

## تاثیر صمغ گزانتان و عربی بر ویژگی‌های کیفی شیرینی نوقا

پیمان سیدی<sup>۱</sup> و لیلا روفه گری نژاد\*<sup>۲</sup>

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

<sup>۱</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، ایران

<sup>۲</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، 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 دهنده 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 (۶، ۸ و ۱۰ 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 حضور ۰/۲ درصد 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 ( $P < 0/01$ ). 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

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

نوقا یکی 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

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 ۲۰۰۶). 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 پروتئین‌ها برای ایجاد کف، بستگی دارد (پتاسزک ۲۰۱۵). صمغ‌ها دسته‌ای از هتروپلی ساکاریدها با ساختار هیدروکلوئیدی هستند که امروزه برای بهبود خواص کف‌کنندگی سفیده تخم مرغ به صورت متداول از آن‌ها استفاده می‌شود.

صمغ عربی، پلی‌ساکارید طبیعی متشکل از واحدهای گالاکتوزیل (۴۲٪)، آرابینوزیل (۲۷٪)، رامنوزیل (۱۵٪)، گلوکورونوزیل (۱۴٪/۵) و باقی مانده‌های ۴-اکسی-متیل گلوکورونوزیل (۱٪/۵) (اسلام و همکاران ۱۹۹۷)، 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 *گزانتموناس کامپستریس* تولید می‌شود (گارسیا-اوجوآ و همکاران ۱۹۹۲). نتایج مطالعات نشان داده که استفاده از صمغ‌های گزانتان و عربی (پتاسزک ۲۰۱۳؛ پتاسزک و همکاران ۲۰۱۴)، پکتین (پتاسزک ۲۰۱۴؛ ساداهیرا ۲۰۱۴)، و گوار (کاتو و همکاران ۱۹۹۴) به صورت مجزا و در

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 کف‌کننده، 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 ۲۰۱۴). 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 می‌نماید (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، پایدارکننده‌ها و مواد فعال سطحی، هیدروکلوئیدها، یون‌های فلزی و آنزیم‌های

### ویژگی‌های مورد بررسی فعالیت آبی

فعالیت آبی محصول (توسط دستگاه aw متر Aqua Lab - ساخت کشور آمریکا 3TE series) تحت دمای ۲۵°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	۶	۰/۲	۰
۲	۸	۰/۲	۰/۱
۳	۸	۰/۱	۰
۴	۱۰	۰	۰
۵	۸	۰	۰/۱
۶	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	۶	۰/۱	۰/۱
۱۳	۸	۰/۱	۰/۱
۱۴	۶	۰	۰
۱۵	۸	۰/۱	۰/۱
۱۶	۸	۰/۱	۰/۱
۱۷	۶	۰/۲	۰/۲
۱۸	۱۰	۰/۲	۰
۱۹	۶	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 (۲۰۱۴) اندازه‌گیری شد. بلافاصله بعد از اتمام همزنی، ۲۰۰ میلی‌لیتر از کف حاصله به یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری انتقال داده شده و وزن شد. سپس افزایش حجم نمونه‌ها با کمک رابطه‌ی زیر تعیین گردید:

$$\text{درصد افزایش حجم} = \frac{A - B}{B} \times 100$$

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

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 ۲۰۱۴). با توجه به مطالب گفته شده، در این مطالعه ضمن بررسی تاثیر مقادیر مختلف سفیده تخم مرغ 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 تخم مرغ 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 (۶-۱۰ درصد)، صمغ عربی (صفر تا ۰/۲ درصد) و صمغ گزانتان (صفر تا ۰/۲ درصد) 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 ۱۰۵°C به مدت ۱۵ دقیقه تحت عملیات پیش پخت قرار گرفته و سپس پخت اصلی تحت خلاء و دمای ۱۱۲°C به مدت ۵ دقیقه انجام گرفت و متعاقب آن دما به ۹۳°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 ۲۶۰۰ دور در دقیقه همزده شد.

