

## بهینه سازی فرمولاسیون شیر پسته با استفاده از روش سطح پاسخ و ارزیابی ویسکوزیته، خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن

سمانه گردابی طرقي<sup>۱</sup>، مهرناز امینی فر<sup>۲\*</sup>، مریم مصلحی شاد<sup>۳</sup>

۱- دانشجو کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم دارویی تهران، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران-ایران

۲- استادیار گروه مواد غذایی، پژوهشکده صنایع غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۲۲)

### چکیده

در این تحقیق بهینه سازی فرمولاسیون شیر پسته به عنوان یک دسر شیری طعم‌دار- بررسی و سپس ویژگی‌های بافتی و حسی محصول ارزیابی شد. برای دستیابی به این هدف، نمونه های شیرپسته از شیر تازه گاو، دانه پسته کامل به همراه ژلاتین، کتیرا و شکر تهیه شدند و سپس براساس ویژگی های بازارپسندی محصول (وضع ظاهری، بافت، بو و مزه) مورد بررسی قرار گرفتند. در این تحقیق جهت بدست آوردن نسبت‌های مناسب اجزاء تشکیل دهنده شیر پسته (شیر، پسته، ژلاتین، کتیرا و شکر) از روش سطح پاسخ استفاده گردید نسبت‌های بهینه با استفاده از روش سطح پاسخ استخراج و سپس با استناد بر نتایج آزمون های حسی، شش نوع شیر پسته حاوی کتیرا و یا ژلاتین تولید گردید. نتایج نشان داد استفاده از صمغ کتیرا به میزان قابل توجهی ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب دسر را افزایش داد به طوری که بعد از دو روز نگهداری در یخچال ظرفیت نگهداری آب دسر ها به ۱۰۰ درصد رسید و هیچ گونه آب اندازی مشاهده نشد. شیر پسته‌های تهیه شده با ژلاتین میانگین ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب کمتری در مقایسه با دسرهای تهیه شده با کتیرا از خود نشان دادند. نتایج میکروسکوپ نیروی اتمی نشان دادند که نمونه های دارای صمغ کتیرا از شبکه ساختاریافته و منسجم تری در مقایسه با نمونه شاهد و نمونه های تهیه شده با ژلاتین برخوردار هستند.

**کلید واژگان:** شیرپسته، روش سطح پاسخ، ژلاتین، کتیرا

\*مسئول مکاتبات: aminifar.m@standard.ac.ir

## ۱- مقدمه

دسرهای شیری فرآورده‌های شیری هستند که اساساً توسط شیر، قوام دهنده (نشاسته و کاراگینان) و شکر تولید می‌شوند. بافت یکی از مهم‌ترین خواص برای پذیرش این نوع محصولات به شمار می‌آید. ارتقای خصوصیات عملکردی مواد غذایی نباید منجر به تغییر ویژگی‌های حسی آن‌ها شود اما در بسیاری از موارد افزودن اجزاء ترکیبی عملگرها منجر به تغییر خواص حسی محصول و نهایتاً کاهش پذیرش مشتری می‌گردد [۱]. ویژگی‌های حسی و تغذیه‌ای دسرهای شیری مورد توجه بسیاری از گروه‌های سنی مختلف از جمله کودکان و سالمندان می‌باشد. تفاوت در ویژگی‌های مواد اولیه دسرها از جمله مقدار چربی شیر، نوع و غلظت نشاسته و هیدروکلوئیدها، رنگ‌دهنده‌ها و طعم‌دهنده‌ها منجر به ایجاد تفاوت‌های بارزی در ویژگی‌های حسی و بافتی محصول نهایی می‌گردد که در نهایت در پذیرش مصرف‌کنندگان تاثیرگذار است [۲]. میوه‌های خشکباری، منابع مهم غنی از پروتئین و چربی‌اند و امروزه به عنوان منابع اصلی روغن‌های گیاهی خوراکی به حساب می‌آیند، پسته به عنوان محصول تجاری و ارزشمند در این گروه از مواد غذایی قرار گرفته و سرشار از مواد معدنی، پروتئین و ویتامین‌هاست [۳]. با توجه به اهمیت فرآورده‌های شیری و ویژگی‌های ارزشمند پسته در این طرح تهیه شیرپسته از دانه کامل و شیر تازه گاو سپس فرمولاسیون آن براساس فاکتورهای بازارپسندی محصول مورد بررسی قرار گرفت. شیرپسته دارای ویژگی‌های برجسته و درخور توجهی است، چربی شیرپسته (در صورت استفاده از دانه کامل) به دلیل این که بیشتر آن را اسیدهای چرب غیر اشباع تشکیل می‌دهد و فاقد کلسترول است، در گروه چربی‌های مفید قرار دارد. از دیگر نکات حائز اهمیت در این نوع شیر طعم پسته‌ای آن است که برخلاف سایر طعم‌های گیاهی، مطلوب بوده و از این لحاظ بر سایر طعم‌های مشابه شیرسویا برتری دارد. شیرپسته حاوی مقادیر قابل توجهی ویتامین A، پتاسیم، سدیم، آسکوربیک‌اسید، آهن و درصد بالای پروتئین است که استفاده از آن در رژیم غذایی روشی مناسب برای حفاظت در مقابل بیماری‌های قلبی، پوکی استخوان، تقویت سیستم ایمنی بدن،

سلامت چشم، کاهش کلسترول، جلوگیری از سرطان، آلزایمر و سنگ کلیه است. لازم به ذکر است که مصرف ۲۸/۳ گرم مغزیسته می‌تواند بیش از ۱۰ درصد نیاز روزانه بدن انسان را به کالری، فیبر غذایی، ویتامین ب۶، تیامین، فسفر، منیزیم و مس را تامین کند [۴]. در دسرهای شیرپسته با گذشت زمان اغلب پدیده دوفاز شدن مشاهده شده‌است. استفاده از هیدروکلوئیدهایی مثل کاراگینان، زانتان، پکتین، آلژینات، گوار، کتیرا و انواع دیگر صمغ در مواد غذایی متفاوت و به ویژه نوشیدنی‌ها و دسرها به منظور افزایش گرانیروی با بدست آوردن قوام، پایداری، جلوگیری از دوفاز شدن، ایجاد بافت، خصوصیات حسی و احساس دهانی مطلوب متداول است [۵]. Bayarri و همکاران در سال ۲۰۰۷ تاثیر دو عامل قوام‌دهنده (نشاسته و کاراگینان) را بر خواص رئولوژیکی، آزاد شدن عطر و طعم<sup>۱</sup> و قوام دسرهای شیری با طعم توت‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند. اضافه کردن کاپاکاراگینان و افزایش غلظت نشاسته منجر به افزایش قوام و پارامترهای ویسکوالاستیک گردید [۶]. محمدی و همکاران در سال ۱۳۸۹، تاثیر برخی هیدروکلوئیدها را بر پایداری فیزیکی، ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی مخلوط شیر و آب‌پرتقال بررسی کردند و اذعان نمودند که پکتین، صمغ لوبیای خرنوب، گوار، کتیرا و صمغ فارسی، به ترتیب در غلظت‌های ۰/۵، ۰/۵، ۰/۴، ۰/۳ و ۲/۲ درصد تراگاکانتین و بخش محلول صمغ فارسی، به ترتیب در غلظت‌های ۰/۱۷۵ و ۱ درصد به مدت ۳۰ روز از دوفاز شدن محصول جلوگیری نموده‌اند. هم چنین، تراگاکانتین و بخش محلول صمغ فارسی به صورت ترکیبی، در غلظت‌های ۰/۳۷ و ۰/۵۳ درصد و نسبت‌های ۸۱:۱۹ و ۹۶:۴ سبب پایداری شده است. مناسب‌ترین مدل برای نمونه شاهد و نمونه دارای پکتین به ترتیب مدل بینگهام و هرشل - بالکلی و برای سایر نمونه‌ها مدل قانون توان شناخته شد. نمونه دارای ترکیب تراگاکانتین و بخش محلول صمغ فارسی (۰/۵۳ درصد) از لحاظ حسی مطلوبیت بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشت [۷].

