

Evaluation of the effect of xanthan gum and chia seed flour on the physical stability, textural and rheological properties of dairy spread containing Samanou powder

Saeedeh Norian Behfar, Mahboobeh Kashiri*, Yahya Maghsoudlou, Morteza Khomeiri, Hoda Shahiri Tabarestani

Faculty of Food Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Article Info	ABSTRACT
<p>Article type: Research Full Paper</p> <p>Article history: Received: 2021/10/23 Revised: 2021/11/24 Accepted: 2021/11/28</p> <p>Keywords: Dairy spread Samanou powder Xanthan Chia seed flour Rheology</p>	<p>Background and objectives: Dairy Spreads are solid and spreadable food products that are merely made from milk or milk products containing 10 to 80% milk fat. Samanou is a traditional Iranian dessert prepared by cooking a mixture of wheat flour and green malt extract. This study aimed to assess the effect of adding xanthan gum (0, 0.5 and 1%) and chia seed flour (0, 0.5 and 1%) on physical stability, textural and rheological properties of dairy spread containing Samanou powder.</p> <p>Material and methods: In the present study, the frequency sweep rheological test was performed by a rheometer. During this test, first the linear viscoelastic range is determined and then in the frequency range of 0.1 to 100 Hz, the temperature of 10 °C and the constant strain of 1%, the rheological properties of the spread including storage modulus (G'), loss modulus (G'') and loss tangent (G''/G') were measured. Emulsion stability was measured using a centrifuge based on oil separation (g). Textural properties were performed by backward extrusion and spreadability tests with a texture analyzer to determine the firmness (N), cohesiveness (N), consistency (Ns), and spreadability (N) parameters.</p> <p>Results: The results showed that the effect of adding xanthan gum and chia seed flour on increasing the cohesiveness, consistency, firmness and reducing the spreadability of the produced spread was significant ($P < 0.05$). Increasing the concentration of xanthan gum and chia seed flour to 1% increased the cohesiveness and firmness and reduced the spreadability of the produced spread compared to the control sample. The treatment containing 1% xanthan gum and 1% chia seed flour had the highest firmness and the least spreadability, respectively. Spreads containing xanthan gum were more consistent than spreads containing chia seed flour, so the highest and lowest consistency was in the treatment containing 1% xanthan gum without chia seed flour (67.53 ± 12.66 N.s) and the treatment prepared from 1% Chia seeds flour without xanthan of (37.36 ± 17.5 Ns), respectively. The lowest and highest cohesiveness were in the treatment containing 0.5% xanthan (-0.05 ± 0.22 N) and the treatment containing 1% xanthan and 0.5% chia seed flour with a score of -0.31 ± 0.39 N, respectively. Spreads containing xanthan gum and chia seed flour were more stable than the control sample. In this regard, the highest oil separation and the lowest physical stability (0.476 ± 0.13 gr) were observed for control. In the frequency sweep test, 1% strain was determined as the best strain corresponding to the linear viscoelastic range (LVR). Also, the</p>

amount of G' , G'' and G''/G' decreased by a simultaneous increase in the concentration of xanthan gum and chia seed flour. Unlike xanthan gum, the presence of chia seed flour in the spread formulation increased the amount of G' and G'' . However, the maximum amount of G' and G'' , as a result of the highest elasticity, consistency and firmness was belonged to the treatment containing 0.5% xanthan gum and the treatment containing 1% xanthan gum + 0.5% chia seed flour had the lowest amount of G' and G'' .

Conclusion: Minimum concentrations of xanthan gum (0.5%) and chia seed flour (0.5%) improved the textural properties of dairy spreads containing Samanou powder. Increasing the concentration of chia seed flour, unlike xanthan gum, weakened the internal bonds and reduced the consistency of the product. The presence of xanthan gum compared to chia seed flour had a greater effect on preventing phase separation and increasing the stability of dairy spread containing Samanou powder. In all frequency ranges, the amount of storage modulus was greater than the drop modulus, and the spreads produced behaved like a gel viscoelastic solid.

Cite this article: Norian Behfar, S., Kashiri, M., Maghsoudlou, Y., Khomeiri, M., Shahiri Tabarestani, Hoda. 2022. Evaluation of the effect of xanthan gum and chia seed flour on the physical stability, textural and rheological properties of dairy spread containing samanou powder. *Food Processing and Preservation Journal*, 14 (1), 101-118.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/EJFPP.2021.19613.1682

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی تأثیر صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر پایداری فیزیکی، ویژگی‌های بافتی و رئولوژیکی پخشینه لبنی حاوی پودر سمنو

سعیده نوریان بهفر، محبوبه کشیری*، یحیی مقصودلو، مرتضی خمیری، هدی شهیری طبرستانی

دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی-پژوهشی	سابقه و هدف: پخشینه‌های لبنی فرآورده‌های غذایی جامد و مالش پذیر حاوی ۱۰ تا ۸۰ درصد چربی شیر بوده و تنها از شیر یا فرآورده‌های آن تهیه می‌شوند. سمنو نوعی دسر سنتی ایرانی است که از پختن مخلوط آرد گندم و عصاره مالت سبز تهیه می‌شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر افزودن صمغ زانتان (۰، ۵/۵ و ۱ درصد) و آرد دانه چیا (۰، ۵/۵ و ۱ درصد) بر پایداری و برخی ویژگی‌های بافتی و رئولوژیکی پخشینه لبنی حاوی پودر سمنو بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۱ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۷	مواد و روش‌ها: در پژوهش حاضر آزمون رئولوژیکی روبش فرکانس به وسیله دستگاه رنومتر انجام شد. طی این آزمون ابتدا محدوده ویسکوالاستیک خطی تعیین و سپس در دامنه فرکانس ۰/۱ تا ۱۰۰ هرتز، دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و کرنش ثابت ۱ درصد ویژگی‌های رئولوژیکی پخشینه شامل مدول ذخیره (G')، مدول افت (G'') و تانژانت افت (G''') اندازه‌گیری شدند. پایداری امولسیون با استفاده از روش سانتیفریوژ و بر مبنای میزان جدایش روغن اندازه‌گیری گردید. ارزیابی بافت با آزمون‌های اکستروژن پسر و مالش‌پذیری به وسیله دستگاه آنالیز بافت جهت تعیین پارامترهای سفتی، چسبندگی، پیوستگی و مالش‌پذیری انجام شد.
واژه‌های کلیدی: پخشینه لبنی پودر سمنو صمغ زانتان آرد دانه چیا رئولوژی	یافته‌ها: نتایج نشان داد صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر افزایش چسبندگی، پیوستگی، سفتی و کاهش مالش‌پذیری پخشینه تولیدی اثرات معنی‌داری دارد ($P < 0/05$). افزایش غلظت صمغ زانتان و آرد دانه چیا تا میزان یک درصد موجب افزایش چسبندگی و سفتی و نیز کاهش مالش‌پذیری پخشینه تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد گردید. تیمار حاوی یک درصد صمغ زانتان و یک درصد آرد دانه چیا به ترتیب دارای بیش‌ترین میزان سفتی و کم‌ترین مالش‌پذیری بودند. پخشینه‌های حاوی زانتان پیوستگی بیشتری نسبت به پخشینه‌های حاوی آرد دانه چیا داشتند، بنابراین بیش‌ترین و کم‌ترین پیوستگی به ترتیب در تیمار حاوی ۱ درصد زانتان و فاقد آرد دانه چیا (۶۷/۵۳ نیوتون/ثانیه) و تیمار تهیه شده از ۱ درصد آرد دانه چیا و فاقد زانتان (۳۷/۳۶ نیوتون/ثانیه) مشاهده شد. کمترین و بیشترین میزان چسبندگی به ترتیب به تیمار حاوی ۰/۵ درصد زانتان ($0/22 \pm 0/05$ نیوتون) و تیمار حاوی ۱ درصد صمغ زانتان و ۰/۵ درصد آرد دانه چیا ($0/39 \pm 0/31$ نیوتون) اختصاص داشت. پخشینه‌های حاوی زانتان و آرد دانه چیا پایداری بیشتری در مقایسه با نمونه شاهد داشتند؛ به طوری که نمونه شاهد دارای بیشترین میزان جدایش روغن و کمترین پایداری فیزیکی (۰/۴۷۶ گرم) بود. در آزمون روبش فرکانس، کرنش ۱ درصد به عنوان بهترین کرنش متناظر با محدوده ویسکوالاستیک خطی تعیین گردید. با افزایش همزمان غلظت صمغ زانتان و آرد دانه چیا میزان G'' ، G' و G''/G' کاهش یافت. حضور آرد دانه چیا در فرمولاسیون پخشینه برخلاف

صمغ زانتان منجر به افزایش مقدار G' و G'' گردید. حداکثر مقدار G' و G'' در نتیجه بالاترین خاصیت الاستیک، انسجام و سفتی متعلق به تیمار حاوی ۰/۵ درصد صمغ زانتان بود و تیمار حاوی ۱ درصد صمغ زانتان و ۰/۵ درصد صمغ چیا کمترین میزان G' و G'' را به خود اختصاص داد.

