیاس صنعتی، مقادیر مطلوب و بهینه در خصوص هر پارامتر به صورت مجزا ارزیابی گردید.

نتایج و بحث

پاسخ‌های مربوط به متغیرهای وابسته در جدول ۳ قابل مشاهده می‌باشد.

فعالیت آبی

نتایج نشان داد فرمولاسیون‌های متفاوت (شامل درصدهای مختلف صمغ عربی، گزانتان و همچنین سفیده تخم مرغ) فعالیت آبی نمونه‌های نوقارا به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار دادند ($P<0/01$). کیفیت برازش مدل حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها برای فعالیت آبی نمونه‌ها نیز با ضریب همبستگی (R^2) برابر با ۹۹/٤۲ درصد بدست آمد. افزودن صمغ‌ها باعث افزایش فعالیت آبی نمونه‌ها شد. بیشترین مقدار فعالیت آبی یعنی ۰/٦۷٥ در فرمولاسیون حاوی ۱۰ درصد سفیده تخم مرغ، ۰/۲ درصد صمغ زانتان و ۰/۲ درصد صمغ عربی و کمترین مقدار آن در فرمولاسیون حاوی ٦ درصد سفیده و بدون حضور صمغ‌ها به میزان ۰/٥۱۲ مشاهده گردید. ایوبی و همکاران (۱۳۸۷) نیز به افزایش میزان فعالیت آبی با افزایش سطح صمغ‌های گزانتان و گوار در کیک روغنی اشاره کرده‌اند. نتیجه تحقیق روسل وهمکاران (۲۰۰۱) نیز نشان داد با افزودن هیدروکلویید هیدروکسی پروپیل متیل‌سلولز به نان، میزان از دست رفتن رطوبت در طی نگهداری کاهش و فعالیت آبی مغز نان افزایش می‌یابد در واقع هیدروکلوییدها به دلیل حفظ بیشتر آب و گاز در مغز محصول، موجب کاهش سرعت سفت شدن طی نگهداری می‌گردند (قریشی راد و همکاران ۱۳۹۰). فرمول زیر برای مدل درجه دو فعالیت آبی پیشنهاد گردیده و نمودارهای سه بعدی مربوط به اثر فاکتورهای مختلف بر فعالیت آبی محصول در شکل ۱ آورده شده است.

$$aw = 0.713225 - 0.0670750\ X_1 + 0.779750\ X_2 + 0.648750\ X_3 + 0.005625\ X_1X_1 - 1.15000\ X_2X_2 - 2.20000\ X_3X_3 - 0.0393750\ X_1X_2 - 0.837500\ X_2X_3$$

افزایش حجم

میزان افزایش حجم در تیمارهای مورد بررسی بسته به شرایط متفاوت فرمولاسیون از ۵۰ تا ۱۳۰ درصد متغیر بود. معادله رگرسیونی مرتبه دو در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای پاسخ مورد نظر معنی‌دار بود. کیفیت برازش مدل نیز با ضریب همبستگی (R^2) ۹۹/۰۲ درصد بدست آمد و عدم برازش مدل نیز بی‌معنی بود. با توجه به این شرایط، نتیجه گردید که هر یک از عوامل تأثیر مستقل و نیز تأثیر متقابلی نسبت به دیگر عوامل بر افزایش حجم دارد. بنابراین، کمترین مقدار افزایش حجم یعنی ۵۰/۵ درصد در شرایط ۸ درصد سفیده تخم مرغ، ۰/۲ درصد صمغ گزانتان و ۰/۱ درصد صمغ عربی دیده شد. در حالی که بیشترین مقدار افزایش حجم یعنی ۱۲۷ درصد در شرایطی اتفاق افتاد که در فرمولاسیون غلظت صمغ گزانتان صفر، صمغ عربی ۰/۲ درصد و مقدار سفیده تخم مرغ در بالاترین حد خود یعنی ۱۰ درصد بود (شکل ۲). فرمول پیشنهادی برای مدل درجه دو افزایش حجم در زیر آمده است.

$$\text{Overrun}(\%) = 487.750 - 106.852X_1 + 406.136X_2 + 126.136X_3 + 7.04545X_1X_1 + 568.182X_2X_2 + 31.2500X_1X_2$$