کشتکاران و همکاران در سال ۱۳۹۱ تاثیر دوگونه صمغ کتیرا را بر برخی از ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکی و حسی نوشیدنی

**Table 1** pistachio milk formulation containing tragacanth/gelatin obtained from (RSM) software

| tragacanth/gelatin | sugar |
|--------------------|-------|
| 1.5                | 5     |
| 1.5                | 5     |
| 1.5                | 5     |
| 0.44               | 1.46  |
| 1.5                | 10    |
| 3                  | 5     |
| 2.56               | 1.46  |
| 1.5                | 0     |
| 0.44               | 8.54  |
| 0                  | 5     |
| 2.56               | 8.54  |

**Table 2** Sensorial properties of pistachio milk containing tragacanth

| Tragacanth samples | color    | texture  | flavor   |
|--------------------|----------|----------|----------|
| 1.0                | 2.166667 | 3.5      | 3        |
| 2.0                | 2.5      | 3.666667 | 3.666667 |
| 3.0                | 2.666667 | 3.5      | 3.5      |
| 4.0                | 2        | 2.166667 | 2.166667 |
| 5.0                | 2.833333 | 3        | 2.833333 |
| 6.0                | 2        | 2        | 1.666667 |
| 7.0                | 2        | 2.666667 | 2.5      |
| 8.0                | 2        | 3.5      | 3.333333 |
| 9.0                | 3.5      | 3.333333 | 3.5      |
| 10.0               | 4.166667 | 3.666667 | 3.833333 |
| 11                 | 3        | 2.333333 | 2.833333 |

**Table 3** Sensorial properties of pistachio milk containing gelatin

| Gelatin samples | color    | texture  | flavor   |
|-----------------|----------|----------|----------|
| 1.0             | 3.666667 | 3.833333 | 3.333333 |
| 2.0             | 3.166667 | 3.333333 | 3.5      |
| 3.0             | 3.333333 | 3.666667 | 3.833333 |
| 4.0             | 3.166667 | 3        | 3.333333 |
| 5.0             | 3        | 3.333333 | 4        |
| 6.0             | 3.333333 | 3.666667 | 3.5      |
| 7.0             | 3.333333 | 3.333333 | 2.833333 |
| 8.0             | 3.666667 | 3.5      | 3        |
| 9.0             | 3.666667 | 4.333333 | 4.666667 |
| 10.0            | 3.666667 | 3.833333 | 4.5      |
| 11.0            | 3.333333 | 3.333333 | 3.666667 |

خرما مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که غلظت صمغ بر شاخص های توصیف کننده رفتار جریانیه نمونه ها، اندازه ذرات و شاخص های توصیف کننده رنگ ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) اثر معنی داری داشته و شدت این اثر تحت تأثیر نوع صمغ بوده است. نتیجه ارزیابی حسی مشخص کرد که نمونه های حاوی ۰/۳ و ۰/۲ درصد صمغ کتیرا بالاترین مطلوبیت را داشته اند [۸]. باتوجه به خواص غذایی بالای شیرپسته و جهت شناساندن این محصول و بهبود کیفیت آن بر اساس ذائقه مصرف کنندگان ایرانی، بهینه سازی فرمولاسیون در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است. بر این اساس هدف این پژوهش تولید دسری با پایداری مناسب و خصوصیات فیزیکی شیمیایی و حسی مطلوب می باشد.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- طرز تهیه شیر پسته

جهت تولید شیرپسته از پودر مغز پسته، صمغ (ژلاتین یا کتیرا)، شکر و شیر استفاده گردید. ابتدا نسبت های بهینه با استفاده سطح پاسخ (RSM) استخراج گردیدند. ۱۱ فرمولاسیون شیرپسته تهیه شده با ژلاتین و ۱۱ فرمولاسیون برای شیر پسته های تهیه شده با صمغ کتیرا توسط نرم افزار RSM تهیه شد (جدول ۱). سپس آزمون ارزیابی حسی انجام شد، نتایج طبق جداول ۲ و ۳ به دست آمد و بر اساس این نتایج توسط نرم افزار سه فرمولاسیون با صمغ کتیرا (جدول ۴) و سه فرمولاسیون با ژلاتین (جدول ۵) انتخاب شدند. مغز پسته توسط آسیاب مکانیکی خرد و پودر شد و با الک با مش ۱/۴ الک شد. مقادیر مناسب شیر، ژلاتین/کتیرا و شکر را اضافه کرده و با همزن الکتریکی ۴۰۰۰ دور بر دقیقه، مواد را با هم مخلوط کرده تا مخلوط یکنواختی بدست آید. سپس آزمایشات مربوطه بر روی نمونه ها انجام شد. شش فرمولاسیون انتخابی در این تحقیق مطابق با (جدول ۶) نشان داده شده اند. پس از توزین اجزاء فرمولاسیون نمونه ها با شیر به وزن ۱۰۰ گرم رسیدند.

