مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هفتم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱، صفحات ۴۲-۳۱

بررسی اثر دو گونه صمغ کتیرا بر برخی ویژگی‌های رئولوژیک، فیزیکی و حسی نوشیدنی شیر خرما

مریم کشتکاران[۱]، محمد امین محمدی فر[۲]، غلامحسین اسدی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم وصتایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. پست الکترونیکی: mohamadif@ut.ac.ir
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: شهد خرما افزودنی مغذی و بومی مناسبی برای طعم‌دار کردن شیر است. در این تحقیق، برخی ویژگی‌های رئولوژیک، فیزیکی و حسی شیر خرمای تهیه شده با استفاده از سه غلظت مختلف از دو گونه کتیرا به عنوان جایگزینی برای هیدروکلوئیدهای وارداتی جهت بهبود ویژگی‌های حسی نوشیدنی مورد نظر بررسی شد.

مواد و روش‌ها: ویژگی‌های رئولوژیک نمونه‌های شیر خرمای تهیه شده با سه غلظت ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳درصد (وزنی/ وزنی) کتیرای به دست آمده از دو گونه گون (*آستراگالوس راهنسیس A.R* و *آستراگالوس گوسیپینوس A.G*) در دمای ۳°C در سه دوره زمانی (روزهای اول، دوم و سوم پس از تولید) توسط دستگاه رئومتر، توزیع اندازه ذرات با استفاده از تکنیک تفرق نور لیزر، رنگ‌سنجی توسط دستگاه اسپکترومتر انعکاسی و ارزیابی حسی با استفاده از روش هدونیک ۵ طبقه و ۲۵ ارزیاب نیمه‌حرفه‌ای بررسی شد.

یافته‌ها: غلظت صمغ بر شاخص‌های توصیف‌کننده رفتار جریانی نمونه‌ها، اندازه ذرات و شاخص‌های توصیف‌کننده رنگ (*b، *a و *L) اثر معنی‌داری داشت و شدت این اثر تحت تأثیر نوع صمغ بود. نتیجه ارزیابی حسی مشخص کرد که نمونه‌های حاوی ۰/۳٪ صمغ کتیرا گونه *آستراگالوس راهنسیس* و نمونه‌های حاوی ۰/۲٪ صمغ کتیرا گونه *آستراگالوس گوسیپینوس* بالاترین مطلوبیت را داشتند.

نتیجه‌گیری: استفاده از نوع و غلظت مناسب صمغ کتیرا در فراورده شیر خرما با تأثیر بر رفتار جریانی محصول به ایجاد بافت و احساس دهانی مطلوب منجر می‌شود.

واژگان کلیدی: شیرخرما، شهد خرما، صمغ کتیرا، رئولوژی، ارزیابی حسی

• مقدمه

امروزه، مصرف شیر و فراورده‌های آن به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه جوامع انسانی مطرح است و همبستگی بالایی بین مصرف فراورده‌های لبنی و سطح سلامتی افراد جامعه به لحاظ کارآیی و ضریب هوشی، میزان ابتلا به بیماری‌های عفونی و تنظیم فعالیت‌های متابولیکی بدن، کاهش فشار خون، جلوگیری از ابتلا به سرطان کولون و پیشگیری از پوکی استخوان وجود دارد (۱). در این میان، نوشیدنی‌های لبنی بخش عمده ای از محصولات لبنی را به خود اختصاص داده و به دلیل اهمیت تغذیه‌ای آن‌ها مورد توجه ویژه قرار دارند.