در مطالعات انجام شده، گزارش شده است که با افزایش غلظت صمغ‌ها، افزایش حجم در سیستم کف، کاهش می‌یابد. در واقع با افزایش زیاد ویسکوزیته‌ی فاز آبی با افزودن صمغ‌ها، هوا در طی همزنی نمی‌تواند وارد سیستم شود و بنابراین افزایش حجم کمتری را در سیستم، شاهد خواهیم بود (پاسبان و همکاران ۲۰۱٤). در نتایج این مطالعه، در غلظت‌های بالای صمغ گزانتان، افت شدیدتری در افزایش حجم کف مشاهده گردید، که می‌تواند ناشی از برهمکنش بیشتر پلی‌ساکارید-پروتئین در غلظت‌های بالاتر صمغ باشد، البته در این شرایط، میزان آب اندازی کف حداقل نتیجه شد. در مورد صمغ عربی، رابطه کاهش حجم با افزایش غلظت، رابطه‌ای مستقیم نبوده، اما در کل نسبت به صمغ گزانتان، افزایش حجم ناشی از این صمغ بیشتر بوده که می‌توان آن را به خاصیت فعالیت سطحی بالاتر این صمغ‌ها نسبت داد. اکثر پلی ساکاریدهای مورد استفاده برای اصلاح بافت و خصوصیات سیستم‌های چندگانه‌ی غذایی، هیدروفیل و پلیمرهایی با فعالیت سطحی پایین هستند. آن‌ها سیستم را با به دام اندازی آب در شبکه، تغییر ویسکوزیته و تنش تسلیم فاز پیوسته، پایدار می‌کنند (بلاقی و همکاران ۲۰۱۰). همچنین ذکر این نکته ضروری است که برای تشکیل یک کف با حجم بالا و پایداری خوب، پروتئین‌ها باید سریعا به سطح حباب‌های تشکیل شده رفته و با جذب در آنجا، کشش سطحی را کاهش دهند. در واقع صمغ عربی از سه فراکسیون با وزن مولکولی بالا تشکیل شده است که به نظر می رسد فعالیت سطحی بالای این صمغ مربوط به قسمت آرابینوگالاکتان آن است. پتاسزک و همکاران (۲۰۱٤) در مقایسه اثر صمغ عربی و گزانتان بر خصوصیات کف حاصل از پروتئین-های سفیده تخم مرغ بیان نمودند که در سیستم‌های حاوی صمغ عربی، کشش سطحی کاهش یافته اما در مورد صمغ گزانتان چنین اثری مشاهده نشده است. صمغ گزانتان جزء هیدروکلوئیدهایی است که فعالیت سطحی بالایی نداشته و به خوبی در سطح حباب، جذب نمی‌گردد. بنابراین همراهی آن با یک صمغ دارای فعالیت سطحی بالا نظیر صمغ عربی، که در این تحقیق نیز انجام شد، می‌تواند ضمن کاهش آب اندازی کف، اثر منفی قابل ملاحظه‌ای بر افزایش حجم کف نداشته باشد.

اندازه گیری پایداری کف

صمغ‌ها با افزایش خواص ویسکوالاستیک بین سطحی در لاملای کف، باعث افزایش پایداری و کاهش خروج مایع از آن می‌شوند همچنین خاصیت آبدوستی صمغ‌ها

باعث می‌شود تا آن‌ها پایداری دیواره کف را افزایش دهند (پتاسزک و همکاران ۲۰۱٤). طبق نتایج بدست آمده در این تحقیق، شرایط متفاوت فرمولاسیون تأثیر قابل توجهی روی پایداری و آب اندازی کف ایجاد کرد به طوری که کمترین مقدار آب اندازی (۲/۵ درصد) در شرایط ۱۰ درصد سفیده تخم مرغ، ۰/۲ درصد صمغ گزانتان و ۰/۲ درصد صمغ عربی و بیشترین میزان (۹ درصد) در حضور پایین ترین میزان سفیده تخم مرغ و عدم استفاده از صمغ‌ها ملاحظه شد. شکل ۳ شرایط بهینه برای دستیابی به بیشترین میزان پایداری کف را نشان می‌دهد. مدل پیشنهادی برای آب اندازی نیز در زیر آورده شده است.