**Table 4** Optimum formulations for pistachio milk prepared with tragacanth. A: amount of tragacanth (in grams), B: amount of sugar (in grams)

| Number | A    | B    | Color   | Texture | Flavore | Desirability |
|--------|------|------|---------|---------|---------|--------------|
| 1      | 0.44 | 8.54 | 3.71783 | 3.58123 | 2.98485 | 0.771        |
| 2      | 0.44 | 8.01 | 3.64379 | 3.59382 | 2.98485 | 0.761        |
| 3      | 0.58 | 8.54 | 3.5746  | 3.59909 | 2.98485 | 0.751        |

**Table 5** Optimum formulations for pistachio milk prepared with gelatin. A: amount of gelatin (in grams), B: amount of sugar (in grams)

| Number | A    | B    | Color   | Texture | Flavore | Desirability |
|--------|------|------|---------|---------|---------|--------------|
| 1      | 0.44 | 8.54 | 3.39403 | 4.14353 | 4.46351 | 0.767        |
| 2      | 0.56 | 8.54 | 3.39403 | 4.09117 | 4.42074 | 0.748        |
| 3      | 0.44 | 8.15 | 3.39403 | 4.09277 | 4.41518 | 0.748        |

**Table 6** Six final formulation pistachio milk samples

| Treatments | Tragacanth (in grams) | Gelatin (in grams) | Sugar (in grams) | Pistachio (in grams) |
|------------|-----------------------|--------------------|------------------|----------------------|
| 1          | 0.44                  | ----               | 8.54             | 10                   |
| 2          | 0.44                  | ----               | 8.01             | 10                   |
| 3          | 0.58                  | ----               | 8.54             | 10                   |
| 4          | ----                  | 0.44               | 8.54             | 10                   |
| 5          | ----                  | 0.56               | 8.54             | 10                   |
| 6          | ----                  | 0.44               | 8.15             | 10                   |

**۲-۲-۲-۲-۲ آزمون‌ها****۲-۲-۱-۳-۳-۳ ویسکوزیته**

ویسکوزیته نمونه‌ها با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد RVTD (مناسب نمونه‌های دارای ویسکوزیته متوسط) در روز صفر و روز دوم اندازه‌گیری شدند. پس از اتصال اسپیندل به دستگاه، نمونه در داخل بشر ۶۰۰ میلی لیتر ریخته شدند. اسپیندل متناسب با ویسکوزیته نمونه (شماره ۶) با دور چرخش ۱-۲/۵ دور بر دقیقه شروع به چرخش کرده و سپس در دور ۷۰ دور در دقیقه و پس از گذشت ۱۵ ثانیه از چرخش، ویسکوزیته نمونه‌ها محاسبه شد [۱۰].

**۲-۲-۱-۴-۳-۳ ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها**

جهت ارزیابی پایداری شیرپسته‌ها، آزمون ظرفیت نگهداری آب ۲۰ گرم نمونه با ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۴۰ دقیقه در دمای ۷ درجه سلسیوس انجام پذیرفت. سپس آب آزاد شده خارج شده و وزن گردید. ظرفیت نگهداری آب بر حسب درصد از فرمول زیر محاسبه شد [۱۱]. ظرفیت نگهداری آب شیر پسته‌ها در روز صفر و یک اندازه‌گیری گردید.

ظرفیت نگهداری آب = (وزن آب خارج شده - وزن نمونه) / وزن نمونه × ۱۰۰

**۲-۲-۱-۲-۳-۳ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی****۲-۲-۱-۱-۳-۳ ماده خشک کل**

ماده خشک شیرپسته‌ها مطابق با استاندارد ملی ۱۷۵۳ اندازه‌گیری شدند. مقداری شیرپسته با وزن معین در داخل ظرفی همگن شده در داخل آون با دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس به مدت سه ساعت حرارت داده شد. رطوبت نمونه‌ها از اختلاف وزن نمونه قبل و بعد از آون‌گذاری محاسبه شد. مقدار کل ماده خشک بر حسب درصد وزنی گزارش گردید [۹].

**۲-۲-۱-۲-۳-۳ اسیدیته و pH**

اندازه‌گیری اسیدیته و pH نمونه‌های شیرپسته طبق استاندارد ۲۸۵۲ انجام پذیرفت [۱۰].

## ۲-۱-۵- اندازه ذرات

توزیع اندازه ذرات نمونه‌های شیرپسته در دمای اتاق به وسیله دستگاه اندازه‌گیری اندازه ذرات مدل Malvernmaster ۲۰۰۰ sizer Hydro S ساخت انگلستان تعیین و نتایج به صورت: میانگین حجمی قطر، میانگین سطحی قطر، میزان پراکندگی ذرات حول میانگین به وسیله تعیین اسپان  $Span=(d(0.9)-d(0.1))$   $d(0.5)$  گزارش شد [۱۲].  $d(0.9)$ : قطری که حجم ذرات کوچک تر از آن ۹۰٪ حجم کل ذرات موجود در سیستم را تشکیل می‌دهد،  $d(0.5)$ : قطری که حجم ذرات کوچک تر از آن ۵۰٪ حجم کل ذرات موجود در سیستم را تشکیل می‌دهد،  $d(0.1)$ : قطری که حجم ذرات کوچک تر از آن ۱۰٪ حجم کل ذرات موجود در سیستم را تشکیل می‌دهد، همچنین  $D(3,2)$  و  $D(4,3)$  به ترتیب به معنای میانگین مومنتومی مساحت سطح ذرات و میانگین مومنتومی حجم و یا جرم ذرات می‌باشند [۱۳].

## ۲-۲-۲- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی توسط هفت ارزیاب آموزش دیده انجام پذیرفت. اعداد اختصاص یافته به شاخص‌های حسی (وضع ظاهری، بافت، بو و مزه) به این ترتیب در نظر گرفته شدند: (غیرقابل مصرف یا خیلی ضعیف عدد ۱)، (غیرقابل قبول یا ضعیف عدد ۲)، (قابل قبول یا متوسط عدد ۳)، (رضایت بخش یا خوب عدد ۴)، (بسیار رضایت بخش یا خیلی خوب عدد ۵) [۶].

## ۲-۲-۳- میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)

ساختار نمونه‌های شیر پسته با AFM مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌های ۱ (نمونه انتخابی نرم‌افزار سطح پاسخ با کتیرا) و ۴ (نمونه انتخابی نرم‌افزار سطح پاسخ با ژلاتین) بدون پسته و نمونه شاهد بدون صمغ مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌ها بر روی سطح صاف به نام میکا قرار گرفته و در دمای محیط خشک شدند و سپس با میکروسکوپ نیروی اتمی مورد عکسبرداری قرار گرفتند [۱۴].