استفاده از افزودنی‌های مجاز در نوشیدنی‌های لبنی به منظور ایجاد عطر، طعم و رنگ‌های گوناگون برای تأمین سلیقه‌های گروه‌های مختلف مصرف‌کنندگان به افزایش مصرف این دسته از محصولات به ویژه در میان کودکان منجر شده است (۲). استفاده از افزودنی‌های با منشاء طبیعی و ویژگی‌های تغذیه‌ای مناسب، مورد توجه کارشناسان قرار دارد. استفاده از طعم‌های میوه، رنگ‌ها و موادی همچون کاکائو و عسل در تولید شیرهای طعم‌دار متداول است (۴، ۳). استفاده از شهد خرما در تولید نوشیدنی طعم‌دار شیرخرما در مقایسه با محصولات مشابهی نظیر شیر کاکائو باعث می‌شود تا علاوه بر بهبود خواص تغذیه‌ای شیر، مقدار مصرف شکر در محصول نیز کاهش یابد. خرما میوه‌ای مغذی حاوی قندهای قابل هضم مانند گلوکز، ساکارز و فروکتوز (۷۰٪)، فیبرهای رژیمی، مقادیر کمی پروتئین و چربی،

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

ویتامین هایی مثل B_1، B_2 و اسید فولیک است. بخش گوشتی خرما نیز غنی از آهن، کلسیم، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و دیگر ترکیبات فعال از نظر زیستی است (۶، ۵).

شهد خرما یا عسل خرما عبارت است از عصاره شیره خرما که مواد کلوئیدی و قسمت عمده مواد رنگی آن گرفته شده و به صورت یک آب‌میوه شیرین، طلایی رنگ با طعمی شبیه کارامل به صورت غلیظ و شبیه عسل در آمده باشد (۸، ۷). میانگین ترکیب شیمیایی شهد خرما با درجه بریکس ۸۲ به صورت ۱۶/۵ ٪ رطوبت، ۱/۴۵ ٪ پروتئین، ۳۸/۲ ٪ گلوکز، ۳۹/۴ ٪ فروکتوز و ۱/۶ ٪ خاکستر گزارش شده است (۹).

استفاده از هیدروکلوئیدهایی مثل کاراگینان، زانتان، پکتین، آلژینات، گوار، کتیرا و انواع دیگر صمغ درمواد غذایی متفاوت و به ویژه نوشیدنی‌ها به منظور افزایش گرانروی یا به دست آوردن قوام، پایداری، جلوگیری از دو فاز شدن، ایجاد بافت، خصوصیات حسی و احساس دهانی مطلوب متداول است (۱۲- ۱۰). معمولا افزودن غلظت‌های متفاوت از هیدروکلوئیدهای مختلف به نوشیدنی‌ها باعث افزایش گرانروی و تغییر رفتار جریانی از نیوتنی به غیرنیوتنی می‌شود. اصولا هیدروکلوییدها با افزایش گرانروی فاز پیوسته یا از طریق میان‌کنش با سایر اجزاء باعث پایداری کینتیکی سامانه می‌شوند (۱۴، ۱۳). در این بین، در خصوص نوشیدنی‌های لبنی میان‌کنش بین پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها اهمیت خاصی دارد و توسط محققان بررسی شده است (۱۲، ۱۱). فاکتورهای متعددی مثل قدرت یونی، pH، نسبت پروتئین به پلی‌ساکارید و غلظت کل تأثیر مهمی بر ترمودینامیک سیستم و در نهایت، ویژگی‌های عملکردی آن دارند (۱۵). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که پلی‌ساکاریدهای مختلف با ساختار متفاوت به لحاظ وزن ملکولی، درجه انشعاب و طول شاخه‌های جانبی، نوع و میزان بار و گروه‌های عاملی با سازوکار متفاوت و البته با کیفیت متفاوت در سامانه‌های نوشیدنی‌های لبنی در ویژگی‌های جریانی و پایداری آن‌ها تغییر ایجاد می‌کنند (۱۲- ۱۰).