$$\text{Drainage}(\%) = 11.5850 - 0.29159X_1 - 41.9955X_2 - 10.7955X_3 + 92.7273X_2X_2 + 52.7273X_3X_3 + 1.25000X_1X_2 - 1.87500X_1X_3 + 37.5000X_2X_3$$

همان طور که در نتایج نشان داده شده است افزایش میزان صمغ گزانتان و عربی باعث کاهش میزان آب اندازی نمونه‌ها و افزایش پایداری کف حاصل شده است. البته اثر صمغ گزانتان به مراتب بیشتر از صمغ عربی می باشد زیرا برخلاف صمغ عربی که بیشتر اثر امولسیفایری نشان می‌دهد، گزانتان جذب آب بالایی داشته و ویسکوزیته زیادی ایجاد می‌کند. نتایج نشان داد، تحت شرایط بهینه (۱۰ درصد سفیده تخم مرغ، ۰/۱۱۹۲ درصد صمغ عربی و ۰/۲۰ درصد صمغ گزانتان) آب اندازی کف برابر با ۱/۷٤ درصد بوده است (شکل ۳). صمغ عربی تا دو برابر مقدار خود در آب بطور کامل حل شده و محلول ۳۰٪ آن ویسکوزیته ای در حدود ۱۰۰ سانتی پوآز و بسیار کمتر از ویسکوزیته محلول‌های یک درصد صمغ گزانتان و کربوکسی متیل سلولز دارد. تفاوت دیگر این است که صمغ عربی برخلاف صمغ گزانتان و کربوکسی متیل سلولز، به دلیل ساختار بسیار متراکم و شاخه‌دار، رفتار نیوتنی غیر وابسته به برش دارد. با توجه به این موارد صمغ گزانتان و کربوکسی متیل سلولز به طور معمول به عنوان پایدار کننده‌های کف مورد استفاده قرار می‌گیرند (فیلیپس و ویلیامز ۲۰۰۹). وجود این تفاوت‌ها و نوسانات در اثر صمغ‌های مختلف بر پایداری کف حاصل از سفیده تخم مرغ را می‌توان به تفاوت شدید در خصوصیات مواد اولیه، روش آزمایش و همچنین شرایط محیطی نسبت داد. طبق گزارشات به دست آمده از سایر تحقیقات انجام شده بر روی صمغ‌های گوناگون، مشخص گردیده با افزایش غلظت صمغ تا یک مقدار مشخص، مقدار آب اندازی نیز کاهش می‌یابد (پتاسزک و همکاران ۲۰۱٤؛ پاسبان و همکاران ۲۰۱٤).

اندازه گیری دانسیته کف و محصول نهایی

دانسیته کف در واقع نسبتی از فاز پراکنده به فاز پیوسته می‌باشد و نشان دهنده‌ی مقدار هوایی است که در طی تشکیل کف، وارد آن شده است. در واقع پایین بودن دانسیته کف، نشان دهنده بیشتر بودن افزایش حجم می‌باشد. دانسیته‌ی کف بیشتر تحت تأثیر روش همزنی قرار دارد و از آن بیشتر برای بررسی کیفیت همزنی استفاده می‌شود زیرا در طی این عمل است که هوا وارد مایع شده و به صورت حباب، در آن به دام انداخته می-شود (پتاسزک ۲۰۱٤). نتایج نشان داد که شرایط متفاوت فرمولاسیون و درصدهای مختلف از صمغ عربی، گزانتان و سفیده تخم مرغ تأثیر قابل توجهی روی دانسیته کف و همچنین دانسیته محصول نهایی دارد. معادله رگرسیونی مرتبه ۲ در سطح اطمینان ۹۵٪ برای این دو پاسخ معنی‌دار بود و کیفیت برازش مدل با ضریب همبستگی (R^2) ۹۷/۹۸ درصد برای دانسیته کف و ۹٦/۲۰ درصد برای دانسیته محصول نهایی بیان شد. هر یک از عوامل تأثیر مستقل و نیز تأثیر متقابلی نسبت به دیگر عوامل بر دانسیته کف و محصول نهایی داشت.