## ۲-۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌ها در این تحقیق به صورت سه تکرار انجام شدند. همچنین ارزیابی حسی توسط آزمون هدونیک پنج نقطه ای صورت پذیرفت و تجزیه تحلیل داده‌ها بر مبنای جداول تجزیه و

تحلیل آنالیز واریانس و مقایسه میانگین دانکن در سطح ۰/۰۵ با نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

## ۳- نتایج و بحث

## ۳-۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

نتایج حاصل از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های شیرپسته در جدول ۷ قابل ملاحظه است. به طور کلی شیر پسته‌های تهیه شده با صمغ کتیرا دارای pH پایین‌تر و اسیدیته بالاتری نسبت به شیرپسته‌های حاوی ژلاتین بودند. محلول کتیرا معمولاً اسیدی است و محدوده pH آن ۶-۵ و ویسکوزیته ابتدایی صمغ وابسته به pH است که در pH بالای ۴ به حداکثر می‌رسد [۱۵]. گل محمدی و همکاران در تحقیقی تاثیر افزودن صمغ‌های گوار و کتیرا روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ماست هم زده مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق ماست حاوی غلظت‌های مختلف هیدروکلوئیدهای گوار و کتیرا به لحاظ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی شامل pH و اسیدیته در زمان‌های ۱، ۷، ۱۴، ۲۱ روز پس از نگهداری، با نمونه کنترل مورد مقایسه قرار گرفت. pH و اسیدیته در نمونه‌های حاوی ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد کتیرا با نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت به طوری که سبب کاهش میزان اسیدیته و به تبع آن سبب افزایش pH گردید ولی با گذشت زمان اسیدیته تمامی نمونه‌ها افزایش و pH کاهش یافت [۱۷]. تغییرات pH و ویژگی‌های عملگرایی صمغ کتیرا با یکدیگر مرتبط هستند. بطور کلی در pH طبیعی شیر، هیچ برهم‌کنشی بین هیدروکلوئید جاذب و پروتئین کازئین شیر رخ نمی‌دهد اما با کاهش pH و کاسته شدن از بار منفی کازئین و افزایش بار مثبت آن، هیدروکلوئیدهای دارای بار منفی با جذب شدن در سطح میسل کازئین، قادرند مانند کاپا-کازئین در pH طبیعی سبب پایداری سامانه گردند لذا هیدروکلوئید جاذب با حضور در چنین سامانه‌ای به سرعت و به طور موثرتر با قرارگیری در سطح کازئین، مولکول کازئین را به حالت اولیه در می‌آورد و مانع ناپایداری و در نتیجه رسوب آن می‌گردد [۱۸]. در رابطه با هیدروکلوئیدهای غیرجاذب نیز چون حضور این نوع هیدروکلوئیدها از ابتدای فرآیند فرمولاسیون سبب افزایش گرانروی می‌گردد [۱۹]. بین ماده خشک تمامی نمونه‌ها اختلاف

معنی داری وجود داشت. نمونه ۴ دارای بیشترین و نمونه ۶ دارای کمترین مقدار ماده خشک بود که می توان تفاوت در میزان ماده خشک شیرپسته ها را به تفاوت در مقدار اجزاء فرمولاسیون آنها نسبت داد.

**Table 7** Physicochemical properties of pistachio milks

| Treatments | 1                  | 2                  | 3                   | 4                  | 5                  | 6                  |
|------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Dry matter | 27.97 <sup>d</sup> | 27.38 <sup>e</sup> | 28.14 <sup>e</sup>  | 29.00 <sup>a</sup> | 28.24 <sup>b</sup> | 27.33 <sup>f</sup> |
| pH         | 6.20 <sup>c</sup>  | 6.31 <sup>b</sup>  | 6.47 <sup>a</sup>   | 6.49 <sup>a</sup>  | 6.46 <sup>a</sup>  | 6.52 <sup>a</sup>  |
| acidity    | 0.169 <sup>a</sup> | 0.157 <sup>a</sup> | 0.1671 <sup>a</sup> | 0.147 <sup>b</sup> | 0.144 <sup>b</sup> | 0.140 <sup>b</sup> |

Each value in the table represents the mean  
Different superscripts within each column represent significant difference at  $P < 0.05$ .  
Treatments 1 to 6 were obtained by table 6

باکازین های دارای بار مثبت رخ داده است، در نتیجه پس از جذب سطحی تراگاکانتین بر روی سطح کازین، شاخه های جانبی متصل به شاخه اصلی با تشکیل لایه ای مویی شکل در اطراف ذرات کازین و حضور بار الکتریکی هم نام روی شاخه اصلی و شاخه های فرعی تراگاکانتین، از نزدیک شدن آنها به یکدیگر و ایجاد تجمع ممانعت کرده اند. به این ترتیب براساس سازوکار دافعه فضایی و الکترواستاتیک، پایدارسازی مخلوط شیرپسته در غلظت های مورد استفاده اتفاق افتاده است [۱۶]. ساختار تراگاکانتین نیز احتمالاً حاوی مقداری اورونیک اسید است. لذا به نظر می رسد که گروه های کربوکسیل اورونیک اسیدهای زنجیره اصلی تراگاکانتین به واسطه نیروهای الکترواستاتیک به کازین های دارای بار مثبت متصل شده باشند و به این ترتیب سبب کاهش پتانسیل زتا شده اند. از آنجایی که تراگاکانتین به عنوان هیدروکلوئید جاذب مطرح است، لذا احتمالاً این ترکیب پس از جذب سطحی، به واسطه شاخه های جانبی فراوان موجود در ساختار از طریق سازوکار ممانعت فضایی از نزدیک شدن ذرات به یک دیگر جلوگیری می کند [۱۹،۲۱]. در رابطه با ظرفیت نگهداری آب پایین شیرپسته های تهیه شده با ژلاتین، می توان گفت که برهم کنش ژلاتین با پروتئین های شیر شبکه پروتئینی ضعیف با قابلیت نگهداری آب پایین به وجود آورده است، زیرا برای تولید ژل خوب، خصوصیت آبدوستی صرفاً کافی نیست بلکه ماده مورد نظر باید قادر به تشکیل شبکه ای باشد تا بتواند اساساً مقادیر زیاد آب را در درون خود مهار و گرفتار کند [۱۷].

### ۳-۲- ظرفیت نگهداری آب

ظرفیت نگهداری آب شیرپسته ها در روز تولید (روز صفر) و دو روز بعد از تولید (روز دوم) در جدول ۸ نشان داده شده است. در روز صفر بیشترین ظرفیت نگهداری آب مربوط به نمونه ۱ (تولید شده با کتیرا) و کمترین ظرفیت نگهداری آب مربوط به نمونه ۵ و ۶ (تولید شده با ژلاتین) می باشد که با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند. همچنین بین ظرفیت نگهداری آب نمونه های ۲ و ۳ که با ژلاتین تولید شده اند اختلاف معنی داری دیده نشد. در روز دوم بعد از تولید نمونه های ۱، ۲ و ۳ که با کتیرا تولید شده اند ظرفیت نگهداری ۱۰۰٪ را دارا بودند که نشان دهنده این است هیچ گونه آب اندازی وجود نداشت است. کمترین ظرفیت نگهداری آب در روز دوم مربوط به نمونه ۶ (حاوی ژلاتین) می باشد. ظرفیت نگهداری شیرپسته ها بعد از دو روز نگهداری در یخچال افزایش یافت به طوری که نمونه های دارای کتیرا به ظرفیت نگهداری آب ۱۰۰ درصد رسیدند. نتایج نشان داد که شیرپسته های تهیه شده با کتیرا ظرفیت نگهداری آب بالاتری نسبت به نمونه های تهیه شده با ژلاتین داشتند. علت این امر را می توان در ساختمان و مکانیسم عملکرد صمغ کتیرا در سیستم شیرپسته جستجو کرد. اصولاً پلی ساکاریدهای بلند زنجیر حاوی گروه های آب دوست فراوان با جذب مقادیر بالایی از ملکول های آب، قابلیت کاهش تحرک فاز آبی و افزایش و گرانروی محصول را دارند [۱۵]. سازوکار افزایش ظرفیت نگهداری آب توسط تراگاکانتین را می توان این گونه تفسیر کرد که با توجه به ساختار تراگاکانتین، احتمالاً به واسطه جاذبه الکترواستاتیک، برهم کنشی بین گروه های باردار (بار منفی) شاخه اصلی تراگاکانتین