نتیجه گیری: کاربرد حداقل غلظت صمغ زانتان (۰/۵ درصد) و آرد دانه چیا (۰/۵ درصد) سبب بهبود ویژگی‌های بافتی پخشینه لبنی حاوی پودر سمنو گردید. همچنین افزایش غلظت آرد دانه چیا برخلاف صمغ زانتان موجب تضعیف پیوندهای داخلی و کاهش پیوستگی پخشینه تولیدی شد. حضور صمغ زانتان در مقایسه با آرد دانه چیا تأثیر بیشتری بر جلوگیری از جدایش فاز روغنی و افزایش پایداری پخشینه لبنی حاوی پودر سمنو داشت. در تمامی محدوده‌های فرکانس مقدار مدول ذخیره بیشتر از مدول افت بود و پخشینه‌های تولیدی مانند یک جامد ویسکوالاستیک ژل مانند رفتار کردند.

استناد: نوریان بهفر، س.، کشیری، م.، مقصودلو، ی.، خمیری، م.، شهیری طبرستانی، ه. (۱۴۰۱). بررسی تأثیر صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر پایداری فیزیکی، ویژگی‌های بافتی و رئولوژیکی پخشینه لبنی حاوی پودر سمنو. *فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱۴(۱)، ۱۱۸-۱۰۱.

DOI: 10.22069/EJFPP.2021.19613.1682



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

پخشینه‌ها^۱ فرآورده‌های غذایی جامد و مالش‌پذیری هستند که اغلب به صورت امولسیون‌های آب در روغن بین ۴۰ تا ۸۰ درصد چربی دارند (۳)، (۱۳). این محصولات به عنوان یک صبحانه تقریباً کامل و پرکالری در کنار فرآورده‌های نانوائی مانند نان‌ها، بیسکوئیت‌ها، کیک تابه‌ای^۲ و ویفرها مصرف می‌شوند (۲۰، ۲۳). پخشینه‌ها بر اساس نوع مواد تشکیل‌دهنده به انواع لبنی (کره، مارگارین، خامه، پنیرهای مالش‌پذیر و پنیر خامه‌ای) و پخشینه‌های گیاهی (مربا، مارمالاد، کره مغزها و کره کنجد) تقسیم می‌شوند (۴۱، ۴۲).

پخشینه‌های لبنی محصولاتی با قابلیت پخش شدن روی نان هستند که صرفاً از شیر یا فرآورده‌های آن تهیه می‌شوند و حاوی حداقل ۴۰ درصد چربی شیر می‌باشند (۲۴، ۲۵، ۳۵). ویژگی‌های بافتی و رئولوژیکی این محصولات تحت تأثیر ویژگی‌های خاصی از ترکیبات اولیه مانند محتوای چربی شیر، نوع و غلظت هیدروکلونیدهای مصرفی و برهم‌کنش‌های این مواد با یکدیگر است (۱۷).

سمنو نوعی فرآورده غذایی سنتی ایرانی است که از پختن مخلوط عصاره مالت سبز^۳ (گندم جوانه زده) و آرد گندم تهیه می‌شود (۴۸). به هنگام جوانه‌زنی، آنزیم‌های موجود در دانه که تا آن زمان به صورت غیرفعال در دانه وجود داشتند، فعال می‌شوند و طی فرآیند پیچیده‌ای نشاسته موجود در دانه به قندهای ساده، پروتئین‌ها به اسیدهای آمینه و چربی اشباع به اسیدهای چرب تبدیل می‌شوند (۳۲). با توجه به ضرورت رژیم غذایی سالم و مقوی برای افراد جامعه به ویژه کودکان و سالمندان و دغدغه صنعت غذا در تولید محصولات غذایی با ارزش غذایی بالا (۲۰)،

سمنو به عنوان یک دسر سالم و بدون شکر می‌تواند جایگزین خوبی برای محصولات غذایی پرکالری با محتوای بالای ساکارز محسوب شود (۴).

صمغ زانتان پلی‌ساکارید میکروبی خارج سلولی می‌باشد که توسط باکتری‌های جنس *Xanthomonas* ترشح می‌شود (۳۹). صمغ آبدوست زانتان به عنوان قوام‌دهنده و پایدارکننده قادر به افزایش قوام و ویسکوزیته فاز آبی و در نتیجه پایدارسازی امولسیون‌ها و سوسپانسیون‌های غذایی می‌باشد (۴۴، ۲۷، ۵۱). همچنین صمغ زانتان با جذب روغن تا ۵۰ برابر وزن خود، کاهش حرکت قطرات روغن و افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته موجب جلوگیری از جدایش فاز روغنی و افزایش پایداری امولسیون می‌گردد (۱).

چیا (*Salvia hispanica L.*) گیاه علفی گلدار یک ساله و تابستانه از جنس مریم گلی و خانواده نعناعیان است (۴۴). آرد دانه چیا می‌تواند به عنوان پایدارکننده، امولسیون‌کننده و قوام‌دهنده در فرآورده‌های غذایی مختلف به کار رود (۹، ۱۱). دانه چیا به عنوان یک ترکیب زیست‌فعال سرشار از فیبر رژیمی (۳۵ درصد)، پروتئین (۱۷/۳۲ درصد)، روغن (۳۱ درصد)، انواع ویتامین‌ها، مواد معدنی و آمینواسیدهای ضروری است (۵). چیا دارای بالاترین میزان آلفا لینولنیک اسید (۶۴ درصد کل روغن چیا) در بین منابع گیاهی شناخته شده است؛ لذا کاربرد این ترکیب زیست‌فعال در محصولات غذایی نیاز تغذیه‌ای افراد به امگا ۳ را تأمین می‌کند (۷، ۸، ۱۹). همچنین دانه چیا با میزان بالای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی سینرژیک و طبیعی نقش مهمی در پایین نگهداشتن سطح اتواکسیداسیون روغن چیا و در نتیجه افزایش ماندگاری آن دارد. مصرف این دانه خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش داده و دارای اثرات ضد سرطانی، ضد پیری،

1. Spreads
2. Pancake
3. Green Malt

آنتی‌اکسیدانی، باکتری‌کشی و ضد قارچی می‌باشد (۱)، (۵).

خشک کردن به روش جریان هوای داغ در آون روش مرسوم و پرکاربرد برای تولید فرآورده‌های غذایی خشک می‌باشد که علی‌رغم طولانی بودن زمان خشک کردن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است (۱۵).. از آن جایی که ماندگاری سمنو تا حد زیادی وابسته به دما و زمان نگهداری است؛ لذا به منظور جلوگیری از فساد میکروبی، افزایش دوره ماندگاری سمنو و توسعه قابلیت‌های کاربردی آن در فرآورده‌های غذایی مختلف پیشنهاد می‌شود تا با استفاده از فرایند حرارتی لایه نازک در آون و کاهش محتوای آب سمنو، ورقه‌های شیشه‌ای سمنو تولید شود. قابل ذکر است که خشک کردن سمنو و تولید پودر سمنو منجر به افزایش عمر نگهداری سمنو بدون استفاده از یخچال و کاهش حجم بسته‌بندی محصول می‌شود.