## 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 ۴ 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 کمک ۲۰ 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 در زمینه‌ی معیارهای انتخاب هر یک از گزینه‌های موجود در پرسش‌نامه‌ی ارزیابی کیفی ارائه شد. از افراد خواسته شد که به هر یک از ویژگی‌های نوقا (از جمله قابلیت جویدن، طعم، مزه و ...) به صورت پذیرش کلی محصول از ۱ تا ۵ (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 (۶، ۸ و ۱۰ درصد وزنی) و صمغ عربی و گزانتان (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ 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 برآزش مدل حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها برای فعالیت آبی نمونه‌ها نیز با ضریب همبستگی ( $R^2$ ) برابر با ۹۹/۴۲ درصد بدست آمد. افزودن صمغ‌ها باعث افزایش فعالیت آبی نمونه‌ها شد. بیشترین مقدار فعالیت آبی یعنی ۰/۶۷۵ 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 ۶ درصد سفیده و بدون حضور صمغ‌ها به میزان ۰/۵۱۲ مشاهده گردید. ایوبی و همکاران (۱۳۸۷) نیز به افزایش میزان فعالیت آبی با افزایش سطح صمغ‌های گزانتان و گوار در یک روغنی اشاره کرده‌اند. نتیجه تحقیق روسل و همکاران (۲۰۰۱) نیز نشان داد با افزودن هیدروکلورید هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به نان، میزان از دست رفتن رطوبت در طی نگهداری کاهش و فعالیت آبی مغز نان افزایش می‌یابد در واقع هیدروکلوریدها 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.

$$aw = 0.713225 - 0.0670750 X_1 + 0.779750 X_2 + 0.648750 X_3 + 0.005625 X_1 X_1 - 1.15000 X_2 X_2 - 2.20000 X_3 X_3 - 0.0393750 X_1 X_2 - 0.837500 X_2 X_3$$

## 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 برآزش مدل نیز با ضریب همبستگی ( $R^2$ ) ۹۹/۰۲ درصد بدست آمد و عدم برآزش 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 ۲۰۱۴). 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 پلی‌ساکاریدهای 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 سریعاً 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 می‌رسد فعالیت سطحی بالای این صمغ مربوط به قسمت آرابینوگالاکتان آن است. پتاسزک و همکاران (۲۰۱۴) در مقایسه اثر صمغ عربی و گزانتان بر خصوصیات کف حاصل از پروتئین‌های 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.

## اندازه‌گیری 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 ۲۰۱۴). طبق نتایج بدست آمده در این تحقیق، شرایط متفاوت فرمولاسیون تأثیر قابل توجهی روی پایداری و آب‌اندازی کف ایجاد کرد به طوری که کمترین مقدار آب‌اندازی (۲/۵ درصد) در شرایط ۱۰ درصد سفیده تخم مرغ، ۰/۲ درصد

گزانتان و ۰/۲ درصد صمغ عربی و بیشترین میزان (۹ درصد) در حضور پایین‌ترین 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 آب‌اندازی نیز در زیر آورده شده است.

$$\text{Drainage}(\%) = 11.5850 - 0.29159IX_1 - 41.9955X_2 - 10.7955X_3 + 92.7273X_2X_2 + 52.7273X_3X_3 + 1.25000X_1X_2 - 1.87500X_1X_3 + 37.5000X_2X_3$$

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 آب‌اندازی نیز کاهش می‌یابد (پتاسزک و همکاران ۲۰۱۴؛ پاسبان و همکاران ۲۰۱۴).

#### اندازه‌گیری 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 می‌شود (پتاسزک ۲۰۱۴). 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 برآزش مدل با ضریب همبستگی ( $R^2$ ) ۹۷/۹۸ درصد برای دانسیته کف و ۹۶/۲۰ درصد برای دانسیته محصول نهایی بیان شد. هر یک از عوامل تأثیر مستقل و نیز تأثیر متقابل نسبت به دیگر عوامل بر دانسیته کف و محصول نهایی داشت.

همان‌طور که در نتایج نشان داده شده است افزایش میزان صمغ گزانتان و عربی باعث کاهش میزان آب‌اندازی نمونه‌ها و افزایش پایداری کف حاصل شده است. البته اثر صمغ گزانتان به مراتب بیشتر از صمغ عربی می‌باشد 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) آب‌اندازی کف برابر با ۱/۷۴ درصد بوده است (شکل ۳). صمغ عربی تا دو برابر مقدار خود در آب بطور کامل حل شده و محلول ۳۰٪ آن ویسکوزیته‌ای در حدود ۱۰۰ سانتی‌پواز 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 پایدارکننده‌های 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

کمترین مقدار دانسیته کف (۰/۱۷) گرم بر سانتی متر مکعب) و محصول نهایی (۰/۴۹ 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 (۰/۴۶) گرم بر سانتی متر مکعب) و محصول نهایی (۰/۷۵) گرم بر سانتی متر