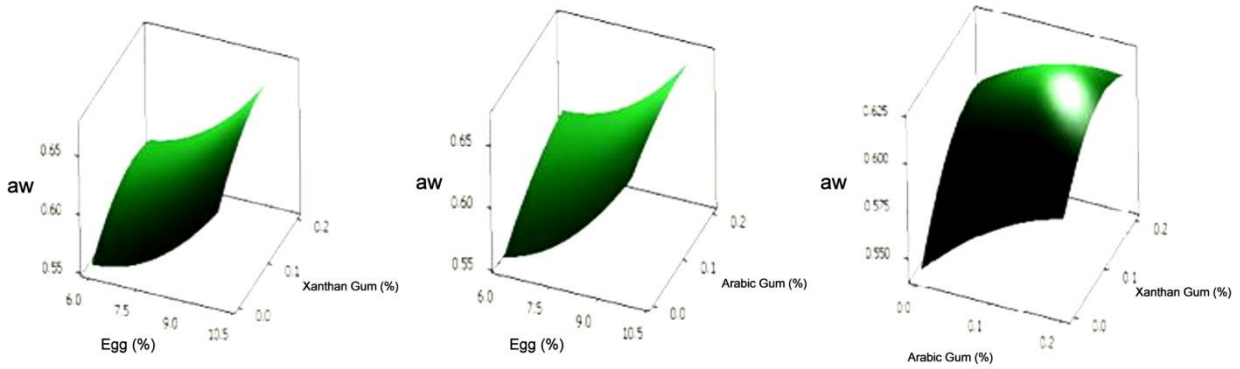
کمترین مقدار دانسیته کف (۰/۱۷ گرم بر سانتی متر مکعب) و محصول نهایی (۰/٤۹ میلی گرم بر سانتی متر مکعب) در شرایط ۱۰ درصد سفیده تخم مرغ، ۰/۲ درصد صمغ عربی و بدون حضور صمغ گزانتان و بیشترین مقدار دانسیته کف (۰/٤٦ گرم بر سانتی متر مکعب) و محصول نهایی (۰/۷۵ گرم بر سانتی متر مکعب) در بالاترین مقدار استفاده شده صمغ و پایین‌ترین میزان سفیده تخم مرغ نتیجه شد. نتایج دانسیته کف و محصول نهایی هم راستا بوده و نمودارهای سه بعدی مربوط به اثرات متغیرهای مختلف بر این ویژگی‌ها در شکل ٤ و ٥ و مدل‌های پیشنهادی، در زیر آورده شده است.

$$\text{Foam density} = -154225 + 0.473636X_1 + 192068X_2 + 125068X_3 - 0.0302273X_1X_1 - 259091X_2X_2 - 0.143750X_1X_2 - 0.106250X_1X_3 + 0.375000X_2X_3$$

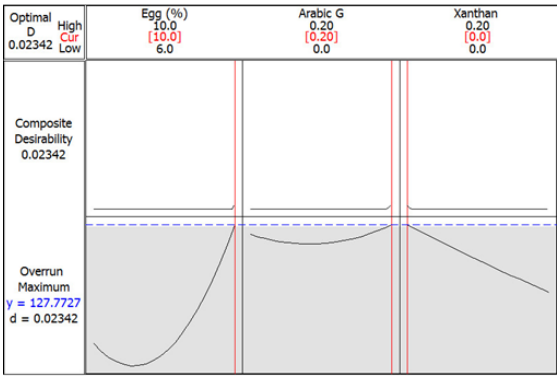
$$\text{Final product density} = -0.896500 + 0.379841X_1 + 1.87045X_2 + 1.22045X_3 - 0.0243182X_1X_1 - 4.72727X_2X_2 - 0.100000X_1X_3$$