رئولوژی علم مطالعه تغییر شکل و جریان مواد است و شناخت ویژگی‌های رئولوژیکی امولسیون‌ها در کنترل کیفیت این مواد در طول فرآیند انتقال و نگهداری حائز اهمیت است. از سوی دیگر، آزمون‌های رئولوژیکی به تولیدکننده امکان فرآوری محصول با قوام کافی و بافت مناسب را می‌دهد (۴۰). در این تحقیق، جهت افزایش پایداری و تغییر ویژگی‌های رئولوژیکی از صمغ زانتان و آرد دانه چیا استفاده گردید. در پژوهشی مشابه، موسی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴) با ارزیابی ویژگی‌های بافتی پخشینه برپایه روغن پسته به این نتیجه دست یافتند که افزایش زانتان سبب کاهش مالش‌پذیری و افزایش چسبندگی، پیوستگی و سفتی پخشینه گردید (۳۶). ژائو و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی پخشینه خامه‌ای مشاهده کردند که افزایش صمغ زانتان منجر به افزایش قوام، ویسکوزیته فاز آبی و سفتی محصول

شد (۵۴). بر اساس گزارش ماناکلا (۲۰۱۹) پخشینه‌های حاوی صمغ زانتان ویژگی حسی مشابه با شاهد داشتند و افزودن صمغ زانتان سبب افزایش پایداری امولسیون، سفتی و چسبندگی و کاهش مالش‌پذیری پخشینه کنگد سیاه شد (۲۸). همچنین مفید و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی پخشینه کم‌چرب دریافتند که در تمامی تیمارها مقدار مدول ذخیره بزرگتر از مدول افت بود و پخشینه تولیدی یک جامد ویسکوالاستیک با ساختار ژل‌مانند و رفتار رقیق‌شونده با برش بود (۳۳).

با توجه به این که تاکنون مطالعاتی پیرامون تولید پودر سمنو و نیز کاربرد آن در ترکیب پخشینه‌های لبنی انجام نشده است، هدف از این تحقیق تولید پودر سمنو و ترکیب آن با چربی شیر با نسبت ثابت ۷۰:۳۰ (وزنی/وزنی) جهت فرآوری پخشینه لبنی حاوی پودر سمنو و نیز بررسی اثر افزودن صمغ زانتان (۰، ۰/۵ و ۱ درصد) و آرد دانه چیا در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱ درصد) بر پایداری فیزیکی و ویژگی‌های بافتی و رئولوژیکی پخشینه تولیدی بود.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: خامه پاستوریزه از شرکت پگاه گلستان (ایران)، آرد گندم از کارخانه آرد زاهدی (ایران)، دانه گندم از شرکت هومسا (ایران)، دانه چیا از شرکت پالیزار (ایران)، صمغ زانتان آزمایشگاهی از شرکت فوفنگ^۱ (چین) تهیه شد.

تولید سمنو: مراحل تهیه سمنو به صورت سستی شامل شستشوی گندم، خیساندن، جوانه‌زنی و تولید مالت سبز، فرایند عصاره‌گیری از مالت سبز، اختلاط عصاره آبی آنزیمی با آرد گندم با نسبت ۱:۲ و عملیات پخت می‌باشد (۴۷).

1.Fufeng

گرم نمونه به مدت ۳۰ دقیقه با شتاب $3000 \times g$ سانتریفیوژ (HETTRICH, EBA200, ساخت آلمان) شدند. پس از جداسازی لایه روغن، وزن رسوب باقیمانده اندازه‌گیری شد. درصد پایداری فیزیکی بر اساس نسبت وزن رسوب به وزن اولیه نمونه تعیین شد (۲۲، ۴۸).

رابطه ۱.

$$\text{وزن رسوب سانتریفیوژ} \times 100 = \frac{\text{پایداری فیزیکی}}{\text{وزن اولیه نمونه}}$$

ارزیابی بافت پخشینه سمنو: ارزیابی بافت محصول با انجام آزمون‌های اکستروژن پسر^۱ و مالش‌پذیری^۲ با دستگاه آنالیز بافت (StableMicroSystem, TA.XT/plus، ساخت انگلیس) و با سلول بارگذاری $5000g$ و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. ویژگی‌های سفتی^۳ (N)، چسبندگی^۴ (N)، پیوستگی^۵ و مالش‌پذیری (N) نمونه اندازه‌گیری شدند. آزمون مالش‌پذیری شامل جابه‌جایی یک پروپ مخروطی شکل در داخل نمونه و آزمون اکستروژن پسر شامل جابه‌جایی یک پروپ صفحه‌ای با ژئومتری^۶ مشخص در داخل یک ظرف استاندارد می‌باشد. برای انجام آزمون مالش‌پذیری از پروپ مخروطی با زاویه ۴۵ درجه، سرعت نفوذ 1 mm.s و میزان نفوذ 30 mm استفاده گردید. برای انجام آزمون اکستروژن پسر، از پروپ صفحه‌ای با قطر پروپ 45 mm ، میزان نفوذ 30 mm و سرعت نفوذ 1 mm.s و استوانه شیشه‌ای با قطر 50 mm و ارتفاع 70 mm استفاده شد. به‌منظور یکسان‌سازی شرایط دمایی، تمامی نمونه‌ها قبل از انجام آزمون در دمای یخچال نگهداری شدند. این

تولید پودر سمنو: در این پژوهش برای نخستین بار با استفاده از روش ساده و کم هزینه خشک کردن در آون، پودر نرم سمنو تهیه گردید؛ بدین‌ترتیب که سمنو تولید شده طی فرایند حرارتی لایه نازک در آون (Memert ساخت آلمان) با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. سپس ورقه‌های نازک و شیشه‌ای سمنو خشک شده با آسیاب صنعتی (AG-0.5kg ساخت چین) پودر شد و در نهایت پودر سمنو به وسیله الک (دماوند ساخت ایران) آزمایشگاهی با مش ۵۰ غربال شد.

تولید پخشینه سمنو: پخشینه‌های تولیدی در این تحقیق بر اساس روش پیرو شاه آبادی و همکاران (۲۰۱۵) با اندکی تغییرات تهیه شد (۴۷). ابتدا پودر نرم سمنو با با سطوح مختلفی از آرد دانه چیا (۰، ۰/۵، ۱ درصد) به‌عنوان پایدارکننده و امولسیون کننده، ترکیب شد. مخلوط حاصل با خامه پرچرب پاستوریزه با نسبت ثابت ۷۰:۳۰ (وزنی/وزنی) و به‌وسیله همزن خانگی (Kenwood, HM300، ساخت چین) به مدت یک دقیقه با تکیه بر روش دور تند به دور کند در دمای محیط کاملاً همگن گردید. سپس صمغ زانتان با مقدار مشخصی از آب (نسبت ۱:۱۰ وزنی/وزنی)، ترکیب و فرایند اختلاط تا رسیدن به یک محلول آبی غلیظ با بافت همگن و یکنواخت ادامه یافت. سطوح مختلفی از ژل آبی صمغ زانتان (۰/۵ و ۱ درصد) به‌عنوان قوام دهنده و پایدارکننده امولسیون، به مخلوط تهیه شده اضافه شد. در انتها، پخشینه تولیدی پس از پرکردن و دربندی در دمای یخچال به مدت ۲ هفته نگهداری گردید.

ارزیابی پایداری فیزیکی پخشینه سمنو: پایداری فیزیکی براساس میزان جدایش روغن و برحسب گرم بیان می‌شود. جهت اندازه‌گیری پایداری فیزیکی، ۱۵

1. Backward extrusion
2. Spreadability
3. Firmness
4. Cohesiveness
5. Consistency
6. Geometrie

آزمون یک ساعت بعد از تولید نمونه‌ها انجام شد (۳۴).

ارزیابی ویژگی‌های رئولوژیکی پخشینه سمنو:
 آزمون رئولوژیکی روبش فرکانس^۱ به وسیله دستگاه رئومتر (Anton Paar, MCR 301، ساخت آلمان) مجهز به سیستم تنظیم دمای صفحه‌ای با حساسیت $\pm 0/01$ درجه سانتی‌گراد با الگوی صفحه-صفحه^۲ با قطر ۲۵ mm میلی‌متر و فاصله گام ۱ mm استفاده شد و هر نمونه به مدت ۵ دقیقه در فضای بین صفحات جهت استراحت و بازیابی ساختار قرار گرفت. این آزمون یک روز پس از تهیه امولسیون‌ها انجام شد. این آزمون در دامنه فرکانس ۰/۱ تا ۱۰۰ هرتز، دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و کرنش ثابت ۱ درصد (ناحیه ویسکوالاستیک خطی) انجام شد (۴۵).

طرح آزمون و آنالیز آماری داده‌ها: کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد. تمامی داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار ارائه شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار مینی تب نسخه ۱۵/۱/۱۰ (شرکت مینی تب، ایالات متحده) در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز شدند. در نهایت مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد صورت گرفت (۲۱).