**Table 8** Viscosity and Water Holding Capacity of pistachio milks

|                            | Time ( day) | treatment            |                      |                      |                     |                     |                     |
|----------------------------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                            |             | 1                    | 2                    | 3                    | 4                   | 5                   | 6                   |
| Water holding capacity (%) | 0           | 76.49 <sup>a</sup>   | 75.34 <sup>b</sup>   | 75.41 <sup>b</sup>   | 38.23 <sup>c</sup>  | 31.09 <sup>d</sup>  | 30.79 <sup>d</sup>  |
|                            | 2           | 100.00 <sup>a</sup>  | 100.00 <sup>a</sup>  | 100.00 <sup>a</sup>  | 86.03 <sup>b</sup>  | 81.03 <sup>c</sup>  | 58.00 <sup>d</sup>  |
| Viscosity (pa.sec)         | 0           | 1486.00 <sup>c</sup> | 1619.00 <sup>b</sup> | 3725.00 <sup>a</sup> | 46.60 <sup>d</sup>  | 59.20 <sup>d</sup>  | 40.00 <sup>d</sup>  |
|                            | 2           | 3215.00 <sup>b</sup> | 3805.00 <sup>b</sup> | 7300.00 <sup>a</sup> | 166.60 <sup>c</sup> | 176.50 <sup>c</sup> | 140.80 <sup>c</sup> |

Different superscripts within each row represents significant difference at  $P < 0.05$

Each value in the table represents the mean

### ۳-۳- ویسکوزیته

نتایج حاصل از بررسی ویسکوزیته در روز تولید و دو روز پس از تولید (جدول ۸) بیانگر این مطلب است که در روز صفر بیشترین ویسکوزیته مربوط به نمونه ۳ (تولید شده با کتیرا) و کمترین ویسکوزیته مربوط به نمونه‌های ۴، ۵ و ۶ (تولید شده با ژلاتین) بوده که سه نمونه اخیر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته‌اند ( $P \geq 0.05$ ). در روز دوم بعد از تولید نمونه ۳ (تولید شده با کتیرا) دارای بیشترین ویسکوزیته و کمترین ویسکوزیته مربوط به نمونه‌های ۴، ۵ و ۶ (تولید شده با ژلاتین) می‌باشد. همچنین بین ویسکوزیته نمونه‌های ۱ و ۲ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ویسکوزیته تمامی شیرپسته‌ها بعد از دو روز نگهداری در یخچال افزایش یافت. در کل نمونه‌های دارای صمغ کتیرا دارای ویسکوزیته بالاتری در مقایسه با نمونه‌های دارای صمغ ژلاتین بودند. تفاوت بین اثر کتیرا و ژلاتین به کار رفته در این مطالعه در افزایش گرانیروی را می‌توان به تفاوت در وزن ملکولی و ساختار شیمیایی این دو نوع ماده نسبت داد. از سوی دیگر، واکنش آن‌ها با پروتئین‌های موجود در سیستم نیز می‌تواند مسئول ایجاد ساختارهای جدید در محصول باشد. صمغ کتیرا در غلظت پائین در آب هیدراته می‌شود، محلول غلیظ ایجاد می‌کند و ویسکوزیته محلول یک درصد کتیرا حدود  $3500 \text{ Mpas}$  است که [۱۸] که همین نقش آن در افزایش ویسکوزیته می‌تواند بر پایدارسازی سیستم‌های دیسپرسیونی موثر باشد. با توجه به اثر کتیرا در افزایش ویسکوزیته، به نظر می‌رسد که بخش عمده پایدارکنندگی این هیدروکلوئید بر عهده بخش محلول کتیرا یعنی تراگاکانتین بوده است. از طرف دیگر، با توجه به ساختار خطی و وزن مولکولی بالای باسورین، ممکن است این بخش نیز با

افزایش گرانیروی و به تله انداختن ذرات، سهمی در ایجاد پایداری داشته باشد [۱۹]. اثر پایدارکنندگی ژلاتین به نقش ژله ای کنندگی آن مرتبط است که مکانیسم اصلی آن تبدیل ساختار سیم‌پیچ به مارپیچ<sup>۱</sup> است که در طی آن مارپیچ‌های تشکیل شده مشابه با ساختار کلاژن هستند. گزارش شده است که در طی تشکیل پیوندهای عرضی بین بخش‌های مختلف ژلاتین، مولکول‌های آب وارد ساختارهای مارپیچی می‌شوند که این امر منجر به تثبیت و جهت‌گیری مولکول‌های آب در ساختارهای هلیکس سه‌گانه می‌شود. این پدیده توضیح دهنده افزایش نگهداری آب در ماست‌های حاوی ژلاتین می‌باشد [۲۲، ۲۳].

Zhihua و همکاران در سال ۲۰۱۵ بیان داشت که اضافه کردن ۱٪ ژلاتین منجر به تشکیل رشته‌های ژلاتینی گسترده گردیده اما تغییری در ذرات کازئین ایجاد نمی‌کند [۱۹]. توانایی ژلاتین در افزایش ظرفیت نگهداری آب بدون افزایش سختی ژل‌های اسیدی شیر مانند ماست یکی از ویژگی‌های مورد پذیرش ژلاتین می‌باشد و ژلاتین بدون تغییر در سختی ژل منجر به کاهش آب‌اندازی آن می‌شود.

در بین نمونه‌های تهیه شده با صمغ کتیرا، نمونه ۳ از ویسکوزیته بالاتری برخوردار است که بخشی از ویسکوزیته بالای آن مربوط به ماده خشک بالاتر آن نسبت به نمونه‌های ۱ و ۲ باشد [۲۰]. در همه فرمولاسیون‌های مورد مطالعه در این پژوهش، شکر وجود دارد که بر بافت و ویسکوزیته آنها تاثیرگذار است [۲۴] زیرا قندها توسط گروه‌های هیدروکسیل با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌نمایند و با کاهش تحرک آب آزاد ویسکوزیته را افزایش می‌دهند [۲۵، ۱۸].