جدول۳- نتایج بدست آمده برای تأثیر پارامترهای مختلف بر ویژگی‌های نمونه‌های نوقا

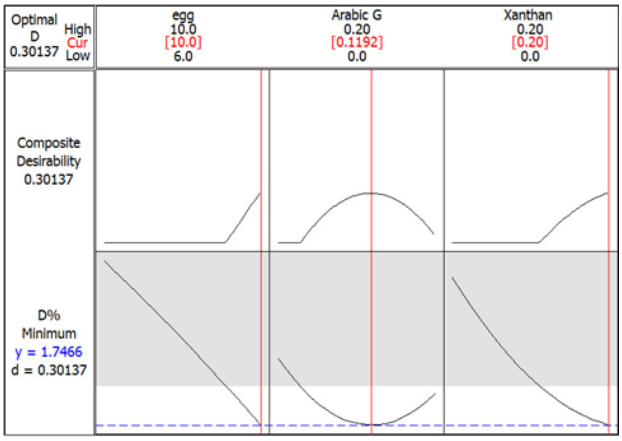
شماره تیمار	سفیده تخم‌مرغ (X_1)	صمغ عربی (X_2)	صمغ گزانتان (X_3)	فعالیت آبی	افزایش حجم (٪)	پایداری کف (درصد آب‌اندازی)	دانسیته کف (گرم بر میلی‌لیتر)	دانسیته محصول نهایی (گرم بر میلی‌لیتر)	پذیرش کلی
۱	٦	۰/۲	۰	۰/٥۷۷	۸۰	٦	۰/۳٥	۰/٦۱	۳
۲	۸	۰/۲	۰/۱	۰/٦۱۱	٦٥/۸	٤/۳	۰/۳۹	۰/٦۸	۳/٥
۳	۸	۰/۱	۰	۰/٥۷٥	۷٥	٦	۰/۳٤	۰/٦۲	٤
۴	۱۰	۰	۰	۰/٦۰۳	۱۲٥	۷	۰/۱۸	۰/٥۰	۳
٥	۸	۰	۰/۱	۰/٥۸۷	۷۱	٦	۰/۳٥	۰/٦	۳/٥
۶	۱۰	۰/۱	۰/۱	۰/٦٥۷	۱۱۰	۲/۷	۰/۲۰	۰/٥۳	٤
۷	۸	۰/۱	۰/۱	۰/٦۰٤	٦۲/۷	٤/٥	۰/٤۱	۰/۷۱	٤/٥
۸	۸	۰/۱	۰/۱	۰/٦۱۱	٦۰	٤	۰/٤۰	۰/۷۰	٤/٥
۹	۸	۰/۱	۰/۲	۰/٦۰۲	٥۰/٥	۳/٥	۰/٤٥	۰/۷۳	٤
۱۰	۸	۰/۱	۰/۱	۰/٦۱۳	٦٥	٤	۰/۳۸	۰/٦۹	٤/٥
۱۱	۱۰	۰/۲	۰/۲	۰/٦۷٥	۱۰٥	۲/٥	۰/۲۲	۰/٥٥	۳
۱۲	٦	۰/۱	۰/۱	۰/٥۹۱	۷۳/٦	٥/٦	۰/۳٥	۰/٦٥	٤
۱۳	۸	۰/۱	۰/۱	۰/٦۱۲	٥٦	٤	۰/٤٤	۰/۷٤	٤/٥
۱۴	٦	۰	۰	۰/٥۱۲	۱۰۱/٥	۹	۰/۲۱	۰/٥۱	٤
۱٥	۸	۰/۱	۰/۱	۰/٦۱٥	٦۱	٤	۰/٤۲	۰/۷۲	٤/٥
۱۶	۸	۰/۱	۰/۱	۰/٦۱۳	٦٤	٤	۰/٤۲	۰/۷۱	٤/٥
۱۷	٦	۰/۲	۰/۲	۰/٥۹٤	٥۱/٦	٥	۰/٤٦	۰/۷٥	۳
۱۸	۱۰	۰/۲	۰	۰/٦۳٥	۱۲۷	٤/٥	۰/۱۷	۰/٤۹	۳/٥
۱۹	٦	۰	۰/۲	۰/٥٦۳	۸۰/۸	۷	۰/۳۳	۰/٦۳	۳/٤
۲۰	۱۰	۰	۰/۲	۰/٦٥۷	۱۰۰	۳	۰/۲۱	۰/٥٤	۳/۲