نتایج و بحث

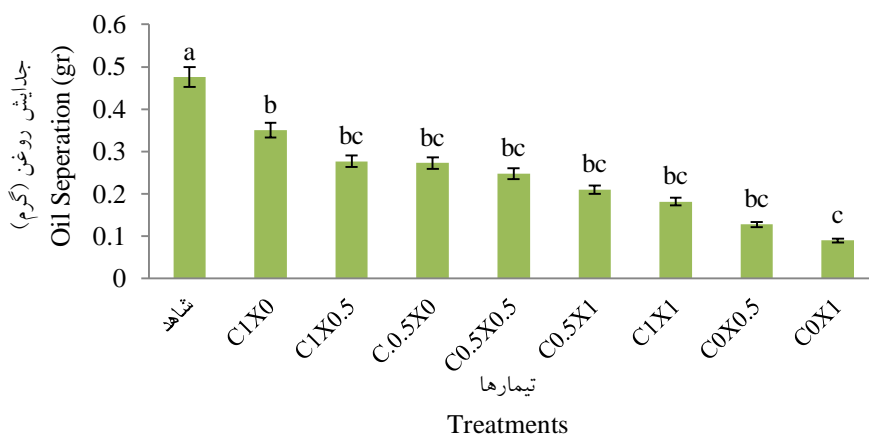
اثر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر پایداری پخشینه سمنو: نتایج حاصل از بررسی جدایش فاز روغنی (g) و نیز پایداری فیزیکی نمونه‌های پخشینه بر پایه چربی شیر حاوی سمنو در شکل ۱ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کاربرد صمغ زانتان و آرد دانه چیا تأثیر معنی‌داری بر میزان پایداری فیزیکی پخشینه‌های تولیدی داشت ($P < 0/05$). در بین

نمونه‌ها، پخشینه‌های حاوی صمغ زانتان دارای کمترین میزان جدایش روغن و در نتیجه بیشترین پایداری فیزیکی بودند؛ به بیانی دیگر حضور صمغ زانتان در فرمولاسیون پخشینه موجب کاهش میزان مهاجرت روغن و افزایش پایداری محصول گردید. دلیل این امر را می‌توان به نقش صمغ زانتان بر افزایش غلظت و ویسکوزیته پخشینه تولیدی نسبت داد که با کاهش تحرک قطرات آب و روغن، از دوفاز شدن و ناپایدار شدن امولسیون جلوگیری کرده و سبب افزایش پایداری فیزیکی محصول می‌شود (۵۱). علت دیگر می‌تواند ناشی از توانایی بالای صمغ زانتان (تا ۵۰ برابر وزن خود) در نگهداری روغن در ساختار خود باشد (۱). مطابق شکل ۱، مقدار روغن جدا شده از نمونه‌های حاوی ۰/۵ و ۱ درصد صمغ زانتان به ترتیب $0/21 \pm 0/128$ گرم و $0/56 \pm 0/09$ گرم بود. بنابراین بیشترین پایداری فیزیکی مربوط به نمونه‌های فاقد آرد دانه چیا و حاوی ۱ و ۰/۵ درصد صمغ زانتان بود. نمونه شاهد به دلیل دارا بودن حداکثر میزان مهاجرت روغن ($0/13 \pm 0/476$ گرم)، از کمترین پایداری برخوردار بود. از طرفی تیمارهای حاوی غلظت‌های بالای آرد دانه چیا به دلیل توانایی ضعیف آرد چیا در جذب و نگهداری روغن (۲/۰۲ گرم روغن در هر گرم نمونه) در مقایسه با تیمارهای حاوی صمغ زانتان از پایداری فیزیکی کمتری برخوردار بودند (۱۲). به این ترتیب تیمار حاوی ۱ درصد آرد دانه چیا و نمونه فاقد صمغ زانتان با $0/01 \pm 0/351$ گرم جدایش روغن، از پایداری بسیار کمی برخوردار بود. رضوی و همکاران (۲۰۰۵) با به کار بردن صمغ زانتان در مخلوط حلوا ارده کم چرب به نتایج مشابهی دست یافتند. این یافته‌ها با نتایج شاه آبادی و همکاران (۲۰۱۵) پیرامون کاهش میزان جدایش فاز روغنی و افزایش پایداری فیزیکی با افزایش غلظت پایدارکننده و کاهش محتوای روغن

1. Sweep Frequency
 2. Plate and plate

درصد صمغ زانتان بود. عبداللهی و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند نمونه‌های حاوی اولئوژل صمغ زانتان و ژلاتین بیش از ۹۰ درصد توانایی جذب روغن و افزایش پایداری فیزیکی داشتند.

مطابقت داشت. همچنین ماناکالا (۲۰۱۹) با بررسی پایداری فیزیکی پخشینه کجده سیاه تهیه شده با صمغ زانتان بیان کردند کمترین میزان جدایش روغن و بیشترین پایداری فیزیکی مربوط به تیمار حاوی ۰/۰۴



شکل ۱- تأثیر صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر پایداری پخشینه سمنو

Figure 1. The effects of xanthan gum and chia seed flour on the stability of samanou spread

اعداد دارای حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند. صمغ زانتان (X) و آرد دانه چیا (C)

Different small letters show significant difference at 95% confidence level. Xanthan gum (X) and chia seed flour (C)

ویسکوزیته و چسبندگی محصول شود (۵۰). از این رو بالاترین میزان چسبندگی (۰/۳۹±۰/۳۱- نیوتون) به تیمار تهیه شده از ۱ درصد صمغ زانتان و ۰/۵ درصد آرد چیا اختصاص داشت. چسبندگی نمونه شاهد (۰/۲۶±۰/۰۹- نیوتون) نسبت به نمونه‌های حاوی صمغ پایین‌تر بود. تیمار حاوی ۰/۵ درصد صمغ زانتان و فاقد آرد چیا در مقایسه با سایر تیمارها از کمترین چسبندگی (۰/۲۲±۰/۰۵- نیوتون) برخوردار بود. در تطبیق با نتایج پژوهش حاضر، عماد زاده و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی شاخص چسبندگی کره پسته تهیه شده از ۳ نوع صمغ دریافتند نمونه حاوی صمغ زانتان به علت تشکیل شبکه گسترده در نمونه، دارای بالاترین میزان چسبندگی بود (۱۴).

اثر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر شاخص چسبندگی پخشینه سمنو: چسبندگی نیروی لازم برای جدا شدن پروپ از نمونه و یا بیشترین نیروی منفی تولید شده طی برگشت و خارج شدن پروپ از ظرف بر حسب نیوتون یا گرم می‌باشد (۵۲). همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است اثر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا در سطح ۱ و ۰/۵ درصد بر افزایش چسبندگی پخشینه تولیدی معنی‌دار بود ($P < 0/05$). در واقع با افزایش هم‌زمان غلظت صمغ زانتان و آرد چیا، چسبندگی پخشینه تولیدی افزایش یافت که می‌تواند به دلیل ویسکوزیته بالای فاز آبی ایجاد شده توسط صمغ آبدوست زانتان باشد (۲۸). دلیل دیگر به محتوای بالای فیبر رژیمی محلول در آب آرد دانه چیا بر می‌گردد که می‌تواند تا ۲۷ برابر وزن خود آب جذب کند و سبب افزایش قوام،

بافت محصول در کمترین میزان ($0.74 \pm 1/96$ نیوتن) قرار داشت. لازم به ذکر است صمغ زانتان در مقایسه با آرد دانه چیا تأثیر بیشتری بر شاخص سفتی داشت. صمغ آبدوست زانتان به دلیل دارا بودن ظرفیت بالای نگهداری آب قادر به افزایش غلظت و ویسکوزیته فاز آبی و در نتیجه افزایش سفتی بافت پخشینه شد. همچنین آرد دانه چیا با ساختار پلی ساکاریدی لزج و چسبنده، می تواند دلیل سفتی بیشتر بافت در پخشینه تولیدی باشد (۲۹، ۲). بنابراین تیمار تهیه شده حاوی ۱ درصد صمغ زانتان و ۱ درصد آرد دانه چیا دارای بیشترین میزان سفتی ($5/11 \pm 2/40$ نیوتن) بود. نتایج به دست آمده در این پژوهش با نتایج گزارش شده توسط آتیک و همکاران (۲۰۲۰) مبنی بر اثر افزایش غلظت موسیلاژ دانه چیا بر افزایش سفتی مطابقت داشت (۳۷). محروقی و همکاران (۲۰۱۸) نیز به نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر صمغ زانتان و آرد دانه کنجاک بر افزایش سفتی محصول دست یافتند (۲۹). ژانو و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی امکان استفاده از صمغ زانتان به عنوان قوام دهنده در خامه فرم گرفته مشاهده کردند ویسکوزیته و سفتی نمونه های خامه با افزایش غلظت زانتان افزایش یافت (۵۳). تحقیق مشابه صورت گرفته توسط ماناکلا (۲۰۱۹) نشان داد کاربرد صمغ زانتان در پخشینه کنجد سیاه منجر به افزایش سفتی محصول شد (۲۸). مظاهری تهرانی و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهشی پیرامون کاربرد آرد سویا در پخشینه کره بادام زمینی به نتایج مشابهی دست یافتند (۳۱).