1. Coil to helix transition

## ۳-۴- توزیع اندازه ذرات

اندازه ذرات نمونه‌های ۱ (نمونه انتخابی نرم‌افزار سطح پاسخ با کتیرا) و ۴ (نمونه انتخابی نرم‌افزار سطح پاسخ با ژلاتین) بدون پسته مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مربوط به توزیع اندازه ذرات نمونه‌های شیرپسته در جدول ۹ نشان می‌دهد که شیرپسته حاوی صمغ کتیرا دارای مقادیر  $d(0/9)$ ،  $d(0/5)$ ،  $d(0/1)$ ،  $D(3)$ ،  $D(4)$  بالاتری نسبت به شیرپسته تهیه شده با ژلاتین می‌باشد. از سوی دیگر شاخص اسپان برای نمونه تهیه شده با کتیرا کمتر از نمونه تهیه شده با ژلاتین می‌باشد. اندازه ذرات و توزیع آن‌ها بر بسیاری از خواص امولسیون مانند پایداری در طول زمان نگهداری، خصوصیات ظاهری مانند رنگ، ویسکوزیته، ویژگی‌های حسی و ارگانولپتیکی و غیره تأثیر بسیاری دارد [۲۴]. محاسبه عدد اسپان یکی از روش‌های رایج برای بیان چگونگی توزیع اندازه ذرات می‌باشد. پایین بودن این شاخص نشان دهنده توزیع یکنواخت و بالا بودن آن بیان گر عدم یکنواختی در توزیع اندازه ذرات است [۲۶]. مقایسه داده‌ها نشان داد که کمترین عدد اسپان مربوط به نمونه حاوی کتیرا بود که بیشترین اندازه ذرات را دارا بود. این امر نشان دهنده این است که شیرپسته‌های حاوی کتیرا علیرغم وجود ذرات درشت، از یکنواختی توزیع اندازه ذرات بالاتری برخوردار بودند. افزایش سطح ویژه نشان دهنده مساحت وزن مشخصی از ذرات است که بالاتر بودن آن حاکی از وجود مقادیر بالای ذرات کوچک و در نتیجه افزایش پایداری امولسیون است. بزرگترین عدد سطح ویژه مربوط به نمونه شیرپسته تولید شده با ژلاتین بود که دارای کمترین قطر ذرات می‌باشد. بررسی نتایج توزیع اندازه ذرات نشان داد که میانگین سطحی  $D(3, 2)$  و میانگین حجمی  $D(4, 3)$ ، اندازه ذرات در شیرپسته‌های حاوی کتیرا بزرگ‌تر از نمونه‌های حاوی ژلاتین می‌باشد که حاکی از وجود تعدادی ذرات بزرگ در آن می‌باشد و از آنجا که میانگین حجمی  $D(4, 3)$  (به حضور ذرات بزرگ بسیار حساس است، مقدار آن در مقایسه با  $D(3, 2)$  بسیار بزرگ‌تر بود [۲۱]). احتمالاً این ذرات بزرگ بخشی از کتیرا (احتمالاً جزء نامحلول) میباشد که با پروتئین‌های موجود در نوشیدنی شیر پسته واکنش داده و بخش دیگر باعث افزایش گرانیوی سیال شده است که در این میان

بزرگ‌تر بودن اندازه ذرات شیر پسته‌های حاوی کتیرا و بالاتر بودن سهم جزء نامحلول در آن به افزایش قابل توجه  $D(4, 3)$  و  $d(0.9)$  منجر شده است. بخش عمده اندازه ذرات شیرپسته‌های حاوی کتیرا بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون می‌باشد. علی‌پور و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که افزایش نسبت پکتین در مخلوط (ایزوله پروتئین سویا-پکتین چغندر) باعث افزایش اندازه ذرات امولسیون حاصل از آن شده و علت آن را به حضور پکتین جذب نشده در سطح ذرات روغن نسبت دادند که باعث تجمع نقصانی شده و اندازه ذرات را افزایش می‌دهد [۲۳]. کشتکاران و همکاران در سال (۱۳۹۱) نیز اثر دو گونه صمغ کتیرا بر برخی ویژگی‌های رئولوژیک، فیزیکی و حسی نوشیدنی شیرخرما را بررسی کردند و بیان داشتند که صمغ کتیرا منجر به افزایش اندازه ذرات شیر خرما گردیده و حضور ذرات با اندازه‌های مختلف بر گرانیوی نمونه‌ها تأثیرگذار است [۸]. همانطور که مشاهده می‌شود نمونه‌های تهیه شده با کتیرا دارای اندازه بزرگ‌تر و ویسکوزیته بالاتری می‌باشند. اندازه ذرات بزرگ‌تر شیرپسته‌های تهیه شده با کتیرا سبب افزایش اصطکاک بین ذرات و متعاقباً افزایش ویسکوزیته شیرپسته‌ها ی حاصل شده است. بر اساس رابطه استوک<sup>۱</sup> در یک امولسیون ذرات با قطر بزرگ‌تر منجر به افزایش اصطکاک و ویسکوزیته سیال می‌گردند. با توجه به قانون استوک با افزایش ویسکوزیته سیال، سرعت جدا شدن دو فاز کاهش می‌یابد و متعاقباً ظرفیت نگهداری آب افزایش یافته و آب‌اندازی شیرپسته‌های تهیه شده با صمغ کتیرا کاهش پیدا خواهد کرد. از سوی دیگر نمونه‌های تهیه شده با ژلاتین دارای اندازه ذرات کوچک‌تر، ویسکوزیته کم‌تر و متعاقباً ظرفیت نگهداری پایین‌تری بودند. در ارزیابی حسی شیرپسته‌های تهیه شده با ژلاتین و کتیرا، ارزیاب‌ها برداشت متفاوتی از رنگ نمونه‌ها داشتند. علت این امر را نیز می‌توان به اندازه متفاوت ذرات نسبت داد. شیرپسته‌های تهیه شده با ژلاتین دارای اندازه ذرات کوچک‌تر و شیرپسته‌های تهیه شده با کتیرا دارای اندازه ذرات بزرگ‌تری بودند. این امر منجر به انعکاس نور متفاوت در شیرپسته‌ها و متعاقباً رنگ متفاوت آن‌ها گردیده است. نمونه‌های تهیه شده با ژلاتین روشن‌تر بوده و از مطلوبیت بیشتری برخوردار بودند.