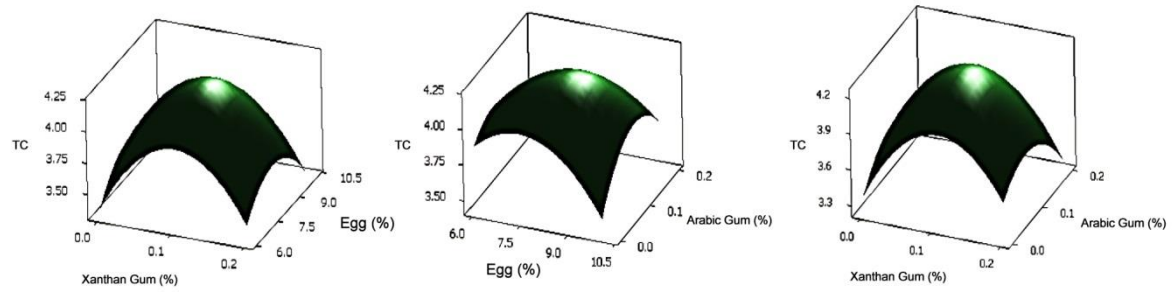
شکل۱- تصاویرسه بعدی سطح پاسخ برای تأثیر فاکتورهای مختلف بر فعالیت آبی محصول نهایی نوقا



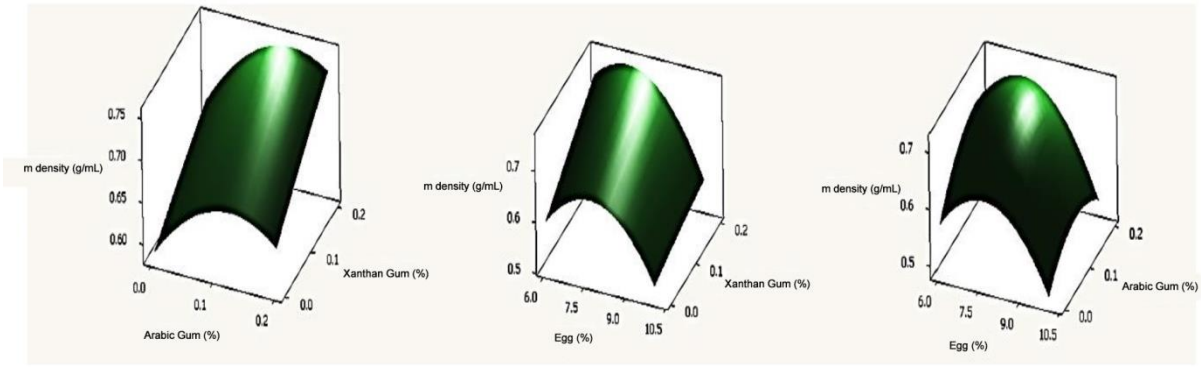
شکل۲- شرایط بهینه برای افزایش حجم کف



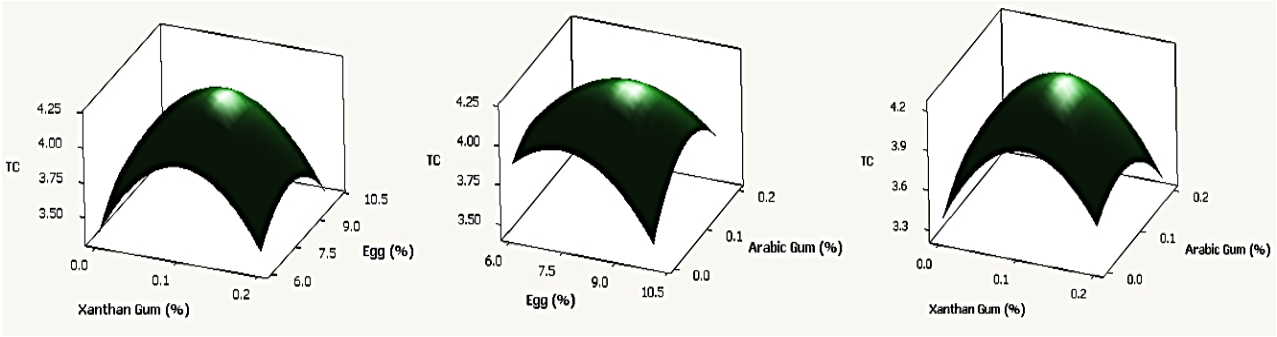
شکل ۳- شرایط بهینه برای پایداری کف



شکل۴- تصاویر سه بعدی سطح پاسخ برای تأثیر فاکتورهای مختلف بر دانسیته کف قبل از تولید محصول نوقا