صمغ کتیرا هیدروکلوئید طبیعی و بومی ایران است که از بوته گیاه *آستراگالوس* گرفته می‌شود. این تراوه خشک شده طبیعی به عنوان یک هیدروکلوئید با کیفیت، در فهرست GRAS (Generally Recognized As Safe) قرار دارد (۱۷، ۱۶). کتیرا از دو بخش اصلی، یکی محلول در آب (تراگاکانتیک اسید) و یکی بخش نامحلول در آب (باسورین) تشکیل شده است، هر جزء ویژگی‌های رئولوژیک متفاوتی دارد (۱۸). گزارشات نشان می‌دهند که کتیرای به دست آمده از گونه‌های مختلف گون از ویژگی‌های عملکردی متفاوت و منحصر به فردی برخوردار است (۱۹). به طور مثال، *قربانی* و همکاران نشان دادند که در میان انواع مختلف کتیرا تنها کتیرای به دست آمده از گونه *گوسیپینوس* قادر به پایدارسازی دوغ بود (۲۰). در نوشیدنی‌های لبنی اسیدی کمپلکس‌های پروتئین- پلی‌ساکارید بین کازئین با بار مثبت و هیدروکلوئیدهای آنیونی نظیر پکتین، کتیرا و کربوکسی‌متیل‌سلولز ایجاد می‌شود (۱۲، ۱۱). در حالی که در نوشیدنی‌های لبنی با حدود pH خنثی پل‌هایی بین گروه‌های سولفات پلی‌ساکاریدها با گروه‌های کاتیونی مانند کلسیم یا گروه‌های کربوکسیل پروتئین‌ها و گروه‌های سولفات پلی‌ساکاریدها سبب ایجاد کمپلکس می‌شوند. گزارش شده است که در pHهای بالاتر از نقطه ایزوالکتریک به دلیل وجود پچ‌های (patchs) با دانسیته بار بالا یا با ویژگی خاص مثل حضور گروه‌های هیدروفوب، تشکیل پیوند و ایجاد ساختار اتفاق می‌افتد (۲۳- ۲۱).

ویژگی‌های رئولوژیک از مهم‌ترین ویژگی‌های نوشیدنی‌ها محسوب می‌شوند. این ویژگی‌ها از یک سو بر پذیرش مصرف‌کنندگان تأثیر مستقیم دارند و از سوی دیگر، اطلاعات به دست آمده از آزمون‌های رئولوژیک در موارد گوناگون نقش ویژه‌ای ایفا می‌کنند: طراحی دستگاه‌ها و تجهیزات مانند پمپ‌ها، لوله‌ها و مخلوط‌کن‌ها، تنظیم شاخص‌های فرایند مثل دما و زمان حرارت‌دهی، کشف تقلبات و کنترل کیفیت، در تعیین ماندگاری محصول و در فرمولاسیون و تولید محصولات جدید با ویژگی‌های عملکردی خاص. هم‌چنین، از این ویژگی‌ها برای بررسی تأثیر عوامل مؤثر بر فرایند و محصول نظیر دما، زمان، فشار دور همزن و تأثیر افزودنی‌ها یا انوع تیمارها و ترتیب اِعمال آن‌ها بر کیفیت محصول به طور وسیعی استفاده می‌شود.

در این بین، میان‌کنش بین ذرات و تغییر توزیع اندازه ذرات از شاخص‌های مهم مؤثر بر ویژگی‌های رئولوژیک است (۲۴). با توجه به اهمیت محصول شیر خرما و فقدان اطلاعات در مورد استفاده از پایدارکننده و قوام‌دهنده کتیرا بر قابلیت پذیرش محصول، بهترین فرمولاسیون با اندازه‌گیری و مقایسه ویژگی‌های حسی تابعی از نوع و غلظت صمغ به عنوان هدف اول تعیین شد. سپس تعیین ویژگی‌های رئولوژیک و شاخص‌های توصیف‌کننده اندازه ذرات به منظور تعیین سازوکارهای مربوط و هم‌چنین،

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

توصیف ویژگی‌های محصول تولیدی و ارائه شاخص کاربردی مفید به عنوان هدف دوم این تحقیق مد نظر قرار گرفت.

• مواد و روش‌ها

تولید شیر خرما: شیر خرما با استفاده از شیر، شهد خرما، کتیرا و شکر تولید شد. شیر مصرفی با ۲/۵ درصد چربی از *کارخانه شیر پگاه*، شهد خرما با بریکس ۷۲° و دانسیته ۱/۳۵ از *کارخانه پارس هژیر جنوب* توسط *کارخانه شیر پگاه* فراهم شد. دو نوع صمغ کتیرای ایرانی از دو گونه گون مختلف *(آستراگالوس گوسیپینوس)*، *(آستراگالوس راهنسیس)* با کمک کارشناسان منابع طبیعی از استان‌های مختلف ایران تهیه و پودر صمغ با مش ۲۰۰ تا ۵۰۰ میکرون در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت.