1. Stock's law



ساختارهای ژلی مربوط می‌شود [۲۱]. در نوشیدنی‌های لبنی اسیدی کمپلکس‌های پروتئین- پلی‌ساکارید بین کازئین با بار مثبت و هیدروکلوئیدهای آنیونی نظیر کتیرا ایجاد می‌شود، همچنین در نوشیدنی‌های لبنی با حدود pH خنثی، تشکیل پل‌هایی میان گروه‌های با بار منفی موجود در پلی‌ساکاریدها با گروه‌های کاتیونی مانند کلسیم محتمل است [۱۹]. گزارش شده است که در pH های بالاتر از نقطه ایزوالکتریک مشابه با این تحقیق، به دلیل حضور گروه‌های هیدروفوب، تشکیل پیوند و ایجاد ساختار اتفاق می‌افتد (۴). نتایج بدست آمده از آزمون اندازه ذرات نمونه کتیرا نشان داد که نمونه دارای کتیرا دارای اندازه ذرات درشت‌تری نسبت به نمونه ژلاتین بوده است که با نتایج به دست آمده از آزمون میکروسکوپ نیروی اتمی هم‌خوانی داشته و تصاویر مرتبط با آن یکنواختی کمتری را نسبت به نمونه ژلاتین نشان می‌دهد (c). همچنین نتایج به دست آمده از آزمون اندازه گیری ویسکوزیته بیانگر این مطلب بود که نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا نسبت به نمونه‌های حاوی ژلاتین، دارای ویسکوزیته بیشتر و آب‌اندازی کمتری بوده‌اند که می‌تواند ناشی از حضور ذرات درشت و اصطکاک این ذرات با یکدیگر باشد. قربانی و همکاران نیز تفاوت ویژگی‌های رئولوژیک نمونه‌ها را نیز به حضور ذرات به اندازه‌های مختلف و پلی‌دیسپرسیتی متفاوت آن‌ها در نمونه‌ها نسبت دادند [۲۶]. نقش موثر و قابل توجه هیدروکلوئیدها در پایداری امولسیون‌ها و جلوگیری از دو فاز شدن و همچنین جلوگیری از سینریزس به دلیل اثر آنها بر افزایش ویسکوزیته فاز آبی می‌باشد [۲۷] که در تحقیق حاضر نیز میزان سینریزس نمونه‌های حاوی کتیرا، کمتر از نمونه‌های حاوی ژلاتین بوده است که می‌توان به ویسکوزیته بالاتر ایجاد شده توسط صمغ مذکور نسبت داده شود.

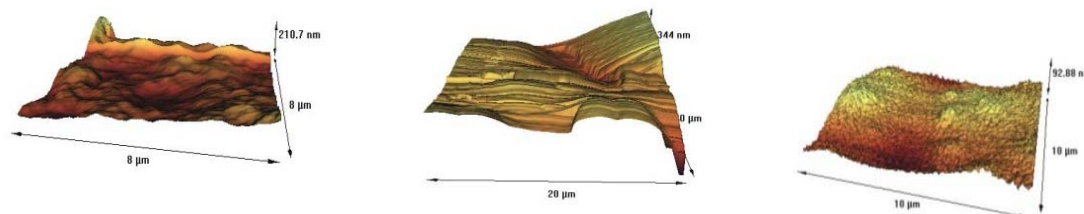
**Table 9** Particle size distribution of pistachio milks

| Treatments          |                      | Index                                     |
|---------------------|----------------------|---|
| Gelatin             | Tragacanth           |   |
| 1.597 <sup>b</sup>  | 5.891 <sup>a</sup>   | D(3,2) (μm)                               |
| 15.819 <sup>b</sup> | 228.523 <sup>a</sup> | D(4,3) (μm)                               |
| 0.854 <sup>b</sup>  | 1.586 <sup>a</sup>   | d (0.1) (μm)                              |
| 1.764 <sup>b</sup>  | 213.217 <sup>a</sup> | d (0.5) (μm)                              |
| 19.275 <sup>b</sup> | 514.193 <sup>a</sup> | d (0.9) (μm)                              |
| 10.443 <sup>a</sup> | 2.404 <sup>b</sup>   | Span                                      |
| 3.76 <sup>a</sup>   | 1.02 <sup>b</sup>    | Specific surface area (m <sup>2</sup> /g) |

Different superscripts within each row represents significant difference at  $P < 0.05$ .

### ۳-۵ تصاویر میکروسکوپ نیروی اتمی

تصاویر میکروسکوپی مربوط به نمونه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده‌است. نمونه‌های تهیه شده با ژلاتین به صورت توده‌های آگلومریزه شده جدا از هم و به صورت یک شبکه باز و یکنواخت با تراکم کم مولکولی دیده می‌شوند (b). هرچه ساختار مولکولی در سیستم بازتر باشد، دانسیته رشته‌های ژل و مناطق اتصال آنها در ریز ساختار کمتر می‌شود که توضیح دهنده ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب کمتر در شیر پشته‌های حاوی ژلاتین می‌باشد [۲۵، ۲۶]. در نمونه حاوی صمغ کتیرا ذرات خوشه‌ای بزرگ دیده می‌شوند و تصویر میکروسکوپی شبکه ژل به هم پیوسته و با ساختار منسجم را نشان می‌دهد. تصاویر نشان دادند که اندازه ذرات تشکیل دهنده ژل با افزودن صمغ کتیرا افزایش یافت که با نتایج آزمون توزیع اندازه ذرات مطابقت دارد. در واقع نمونه‌های تهیه شده با کتیرا دارای توده‌هایی از مواد متراکم غیریکنواخت است که قدرت ژل و سختی آن را افزایش می‌دهند که این ویژگی احتمالا به



**Fig 1** AFM microscope images of a) control sample (without gum and pistachio), b) sample Prepared with gelatin (without pistachio) and c) tragacanth (without pistachio)