شکل۵- تصاویر سه بعدی سطح پاسخ برای تأثیر فاکتورهای مختلف بر دانسیته محصول نهایی نوقا



شکل۶- تصاویر سه بعدی سطح پاسخ برای تأثیر فاکتورهای مختلف بر امتیاز کلی پذیرش حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد میزان صمغ تاثیر معنی داری بر پذیرش کلی (میانگین امتیازات عطر و طعم و بافت) نمونه‌های نوقا دارد به طوری که نمونه‌هایی با حداکثر و حداقل میزان صمغ، دارای پذیرش کمتری در مقایسه با نمونه‌های با میزان متوسط صمغ‌ها بودند (شکل ٦). مدل پیشنهادی برای تعیین تاثیر فاکتورهای مورد ارزیابی بر پذیرش کلی در زیر آورده شده است. بیشترین میزان پذیرش در نمونه‌های تهیه شده با میزان ۸ درصد تخم مرغ و ۰/۱ درصد صمغ گزانتان و عربی بدست آمد.

$$TS = 1.113225 + 4.948750X_3 - 72.277X_3X_3 - 1.06500X_2X_3$$

نتیجه گیری

افزودن صمغ‌ها باعث افزایش فعالیت آبی نمونه‌ها می‌شود. افزایش میزان صمغ گزانتان و عربی باعث کاهش میزان آب‌اندازی نمونه‌ها و افزایش پایداری کف حاصل شد. در بالاترین غلظت صمغ گزانتان، کمترین افزایش حجم رخ داد که دارای اختلاف معنی‌دار با

افزایش حجم در سایر غلظت‌ها نیز بوده، در حالی که در بحث خروج مایع، در این غلظت، کمترین آب اندازی وجود داشت. در مورد صمغ عربی، رابطه کاهش حجم با افزایش غلظت، رابطه‌ای مستقیم نبوده، اما در کل نسبت به صمغ گزانتان، افزایش حجم ناشی از این صمغبه دلیل خاصیت فعالیت سطحی بالاتر و بهبود توزیع آب و گاز، تعداد حباب‌های گاز موجود در کف نوقا افزایش یافته و به همین دلیل حجم محصول افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد نمونه‌های تهیه شده با مقادیر متوسط هر دو صمغ بیشترین پذیرش را داشتند.

منابع مورد استفاده

ایوبی ا، حبیبی نجفی م ب، کریمی م، ۱۳۸۷، تأثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) و صمغ‌های گوار و زانتان بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی، پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲، ٤٦-۳۳.

قریشی راد س م، قنبرزاده ب، غیاثی طرزی ب، ۱۳۹۰، تأثیر بکارگیری هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی نان بربری، علوم غذایی و تغذیه، ۲، ۳۷-۲۵.

Balaghi S, Mohammadifar MA, Zargaraan A, 2010. Physicochemical and rheological characterization of gum tragacanth exudates from six species of Iranian Astragalus. Food Biophysics 5(1): 59-71.

Bovšková H and Mikova K, 2011. Factors influencing egg white foam quality. Czech Journal of Food Sciences 29(4):322-327.

Garcia-Ochoa F, Santos VE, Fritsch AP,1992. Nutritional study of Xanthomonas campestris in xanthan gum production by factorial design of experiments. Enzyme and Microbial Technology 14(2): 991–996.

Huang D, Hutzler S, Verbist G and Peters EAJF, 1998. A review of foam drainage. Advances in Chemical Physics 102: 315-374.