اثر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر شاخص مالش پذیری پخشینه سمنو: مالش پذیری به سهولت پخش شدن محصول، به اندازه ۱ سانتی متر مکعب بر سطح نان اطلاق می گردد (۲۶). نتایج ارزیابی شاخص های سفتی و مالش پذیری پخشینه تولیدی کاملاً به هم وابسته بود؛ به طوری که با افزایش درجه

اثر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر شاخص پیوستگی پخشینه سمنو: پیوستگی همان نیروی جاذبه درون مولکولی است که نشان گر انسجام و قدرت پیوندهای داخلی محصول غذایی است (۳۰). نتایج جدول ۱ نشان می دهد که اثر افزودن صمغ زانتان در سطح ۰/۵ و ۱ درصد بر افزایش پیوستگی پخشینه تولیدی مثبت و معنی دار بود ($P < 0/05$). به بیانی دیگر افزایش غلظت صمغ زانتان سبب افزایش پیوستگی پخشینه تولیدی گردید که دلیل احتمالی آن نقش صمغ زانتان در تشکیل و استحکام پیوندهای درونی ساختار پخشینه است. بنابراین نمونه تهیه شده حاوی ۱ درصد صمغ زانتان و فاقد آرد دانه چیا با میزان $67/53 \pm 12/66$ و تیمار حاوی ۰/۵ درصد صمغ زانتان و بدون آرد دانه چیا با میزان $65/06 \pm 10/2$ به ترتیب بیشترین مقدار پیوستگی و اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشتند ($P < 0/05$). از طرفی کاربرد غلظت های بالای آرد دانه چیا موجب تضعیف پیوندهای داخلی، کاهش پیوستگی و نرم شدن بافت محصول تولیدی شد. در نتیجه کمترین میزان پیوستگی ($37/36 \pm 17/5$) به تیمار تهیه شده از ۱ درصد آرد دانه چیا و فاقد صمغ زانتان اختصاص یافت. تحقیق مشابه صورت گرفته توسط موسی زاده و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که کاربرد صمغ زانتان در پخشینه های بر پایه روغن پسته منجر به افزایش پیوستگی شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (۳۶).

اثر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر شاخص سفتی پخشینه سمنو: سفتی به نیروی لازم برای رسیدن به تغییر شکل دلخواه اطلاق می شود (۵۳). همان طور که در جدول ۱ ملاحظه می شود اثر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر تغییرات شاخص سفتی پخشینه تولیدی معنی دار بود ($P < 0/05$). با افزایش غلظت صمغ زانتان و آرد دانه چیا میزان سفتی محصول افزایش یافت. در نمونه شاهد، درجه سفتی

سفتی، میزان مالش پذیری محصول کاهش یافت. مطابق با جدول ۱، اثر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر شاخص مالش پذیری پخشینه تولیدی معنی دار بود ($P < 0.05$)؛ به طوری که کاربرد همزمان صمغ های زانتان و چیا منجر به افزایش سفتی و کاهش مالش پذیری محصول گردید. این یافته احتمالاً به محتوای بالای پروتئین، فیبر رژیمی و چربی آرد دانه چیا برمی گردد که سبب تشکیل اتصالات عرضی درون مولکولی و در نتیجه ایجاد ساختار سفت تر و قوی تر با مالش پذیری کمتر می شود (۶). همچنین آگزوپلی ساکارید زانتان با جذب آب و افزایش ویسکوزیته می تواند موجب مالش پذیری کمتر پخشینه تولیدی شود (۲). بنابراین، مقادیر بیشینه و کمینه شاخص مالش پذیری به ترتیب در نمونه شاهد

سفتی، میزان مالش پذیری محصول کاهش یافت. مطابق با جدول ۱، اثر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر شاخص مالش پذیری پخشینه تولیدی معنی دار بود ($P < 0.05$)؛ به طوری که کاربرد همزمان صمغ های زانتان و چیا منجر به افزایش سفتی و کاهش مالش پذیری محصول گردید. این یافته احتمالاً به محتوای بالای پروتئین، فیبر رژیمی و چربی آرد دانه چیا برمی گردد که سبب تشکیل اتصالات عرضی درون مولکولی و در نتیجه ایجاد ساختار سفت تر و قوی تر با مالش پذیری کمتر می شود (۶). همچنین آگزوپلی ساکارید زانتان با جذب آب و افزایش ویسکوزیته می تواند موجب مالش پذیری کمتر پخشینه تولیدی شود (۲). بنابراین، مقادیر بیشینه و کمینه شاخص مالش پذیری به ترتیب در نمونه شاهد

جدول ۱- تأثیر صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر ویژگی های بافتی پخشینه لینی حاوی پودر سمون

Table 1- The effects of xanthan gum and chia seed flour on the textural properties of dairy spread containing samanou powder

مالش پذیری (N)	سفتی (N)	پیوستگی	چسبندگی (N)	تیمار
Spreadability (N)	Firmness (N)	Cohesiveness	Adhessiveness (N)	Treatment
6.14±2.54 ^a	0.74±1.96 ^f	49.50±5.36 ^{fg}	-0.09±0.26 ^g	Control
4.87±1.27 ^{bc}	1.73±0.97 ^{de}	48.40±6.46 ^g	-0.12±0.30 ^f	C _{0.5} X ₀
3.49±0.10 ^d	2.53±0.17 ^c	65.06±10.20 ^b	-0.05±0.22 ^h	C ₀ X _{0.5}
5.50±1.90 ^{ab}	1.11±1.59 ^{ef}	37.36±17.50 ^h	-0.14±0.31 ^e	C ₁ X ₀
3.02±0.58 ^d	2.87±0.16 ^{bc}	54.16±0.69 ^e	-0.16±0.33 ^{de}	C _{0.5} X _{0.5}
2.01±1.59 ^e	3.41±0.70 ^b	67.53±12.66 ^a	-0.18±0.35 ^{cd}	C ₀ X ₁
1.34±2.25 ^e	5.11±2.40 ^a	58.26±3.40 ^d	-0.26±0.44 ^b	C ₁ X ₁
4.38±0.78 ^c	2.43±0.27 ^{cd}	51.4±3.40 ^f	-0.22±0.11 ^c	C ₁ X _{0.5}
1.62±1.97 ^e	4.41±1.7 ^a	61.1±7.23 ^c	-0.31±0.39 ^a	C _{0.5} X ₁

*حروف کوچک غیرمشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار براساس آزمون دانکن می باشد. صمغ زانتان (X) و آرد دانه چیا (C)

Different small letters show significant difference ($P < 0.05$) based on Duncan test. Xanthan gum (X) and chia seed flour (C)

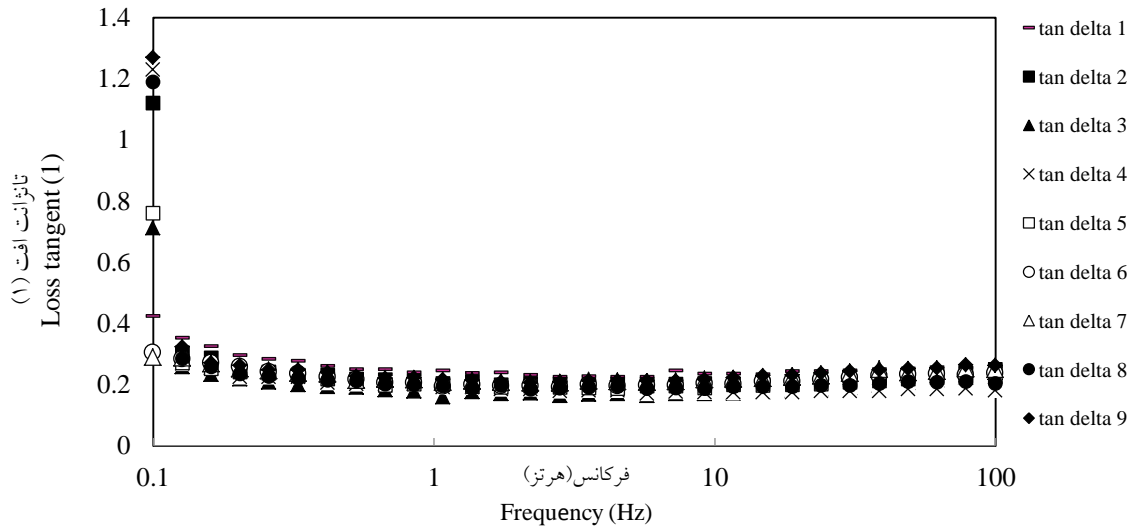
کرنش می باشد و مدول افت نشان دهنده میزان رفتار جریان و مقدار انرژی هدر رفته در واحد حجم و در هر سیکل کامل موج کرنش می باشد. در آزمون روبش فرکانس چنانچه $G' > G''$ باشد نمونه دارای رفتار