- desserts. Food Hydrocolloids.2015; 45 158e167.
- [6] Bayarri S, Tomas LG, Taylor AG, Costell E. Rheology, flavour release and perception of low-fat dairy desserts. International dairy journal. 2007;18:858-866.
- [7] Mohamadi, S., Abbasi, S. Hamidi, Z.1389. The effect of some hydrocolloids on physical stability, rheological and sensory properties of milk, orange juice. Issue 4, pp.1-12.
- [8] Keshtkaran, M., Mohamadifar, M. Asadi, gh. The effect of gum tragacanth on some rheological properties, physical and sensory milk drinks dates. International Journal of Food Industries. 1391. Seventh year Issue 3
- [9] Anonymous 1381. Institute of National Standards and Industrial Research of Iran. Cheese and processed cheese-determination of dry matter. The test method. First edition. The first revision. Number 1753 .
- [10] Anonymous 1385. Institute of National Standards and Industrial Research of Iran. Milk and Dairy products-determination of Acidity and pH. The test method. First edition. The first revision. Number 2852.
- [11] Okyere A, Odamtten GT P. Physicochemical, Functional and sensory attributes of milk prepared from irradiated tiger nut. Journal of radiation research and applied sciences. 2014; 583-588.
- [12] Granato D, Catro A. Physical stability assessment and sensory optimization of a dairy free emulsion using response surface methodology. Journal of sensory and food quality. 2010; 75(3)..
- [13] Fox PF. Developments in dairy chemistry, proteins. Department of food chemistry. 1998; 70-75.
- [14] Binnig G, Quate CF, Gerber CH. Atomic Force Microscope. Phys. Rev. Lett. 1986;56, 930 – 936.
- [15] Gómez-Guillén MC, Giménez B, López-Caballero ME, Montero MP. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. Food Hydrocolloids. 2011; 25(8):1813–1827.
- [16] Golmohamadi, F., Mortazavi, S.A., Hesari, J., Moghaddam, M. 1389. Effect of Tragacanth gum and guar on physicochemical
- ۴- نتیجه گیری**
- در این پژوهش، بهینه سازی فرمولاسیون تولید شیرپسته و ویژگی‌های بافتی و حسی محصول نهایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که استفاده از صمغ کنیرا به میزان قابل توجهی ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب دسر را افزایش داده و هیچ گونه آب‌اندازی در دسرهای حاوی کنیرا مشاهده نشد. در مقایسه با نمونه های حاوی کنیرا، شیرپسته‌های تهیه شده با ژلاتین میانگین اندازه ذرات، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب کمتری از خود نشان دادند. سازوکار اثر کنیرا بر پایدارسازی دسر شیرپسته می تواند ناشی از واکنش جزء نامحلول صمغ با پروتئین‌های شیر از یک سو و اثرات آن بر افزایش گرانروی سیال از سوی دیگر باشد. همچنین نتایج میکروسکوپ نیروی اتمی شیرپسته‌های حاوی صمغ کنیرا شبکه متجمع و منسجم تری را در مقایسه با نمونه شاهد و نمونه تهیه شده با ژلاتین نشان دادند و تصاویر حاصله با سایر نتایج به دست آمده همخوانی داشته است.
- ۵- منابع**
- [1] Ares G, Baixauli R, Sanz T, Varela P, Salvador A. New functional fiber in milk puddings: Effect on sensory properties and consumers' acceptability. Food Science and Technology 2008;42:710-716.
- [2] Costell E, Tarrega A, Duran L. Flow behaviour of semi-solid dairy desserts. Effect of temperature. International dairy J. 2003; 14:345-353.
- [3] Farahnaky A, Kamali E. Texture hysteresis of pistachio kernels on drying and rehydration. Journal of food engineering. 2015;166:335-341.
- [4] Sauder AK, Mccrea CE, Ulbrecht JS, Krisetherton PM, West S. Effect of pistachio on the lipid/lipoprotein profile glyceimic control. Inflammation, and endothelial function in type 2 diabetes: a randomized trial. Journal of metabolism. 2015;64:1521-1529.
- [5] Morell P, Ramírez LR, Velez-Ruiz JF, Fiszman S. Relating HPMC concentration to elicited expected satiation in milk-based

- interactions in model dairy desserts: effect of sucrose concentration and the carrageenan type. *International dairy journal*. 2003;13: 631-641.
- [23] Alipour, A., Koocheki, A., Kakhodaei, R., Varidi, M. The effect of the mix Alyssum Gum Shiraz-based whey protein concentrate, corn oil emulsion stability in water. *Journal of Food Science and Technology*. 1394. Issue 48, Volume 12.
- [24] Fennema OR. *Food chemistry*. Marcel Dekker. 1997;202-204
- [25] Costell E, Tarrega A, Duran L. Rheological characterization of semisolid dairy desserts, Effect of temperature. *Food Hydrocolloids*. 2004;19:133-139.
- [26] Ghorbani Gorji E, Mohammadifar MA, Ezzatpanah H. Influence of three types of Iranian tragacanth on rheological properties and stabilization of fat-free doogh, an Iranian yoghurt drink. *Nutr Sci & Food Tech* 2010; 6(2): 31-42.
- [27] Soleimanpour, M.; Koocheki, A.; Kakhodaee, R. Influence of main emulsion components on the physical properties of corn oil in water emulsion: Effect of oil volume fraction, whey protein concentrate and *Lepidium perfoliatum* seed gum. *Food Res. Int.* 2013, 50, 457-466.
- characteristics of stirred yogurt. Second National Conference on Food Science and Technology, Ghoochan, Islamic Azad University, Quchan 0.1393.
- [17] Fox PF, McSweeney PLH. *Dairy chemistry and biochemistry*. Department of food chemistry, 1998;424-426.
- [18] Mohamadi, S., Abbasi, S, Hamidi, Z, The effect of some hydrocolloids on physical stability, Rheological and sensory properties of milk, orange juice. *International Journal of Food Industries* 0.1389. Issue 4, pp.1-12
- [19] Zhihua P, Deeth H, Bansal N. Effect of polysaccharides with different ionic charge on the rheological, microstructural and textural properties of acid milk gels. *Food Research International*. 2015; 72 : 62-73.
- [20] Farzia M, Emam-Djomeha Z, Mohammadifar MA. A comparative study on the emulsifying properties of various species of gum tragacanth. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2013;57: 76-82.
- [21] Kazemi zadeh., R., Noghani, V. Determination of some physico-chemical characteristics and overall acceptability flavored milk and honey, dates, pomegranate peel extract healthy during cold storage. *Journal of Food Science*. 1395. Issue 54, Vol 13.
- [22] Brossard C, Lethuaut L, Rousseau F, Bousseau B, Genot C. Sweetness-texture

## Optimization pistachio milk formulation using response surface methodology and evaluation of its viscosity, physicochemical and sensory properties

Gerdabi Targhi, S. <sup>1</sup>, Aminifar, M. <sup>2\*</sup>, Moslehisad, M. <sup>3</sup>

1. MSC Student, Department of Food science, Pharmeceutical Science Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Department of Food science & Technology, Faculty of Food Industry and Agriculture, Standard Research Institute (SRI), Karaj, Iran
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Safadasht Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: 2016/09/06 Accepted:2017/08/13)

In this research optimization of pistachio milk-as flavored dairy dessert- formulation was studied and then its textural and sensorial properties were evaluated. For this purpose, pistachio milk samples were produced from whole pistachio grain and fresh cow milk accompanied with gelatin, tragacanth and sugar and then they were evaluated according to marketing characteristics (appearance, texture, odor and taste). In this research, response surface methodology was used to determine the appropriate ratio of the ingredients (milk, pistachio, gelatin, tragacanth and sugar) of the formulations. The optimum ratios were obtained by RSM method and then based on sensorial analysis; six different desserts with either gelatin or tragacanth were produced. The results showed that the use of tragacanth gum significantly increased viscosity, and water holding capacity of desserts. So that after two days of refrigerated storage water holding capacity of desserts were reached to 100 percent and didn't show any syneresis. Pistachio milk samples produced with gelatin showed lower viscosity and water holding capacity compared with dessert made with tragacanth. The results of atomic force microscopy pistachio milk showed that samples containing tragacanth gum had more organized network and more coherent than control samples and the samples prepared with gelatin.

**Keywords:** Pistachio Milk, Response Surface Methodology, Gelatin, Tragacanth

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: aminifar.m@standard.ac.ir