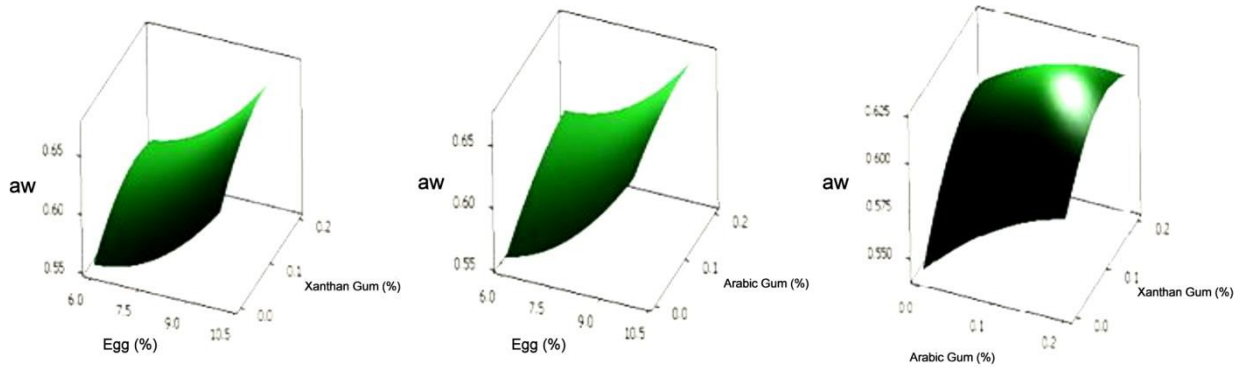
کمترین مقدار دانسیته کف (۰/۱۷) گرم بر سانتی متر مکعب) و محصول نهایی (۰/۴۹ میلی گرم بر سانتی متر مکعب) در شرایط ۱۰ درصد سفیده تخم مرغ، ۰/۲ درصد صمغ عربی و بدون حضور صمغ گزانتان و بیشترین مقدار دانسیته کف (۰/۴۶) گرم بر سانتی متر مکعب) و محصول نهایی (۰/۷۵) گرم بر سانتی متر

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

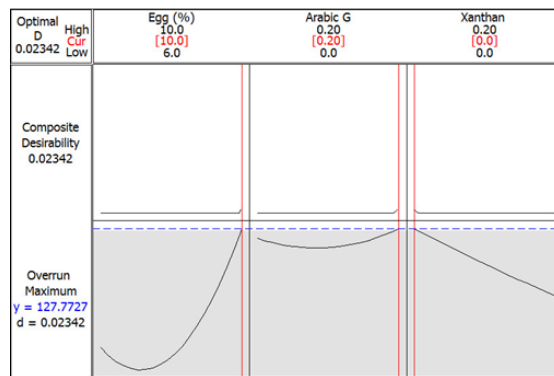
$$\text{Final product density} = -0.896500 + 0.379841X_1 + 1.87045X_2 + 1.22045X_3 - 0.024318X_1X_1 - 4.72727X_2X_2 - 0.100000X_1X_3$$