اثر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر ویژگی های رئولوژیکی پخشینه تولیدی: مدول ذخیره بیانگر میزان رفتار الاستیک و مقدار انرژی بازیابی شده در واحد حجم و در هر سیکل کامل موج

پخشینه تولیدی برخوردار بود ($P < 0/05$). این امر می‌تواند ناشی از ماهیت پلی‌ساکاریدی دانه چیا و افزایش تعداد و اندازه متوسط نقاط اتصال در ساختار شبکه پروتئینی متراکم پخشینه‌های حاوی آرد دانه چیا باشد (۳۷). با افزایش غلظت صمغ زانتان از صفر به ۱ درصد میزان G' و G'' کاهش یافت (۱۶). همچنین حضور آرد دانه چیا و صمغ زانتان در فرمولاسیون پخشینه، می‌تواند با افزایش قوام و ویسکوزیته فاز آبی و همچنین تشکیل ساختار ژلی مستحکم در فاز آبی منجر به افزایش الاستیسیته بافت پخشینه‌های تولیدی شود. افزایش همزمان غلظت صمغ زانتان و آرد دانه چیا سبب کاهش میزان G' و G'' شد. مقایسه اشکال روبش فرکانس در تیمارهای مورد بررسی نشان داد که مقادیر مدول ذخیره و مدول افت یکسان نبودند؛ به طوری که در محدوده فرکانس‌های مورد مطالعه، مدول‌های ذخیره و افت و در نتیجه ویژگی الاستیک نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ زانتان و فاقد آرد چیا نسبت به سایر تیمارها بیشتر و از انسجام و سفتی بالاتری برخوردار بود (شکل ۳- مثلث آبی). همچنین تیمار حاوی ۱ درصد صمغ زانتان و ۰/۵ درصد آرد چیا دارای کمترین میزان G' و G'' بود که نشان‌دهنده تمایل به رفتار شبه مایع محصول بود (شکل ۳- مربع صورتی). در تطبیق با پژوهش حاضر، نصیرپور تبریزی و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی ژل امولسیون مالش‌پذیر حاوی صمغ زانتان و روغن دانه کتان نشان دادند در تمامی محدوده‌های فرکانس مقدار G' بیشتر از G'' بود و در نتیجه محصول از ساختار ژل‌مانند قوی و رفتار رقیق‌شونده با برخوردار بود (۳۸).

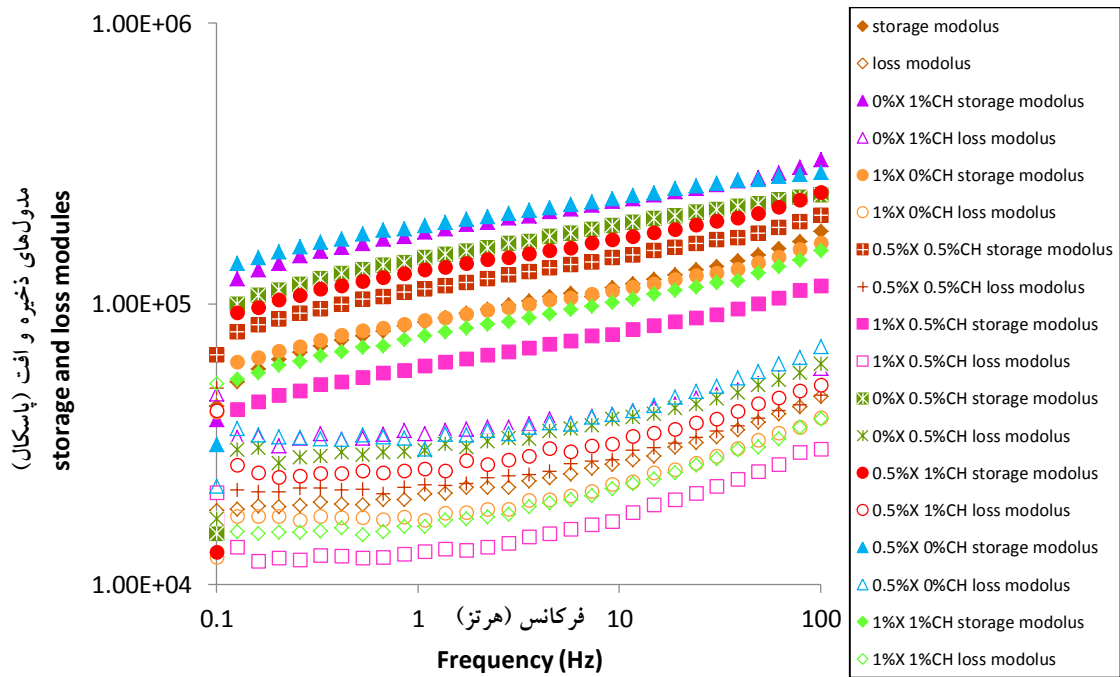
ویسکوالاستیک جامد و اگر $G'' > G'$ باشد نمونه رفتار ویسکوالاستیک مایع از خود نشان می‌دهد. نسبت G'' به G' مؤلفه رئولوژیکی دیگری را نشان می‌دهد که تانژانت دلتا یا تانژانت افت نامیده می‌شود. چنانچه تانژانت افت بزرگتر از یک باشد، یعنی ماده ویسکوالاستیک مایع است و در صورتی که کمتر از یک باشد، بیانگر رفتار ویسکوالاستیک جامد در ماده می‌باشد (۵۴). نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های رئولوژیکی پخشینه‌های تولیدی نشان داد که در آزمون روبش فرکانس، کرنش ۱ درصد به‌عنوان بهترین کرنش متناظر با محدوده ویسکوالاستیک خطی مشخص شد. همان‌طور که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود برای کلیه تیمارها و در تمام محدوده‌های فرکانس مورد مطالعه مقدار G' بزرگتر از G'' بود (مقدار تانژانت افت کمتر از یک) و بدین ترتیب کلیه تیمارها رفتار ویسکوالاستیک از خود نشان دادند. با در نظر گرفتن این مطلب که وابستگی به فرکانس در جامدات ویسکوالاستیک کمتر از مایعات ویسکوالاستیک می‌باشد، می‌توان بیان نمود که پخشینه تولیدی به دلیل انسجام و پیوستگی درونی بالا، از ساختار سفت و قوی برخوردار است و در برابر تکان، ضربه و یا جابجایی مقاوم است.