Islam AM, Phillips GO, Sljivo A, Snowden MJ and Williams PA, 1997. A review of recent developments on the regulatory, structural and functional aspects of gum arabic. Food Hydrocolloids 11: 493–505.

Kato A, Ibrahim HR, Nakamura S, Kobayashi K, 1994. New methods for improving the functionality of egg white proteins. In: SIM J.S., NAKAI S. (eds): Egg Uses and Processing Technologies. New Developments. CAB International, Wallingford: 250–267.

Lomakina K and Mikova K, 2006. A study of the factors affecting the foaming properties of egg white-a review. Czech Journal of Food Science 24: 110-118.

Pasban A, Mohebbi M, Pourazarang H and Varidi M, 2014. Effects of endemic hydrocolloids and xanthan gum on foaming properties of white button mushroom puree studied by cluster analysis: A comparative study. Journal of Taibah University for Science 8(1): 31-38.

Pasban A, Mohebbi M, Pourazarang H, Varidi M and Abbasi A, 2014. Optimization of foaming condition and drying behavior of white button mushroom (Agaricusbisporus). Journal of Food Processing and Preservation 39(6): 737-744.

Phillips GO and Williams PA, 2009. Handbook of hydrocolloids. Elsevier.

Ptaszek P, 2013. The non-linear rheological properties of fresh wet foams based on egg white proteins and selected hydrocolloids. Food Research International 54(1): 478-486.

Ptaszek P, 2015. A geometrical interpretation of large amplitude oscillatory shear (LAOS) in application to fresh food foams. Journal of Food Engineering 146:53-61.

Ptaszek P, Kabziński M, Kruk J, Kaczmarczyk K, Żmudziński D, Liszka-Skoczylas M and Banaś J, 2015. The effect of pectins and xanthan gum on physicochemical properties of egg white protein foams. Journal of Food Engineering144:129-137.

Ptaszek P, Żmudziński D, Kruk J, Kaczmarczyk K, Rożnowski W and Berski W, 2014. The physical and linear viscoelastic properties of fresh wet foams based on egg white proteins and selected hydrocolloids. Food Biophysics 9(1): 76-87.

Rocell JA, Kim HS, Baek HH and Park HJ, 2001. Effects of hydroxypropyl methylcellulose and temperature of dough water on the rice noodle quality. Food Science and Technology Research 21(1): 129-135.

Sadahira MS, Lopes FCR, Rodrigues MI and Netto FM, 2014. Influence of protein–pectin electrostatic interaction on the foam stability mechanism. Carbohydrate polymers 103: 55-61.

StadelmanWJ and Cotterill OJ, 1995.Egg science and technology.

Tan CT, 1997. In S. Friberg& K. Larsson (Eds.), Beverage emulsions in food emulsions (3rd ed). New York, NY: Marcel Dekker Inc: 491-524.

Effect of xanthan and arabic gum on quality characteristics of Nougat sweet

P Seyyedi[1] and L Roufegari Nejad[2*]

Received: April 16, 2016 Accepted: September 18, 2016
[1]MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran
[*]Corresponding Author: E mail: l.roufegari@iaut.ac.ir

Abstract
Nougat is one of the Iranian traditional sweets which nowadays produced as traditional and industrial methods. Egg, is the most important ingredient in Nougat production, which is in addition of improving nutritive value, as a functional properties of proteins has a great influence on product texture. In this study, Box-Behnken design of response surface methodology was applied to survey effect of white egg content (6, 8 and 10%), xanthan gum (0, 0.1 and 0.2%) and gum arabic (0, 0.1 and 0.2%) on overrun, stability and density of the foam as well water activity, density and overall acceptability of the final product (Nougat). The results showed that using of gum had significant effect on overrun so that maximum level has been reached in the presence of 0.2% gum arabic without xanthan gum. Gum addition to Nougat mixture, increased foam stability with reduction of drainage. Water activity of treatments was increased along with hydrocolloid application but it was maintained in standard limit. The results of sensory evaluation showed that Nougats prepared with average values of both gum (0.1%), had higher acceptance. This study revealed that using hydrocolloids, improvement in the quality characteristics of Nougat is possible.

Keywords: Egg, Foam, Gum Arabic, Nougat, Xanthan Gum