جدول ۳- نتایج بدست آمده برای تأثیر پارامترهای مختلف بر ویژگی‌های نمونه‌های نوقا

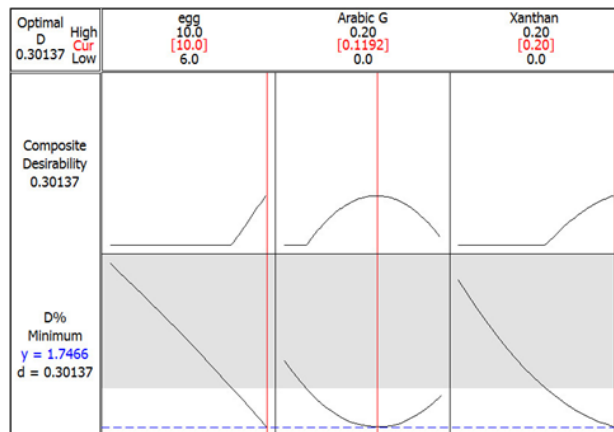
شماره تیمار	سفیده تخم مرغ (X <sub>1</sub> )	صمغ عربی (X <sub>2</sub> )	صمغ گزانتان (X <sub>3</sub> )	فعالیت آبی	افزایش حجم (%)	پایداری کف (درصد آب‌اندازی)	دانسیته کف (گرم بر میلی‌لیتر)	دانسیته محصول نهایی (گرم بر میلی‌لیتر)	پذیرش کلی
۱	۶	۰/۲	۰	۰/۵۷۷	۸۰	۶	۰/۳۵	۰/۶۱	۳
۲	۸	۰/۲	۰/۱	۰/۶۱۱	۶۵/۸	۴/۳	۰/۳۹	۰/۶۸	۳/۵
۳	۸	۰/۱	۰	۰/۵۷۵	۷۵	۶	۰/۳۴	۰/۶۲	۴
۴	۱۰	۰	۰	۰/۶۰۳	۱۲۵	۷	۰/۱۸	۰/۵۰	۳
۵	۸	۰	۰/۱	۰/۵۸۷	۷۱	۶	۰/۳۵	۰/۶	۳/۵
۶	۱۰	۰/۱	۰/۱	۰/۶۵۷	۱۱۰	۲/۷	۰/۲۰	۰/۵۳	۴
۷	۸	۰/۱	۰/۱	۰/۶۰۴	۶۲/۷	۴/۵	۰/۴۱	۰/۷۱	۴/۵
۸	۸	۰/۱	۰/۱	۰/۶۱۱	۶۰	۴	۰/۴۰	۰/۷۰	۴/۵
۹	۸	۰/۱	۰/۲	۰/۶۰۲	۵۰/۵	۳/۵	۰/۴۵	۰/۷۳	۴
۱۰	۸	۰/۱	۰/۱	۰/۶۱۳	۶۵	۴	۰/۳۸	۰/۶۹	۴/۵
۱۱	۱۰	۰/۲	۰/۲	۰/۶۷۵	۱۰۵	۲/۵	۰/۲۲	۰/۵۵	۳
۱۲	۶	۰/۱	۰/۱	۰/۵۹۱	۷۳/۶	۵/۶	۰/۳۵	۰/۶۵	۴
۱۳	۸	۰/۱	۰/۱	۰/۶۱۲	۵۶	۴	۰/۴۴	۰/۷۴	۴/۵
۱۴	۶	۰	۰	۰/۵۱۲	۱۰۱/۵	۹	۰/۲۱	۰/۵۱	۴
۱۵	۸	۰/۱	۰/۱	۰/۶۱۵	۶۱	۴	۰/۴۲	۰/۷۲	۴/۵
۱۶	۸	۰/۱	۰/۱	۰/۶۱۳	۶۴	۴	۰/۴۲	۰/۷۱	۴/۵
۱۷	۶	۰/۲	۰/۲	۰/۵۹۴	۵۱/۶	۵	۰/۴۶	۰/۷۵	۳
۱۸	۱۰	۰/۲	۰	۰/۶۳۵	۱۲۷	۴/۵	۰/۱۷	۰/۴۹	۳/۵
۱۹	۶	۰	۰/۲	۰/۵۶۳	۸۰/۸	۷	۰/۳۳	۰/۶۳	۳/۴
۲۰	۱۰	۰	۰/۲	۰/۶۵۷	۱۰۰	۳	۰/۲۱	۰/۵۴	۳/۲



شکل ۱- تصاویر سه بعدی سطح پاسخ برای تأثیر فاکتورهای مختلف بر فعالیت آبی محصول نهایی نوقا