همان‌طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود با افزایش غلظت هر دو صمغ نامبرده در محدوده فرکانس مورد مطالعه، میزان تانژانت افت کاهش یافت. این نکته نشان‌دهنده روند تشکیل ساختمان با تغییر شکل محصول از مایع ویسکوالاستیک به سمت جامد ویسکوالاستیک است. کاربرد آرد دانه چیا در مقایسه با صمغ زانتان از تأثیر بیشتری بر مقدار G' و G''



شکل ۲- تغییر تانژانت افت تیمارها در فرکانس‌های مختلف

Figure 2- The loss tangent as a function of frequency for different treatments



شکل ۳- تغییرات مدول ذخیره و مدول افت تیمارها در فرکانس‌های مختلف (مدول ذخیره: اشکال توپر و مدول افت: اشکال توخالی)

Figure 3- The storage modulus and loss modulus as a function of frequencies for different treatments (solid shape: storage modulus and hollow shape: loss modulus)

افت گردید. همچنین در تمامی فرکانس‌ها مقدار G' بیش از G'' بود که این امر موجب کاهش قابل توجهی در مقدار G''/G' با افزایش فرکانس گردید. از این رو رفتار پخشینه‌های تولیدی مانند یک جامد

تحقیق مشابه صورت گرفته توسط مفید و همکاران (۲۰۱۴) نشان داده شد که حضور صمغ زانتان در مقایسه با پکتین، در ترکیب پخشینه کم‌چرب سبب افزایش چشمگیر مقدار مدول ذخیره و مدول

و مدول افت به عنوان پخشینه بهینه در نظر گرفته شد. بنابراین از بین تیمارها پخشینه حاوی ۰/۵ درصد صمغ زانتان و فاقد آرد دانه چیا به لحاظ شاخص های بافتی و رئولوژیکی به عنوان تیمار بهینه انتخاب شد. کاربرد غلظت های بالای صمغ زانتان و آرد دانه چیا منجر به افزایش چسبندگی و سفتی و کاهش مالش پذیری پخشینه های تولیدی گردید. حضور صمغ زانتان از تأثیر مثبت و معنی داری بر پایداری فیزیکی و پیوستگی بافت پخشینه سمون برخوردار بود. بنابراین، پخشینه های تهیه شده از صمغ زانتان دارای پایداری و پیوستگی بیشتری در مقایسه با پخشینه های حاوی آرد دانه چیا بودند. نتایج ارزیابی ویژگی های رئولوژیکی نشان داد با افزایش غلظت صمغ زانتان و آرد دانه چیا میزان G' ، G'' و G''/G' کاهش یافت. کاربرد جداگانه آرد دانه چیا در مقایسه با صمغ زانتان منجر به افزایش مقدار G' و G'' گردید. در تمامی محدوده های فرکانس مقدار مدول ذخیره بیشتر از مدول افت بود و پخشینه های تولیدی مانند یک جامد ویسکوالاستیک ژل مانند رفتار کردند. بطور کلی با هدف افزایش ماندگاری پخشینه تولیدی، تعیین ویژگی های حرارتی و رفتار ذوب پذیری محصول پژوه های بیشتری ضرورت دارد. همچنین پیشنهاد می-گردد اندازه گیری ویژگی های ریزساختاری و مورفولوژی پخشینه لبنی حاوی پودر سمون جهت تعیین بافت ایده آل محصول و ارزیابی ویژگی های جریان پذیری پودر سمون با هدف کنترل بهتر فرآیند تولید و ممانعت از مشکلاتی نظیر کلوخه شدن، توده ای شدن و چسبندگی مورد بررسی قرار گیرد.

References

1. Abdollahi, M., Goli, S.A.H., and Soltanizadeh, N. 2020. Physicochemical properties of foam-templated oleogel based on gelatin and xanthan gum. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 122: 2.190-196.

ویسکوالاستیک ژل بود. بر خلاف G'' و G' مقدار G' با افزایش فرکانس از ۰/۳ به ۱۵ هرتز افزایش یافت. پخشینه ها رفتار غیرنیوتونی رقیق شونده با برش نشان دادند (۳۳). شاکراردکانی و همکاران (۲۰۱۲) نیز با بررسی ویژگی های رئولوژیکی پخشینه پسته نشان دادند که پخشینه ها رفتاری ژل مانند با مدول ذخیره بزرگتر از مدول افت داشتند (۴۹). همچنین چیفتچی و همکاران (۲۰۰۸) با ارزیابی ویژگی های رئولوژیکی خمیر کنجد دریافتند که با افزایش فرکانس، مقدار مدول ذخیره و مدول افت افزایش یافت و نمونه های تولیدی رفتار رقیق شونده با برش نشان دادند (۱۰). قنبری شنیدی و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند افزایش غلظت صمغ زانتان سبب کاهش میزان G' و G'' در محصول تولیدی گردید و نمونه حاوی ۰/۷ درصد صمغ زانتان دارای ویژگی های رئولوژیکی مشابهی با نمونه شاهد پرچرب بود (۱۶).

نتیجه گیری

در این پژوهش تأثیر افزودن صمغ زانتان و آرد دانه چیا بر پایداری فیزیکی و ویژگی های بافتی و رئولوژیکی پخشینه لبنی حاوی پودر سمون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد در صورت استفاده از غلظت های کم صمغ زانتان و آرد دانه چیا در فرمولاسیون پخشینه لبنی حاوی پودر سمون، امکان تولید محصولی با پایداری بالا و ویژگی های بافتی مطلوب وجود دارد. فرآورده مالش پذیر با حداکثر پایداری فیزیکی، مالش پذیری، پیوستگی و مدول ذخیره و حداقل چسبندگی، سفتی

2. Abedini, N., Nasirpour, A., and Nateghi, L. 2017. Effect of xanthan gum and soy protein isolate on physicochemical properties of processed cheese. *Iranian journal of food science and technology*. 66:14.247-258.

3. Alvand, A., Khoshtinat, K.H., Zandi, P., Safafar, H., Mazloomi, M., and Sharifzadeh, Z. 2007. Formulation and laboratory-scale production of low-fat and low-trans fatty acid spreads. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2:1.11-19.
4. Amiryousefi, M.R., and Razavi, S.M. 2013. Viscous Flow Behavior, Microstructure and Physicochemical Characteristics of a Sweet Paste Functional Dessert (Samanu) Made from Germinated Wheat. *Journal of Food Process Engineering*, 36: 3.385-396.
5. Ariza, E.J.S.D., Archila, A.R.B., Solchaga, I.O.S., and Pérez, S.B.M. 2020. Nutritional Composition and Uses of Chia (*Salvia hispanica*) in Guatemala. In *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*. 53:16.2-5.
6. Atik, D.S., Demirci, T., Öztürk, H.İ., Demirci, S., Sert, D., and Akın, N. 2020. Chia Seed Mucilage Versus Guar Gum: Effects on Microstructural, Textural, and Antioxidative Properties of Set-Type Yoghurts. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 63: e20190702.
7. Ayerza, R. 1995. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 72: 1079-1081.
8. Ayerza, R.H., and Coates, W. 2004. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. *Tropical Science*. 44:3.131-135.
9. Borneo, R., Aguirre, A., and León, A.E. 2010. Chia (*Salvia hispanica* L.) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *Journal of the American Dietetic Association*. 110:6.946-949.
10. Çiftçi, D., Kahyaoglu, T., Kapucu, S., and Kaya, S. 2008. Colloidal stability and rheological properties of sesame paste. *Journal of Food Engineering*. 87:3.428-435.
11. Coorey, R., Tjoe, A., and Jayasena, V. 2014. Gelling properties of chia seed and flour. *Journal of food science*. 79:5.859-866.
12. De Falco, B., Amato, M., and Lanzotti, V. 2017. Chia seeds products: an overview. *Phytochemistry Reviews*. 16: 4. 745-760.
13. Dianat, M., Shahidi, F., Taghizadeh, M and Razavi, S.M.A. 2017. Investigation of textural and sensory properties of honey-malt spread. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 64:14.311-326.
14. Emadzadeh, B., Razavi, S.M., and Mahallati, M.N. 2012. Effects of fat replacers and sweeteners on the time-dependent rheological characteristics and emulsion stability of low-calorie pistachio butter: A response surface methodology. *Food and Bioprocess Technology*. 5: 5.1581-1591.
15. Ghaderi, A., Abbasi, S., and Hamidi, Z. 2010. Yoghurt powder production using a microwave-vacuum drier. *Iranian Food Science & Technology Research Journal*, 6: 3. 210-222.
16. Ghanbari, S.E., Khosroshahi, A.A., Mortazavi, A., and Tavakolipour, H. 2012. effect of xanthan gum on textural and rheological properties of Iranian low-fat white cheese. *Iranian journal of food science and technology*. 33:1.45-35.
17. Ghiyasi, F., Majzoobi, M., and Farahnaki, A. 2016. Effect of processed wheat germ on physicochemical and sensory characteristics of milk dessert. *Food Science and Technology*. 13:57.169-183.
18. Ghods Rohani, M., and Rashidi, H. 2019. Improving the characteristics of spreadable processed cheese using Konjac and Xanthan gums. *Journal of Food Processing and Preservation*. 43:12.e14234.
19. Ixtaina, V.Y., Martínez, M.L., Spotorno, V., Mateo, C.M., Maestri, D. M., Diehl, B.W., and Tomás, M.C. 2011. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24:2.166-174.
20. Johnson, J. 2019. Breakfast spreads. In *Reducing Salt in Foods*. Woodhead Publishing series in Food Science, Technology and Nutrition, 2nd Edition., Pp: 255-269.
21. Jooyandeh, H., Rostamabadi, H. and Goudarzi, M. 2019. Effect of psyllium