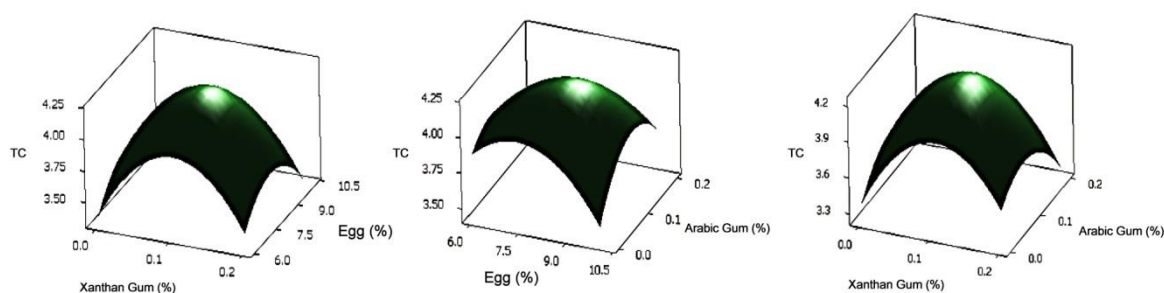


شکل ۲- شرایط بهینه برای افزایش حجم کف

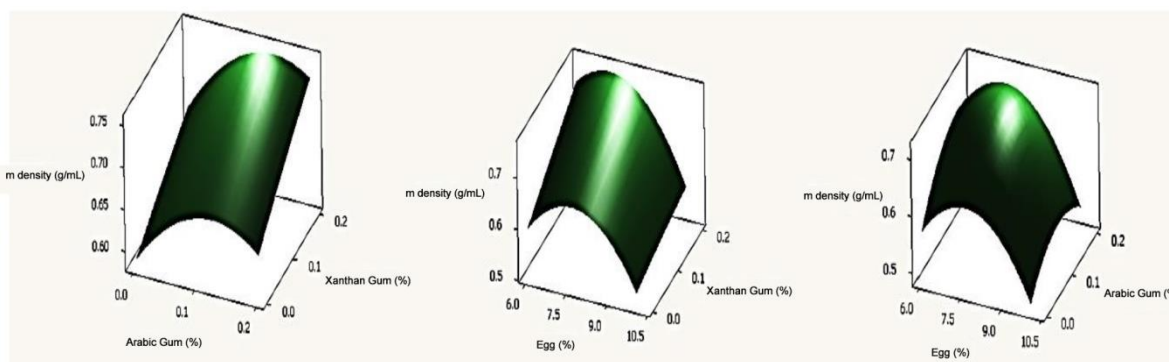


شکل ۳- شرایط بهینه برای پایداری کف

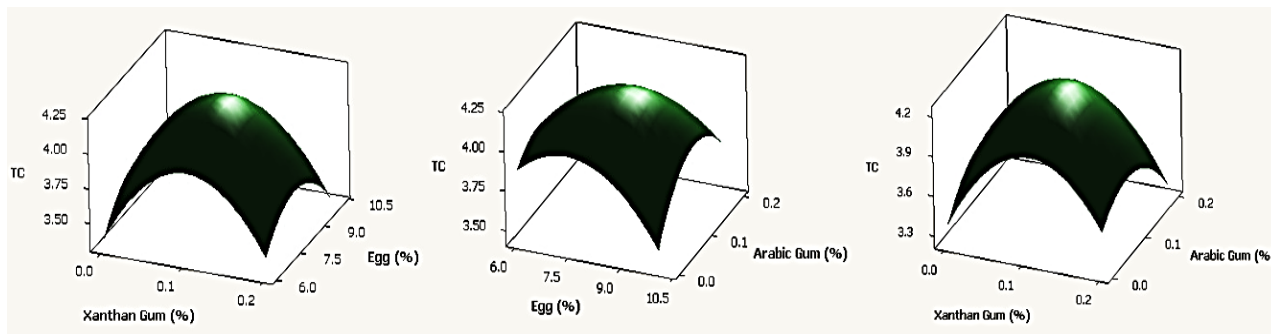




شکل ۴- تصاویر سه بعدی سطح پاسخ برای تأثیر فاکتورهای مختلف بر دانسیته کف قبل از تولید محصول نوقا



شکل ۵- تصاویر سه بعدی سطح پاسخ برای تأثیر فاکتورهای مختلف بر دانسیته محصول نهایی نوقا



شکل ۶- تصاویر سه بعدی سطح پاسخ برای تأثیر فاکتورهای مختلف بر امتیاز کلی پذیرش حسی

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

#### ارزیابی ویژگی‌های حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد میزان صمغ تأثیر 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 ۶). مدل پیشنهادی برای تعیین تأثیر فاکتورهای مورد ارزیابی بر پذیرش کلی در زیر آورده شده است. بیشترین میزان پذیرش در نمونه‌های تهیه

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 صمغ به 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 فیزیکی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی، پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲، ۴۶-۳۳.
- قریشی راد س م، قنبرزاده ب، گیاشی طرزی ب، ۱۳۹۰، تأثیر بکارگیری هیدروکلئیدهای 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 (*Agaricus bisporus*). *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 Engineering* 144:129-137.

- 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<sup>1</sup> and L Roufegari Nejad<sup>2\*</sup>

Received: April 16, 2016

Accepted: September 18, 2016

<sup>1</sup>MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran

<sup>2</sup>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