- husk, basil, and cress seed mucilages on rheological behavior of low-fat chocolate dairy dessert. *Journal of Food Industry Research*. 29:1.83-98.
22. Khorami, M., Hosseini, P.S., and Motamedzadegan, A. 2013. The influence of basil seed gum concentration on the stability, particle size and rheological properties of oil-in-water emulsion stabilized by whey protein isolate. *electronic journal of food processing and preservation*. 5:2.91-114.
 23. Khoshtinat, K., Alvand, A., Zandi, P., Safafar, H., Mazloumi, M.T., and Sharifzadeh Ekbatani, Z. 2008. Sensory evaluation and shelf-life of low-fat and low-trans spreads. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 3:2.13-22.
 24. Lanting, F., Biggel, A.J. and Reckweg, F. 1999. Dairy based spread and process of making, Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office. Pat Num: 5,916,608.
 25. Lee, C.L., Liao, H.L., Lee, W. C., Hsu, C.K., Hsueh, F.C., Pan, J.Q., and Chen, M.J. 2018. Standards and labeling of milk fat and spread products in different countries. *Journal of food and drug analysis*. 26:2.469-480.
 26. Li, Q., Xia, Y., Zhou, L., and Xie, J. 2013. Evaluation of the rheological, textural, microstructural and sensory properties of soy cheese spreads. *Food and bioproducts processing*, 91:4.429-439.
 27. Lopes, B.M., Lessa, V.L., Silva, B.M., and La Cerda, L.G. 2015. Xanthan gum: properties, production conditions, quality and economic perspective. *J. Food Nut. Res.* 54:3.185-194.
 28. Manakla, S. 2019. Effects of xanthan gum on physicochemical and sensory properties in black sesame spreads. *Food and Applied Bioscience Journal*. 7:3.41-52.
 29. Mahrooghi, M., GHODS, R.M., and Rashidi, H. 2018. investigation the effect of storage period on physical, chemical and sensory properties of spreadable process cheese produced with using Konjac Glucomannan gum (KGM) and Xanthan gum (XG). *Iranian journal of food science and technology*. 77: 15.57-67.
 30. Mahrooghi, M., GHODS, R.M., and Rashidi, H. 2017. The effects of hydrocolloids (konjac & xanthan) on textural properties of spreadable process chesse. *Iranian journal of food science and technology*. 68:14.293-306.
 31. Mazaheri-Tehrani, M., Yeganehzad, S., Razmkhah-sharabiani, S., and Amjadi, H. 2009. Physicochemical and sensory properties of peanut spreads fortified with soy flour. *World Applied Sciences Journal*. 7:2.192-196.
 32. Mirmajidi, A., and Abbasi, S. 2012. Effect of wheat cultivar and wheat flour ratio on physicochemical properties of samanoo. *Journal of Agricultural Engineering Research (Iran)*. 13:1.45-56.
 33. Mofid, V., Mousavi, M., Emam-Djomeh, Z., Razavi, S.H., Gharibzahedi, S.M.T., and Jahanbakhsh, F. 2014. Studying the interaction of xanthan gum and pectin with some functional carbohydrates on the rheological attributes of a low-fat spread. *Journal of dispersion science and technology*. 35:8.1106-1113.
 34. Mohammad Alizade Samani, E., and Goli, M. 2019. Optimization of Mayonnaise Formula Using Hazelnut Meal Milk as Egg Yolk Substitute at Various Levels of Xanthan-Guar Gum and Response Surface Methodology. *Iranian Journal Food Science and Technology Research*. 14:3.75-86.
 35. Mortensen, B.K. 2016. Butter and Other Milk Fat Products: Milk fat-based spreads. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2nd Eddition, Pp: 522-527.
 36. Mousazadeh, M., Mousavi, M., Emam-Djomeh, Z., Hadinezhad, M., and Gharibzahedi, S.M.T. 2014. Formulation optimization of pistachio oil spreads by characterization of the instrumental textural attributes. *International Journal of Food Properties*. 17:6.1355-1368.
 37. Nadochii, L.A., Baranenko, D.A., Lu, W., Safronova, A.V., Lepeshkin, A.I., and Ivanova, V.A. 2020. Rheological and physical-chemical properties of yogurt with oat-chia seeds composites. *Agronomy Research*. 18:S3.1816-1828.

38. Nasirpour-Tabrizi, P., Azadmard-Damirchi, S., Hesari, J., Khakbaz Heshmati, M., and Savage, G.P. 2020. Production of a spreadable emulsion gel using flaxseed oil in a matrix of hydrocolloids. *Journal of Food Processing and Preservation*. 44:8. e14588.
39. Nejadmansouri, M., Shad, E., Razmjooei, M., Safdarianghomsheh, R., Delvigne, F., and Khalesi, M. 2020. Production of xanthan gum using immobilized *Xanthomonas campestris* cells: Effects of support type. *Biochemical Engineering Journal*. 15: 157.107554.
40. Niknam, R., Ghanbarzadeh, B., Ayaseh, A., and Rezagholi, F. (2018). Steady shear flow and dynamic rheology of the emulsions containing ultrasound-assisted extracted *Plantago major* seed gum. 15:83. 281-298.
41. Panchal, B., and Bhandari, B. 2020. Butter and Dairy Fat Spreads. P 509-532, In: Truong, T., Lopez, C., Bhandari, B., and Prakash, S. (eds), *Dairy Fat Products and Functionality*, Springer, Cham.
42. Patange, D.D., Patel, A.A., Singh, R.R. B., Patil, G.R., and Bhosle, D.N. 2013. Storage related changes in ghee-based low-fat spread. *Journal of food science and technology*. 50:2. 346-352.
43. Patel, J., Maji, B., Moorthy, N. H. N., and Maiti, S. 2020. Xanthan gum derivatives: review of synthesis, properties and diverse applications. *RSC Advances*. 10:45.27103-27136.
44. Rana, M. 2019. Characterization of CHIA seed flour and wellbeing endorsing possessions. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics*. 8:5.419-426.
45. Rangriz, A., Mortazavi, S.A., Khomeiri, M., and Amiri, S. 2016. Physicochemical, textural, sensory and rheological properties of low-calorie mayonnaise with dairy-based. *Iranian Journal Food Science and Technology Research*. 12: 1.34-48.
46. Razavi, S.M.A., Habibi Najafi, M.B., and Alaei Rouzbahani, Z. 2005. The effect of fat substitutes on the emulsion stability and sensory characteristics of reduced fat sesame paste/date syrup blends (reduced fat Halwa-Ardeh). *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 1:2.1-10.
47. Shahabadi, S., Tavakolipour, H., Mortazavi, S.A., and Raoufi, N. 2015. Effect of carrageenan gum and partial replacement of butter with the sunflower oil on some physicochemical properties of samanu spread during storage. *Journal of Food Industry Research*. 25:3.392-404.
48. Shahidi-Noghabi, M., Naji-Tabasi, S., and Sarraf, M. 2019. Effect of emulsifier on rheological, textural and microstructure properties of walnut butter. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 13:1.785-792.
49. Shakerardekani, A., Karim, R., Ghazali, H.M., and Chin, N.L. 2013. Textural, rheological and sensory properties and oxidative stability of nut spreads. *International journal of molecular sciences*, 14:2.4223-4241.
50. Steffolani, E., De la Hera, E., Pérez, G., and Gómez, M. 2014. Effect of Chia (*Salvia hispanica*. L) Addition on the Quality of Gluten-Free Bread. *Journal of Food Quality*. 37:5.309-317.
51. Sworn, G. 2021. Xanthan gum. In *Handbook of hydrocolloids*. Woodhead Publishing series in Food Science, Technology and Nutrition, 3rd Edition, Pp: 833-853.
52. Tanti, R., Barbut, Sh., and Marangoni, A.G. 2016. Oil stabilization of natural peanut butter using food grade polymers, *Food Hydrocolloids*. 1:61.399-408.
53. Zhao, Q., Zhao, M., Yang, B., and Cui, C. 2009. Effect of xanthan gum on the physical properties and textural characteristics of whipped cream. *Food Chemistry*. 116: 3.624-628.
54. Zheng, H. 2019. Introduction: measuring rheological properties of Foods. P 3-30, In: Joyner, H. (eds), *Rheology of Semisolid Foods*, Springer, Cham.