کلیه مراحل تهیه شیر خرما در پایلوت *کارخانه شیر پگاه* انجام شد. ۴۵۰ میلی‌لیتر شیر ۲/۵ درصد چربی و ۵۰ گرم شهد خرما به همراه ۱۰ گرم شکر مخلوط شد.برای تولید غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد صمغ کتیرا به ترتیب مقادیر ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم کتیرا به مخلوط حاصل اضافه و اختلاط با استفاده از میکسر معمولی انجام شد. مخلوط حاصل تا ۴۰°C گرم و سپس در فشار ۱۸۰ بار توسط هموژنیزاتور APV (ساخت دانمارک) هموژن شد. در نهایت، محصول در درجه حرارت ۷۵°C به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه و تا درجه حرارت ۱۰°C طی مدت ۵ دقیقه سرد شد. سپس محصول شیر خرما در بسته‌های ۱۰۰ گرمی بسته‌بندی شد و به آزمایشگاه انتقال یافت.

آزمون‌های رئولوژیک: آزمون‌های رئولوژیک با استفاده از دستگاه رئومتر Physica MCR 301 ساخت شرکت *Anton paar* (اتریش) مجهز به سیستم تنظیم دما peltier plate با حساسیت ±۰/۰۱ و سیرکولاتور آب انجام شد. با توجه به رقیق بودن دیسپرسیون به منظور توسعه اندازه‌گیری تا نرخ برش‌های پایین مطابق استاندارد DIN 54453 از ژئومتری استوانه هم‌محور دوگانه به ارتفاع ۴۰ میلی‌متر و قطرهای به ترتیب از داخل به خارج ۲۷/۵۹، ۲۴/۶۶، ۲۳/۸۲ میلی‌متر استفاده شد. در همه آزمایش‌ها جهت جلوگیری از تبخیر، نمونه‌ها توسط تله حلال پوشانده شدند. به منظور اطمینان از سابقه برش یکسان، همه نمونه‌ها به مدت ۲۰s تحت نرخ برش $50 s^{-1}$ قرار گرفتند. پس از آن به منظور دستیابی به تعادل دمایی و برگشت ساختار به حالت اولیه معادل ۱ دقیقه به نمونه‌ها استراحت داده شد. نمونه‌های شیر خرما در دمای ۳°C و در فواصل زمانی روز اول، دوم و سوم پس از تولید مورد آزمایش قرار گرفتند. آزمون پایا در محدوده نرخ برش $0/1 s^{-1}$ تا ۱۰۰۰ انجام شد. سپس به منظور توصیف رفتار جریانی مدل قانون توان ($\dot{\gamma}^n$) بر داده‌های تجربی برازش داده شد و ضریب قوام و اندیس جریان تعیین شد. آزمون‌های روبش کرنش در محدوده کرنش (٪) ۰/۱تا ۱۰۰۰ و فرکانس ۱ Hz به منظور تعیین محدوده خطی انجام و در نهایت کرنش ثابت ۱ درصد برای آزمون‌های بعدی انتخاب شد. آزمون روبش فرکانس در محدوده فرکانس ۱۰۰ Hz تا ۰/۰۱ و کرنش ثابت ۱ درصد انجام شد (۲۵).

اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات: توزیع اندازه ذرات نمونه‌های شیرخرما در دمای اتاق به وسیله دستگاه اندازه‌گیری اندازه ذرات (مدل Malvern master sizer Hydro S 2000 ، ساخت انگلستان) تعیین و نتایج به صورت: میانگین حجمی قطر، میانگین سطحی قطر، میزان پراکندگی ذرات حول میانگین به وسیله تعیین Span :

$$\text{Span}= \frac{d(0.9)- d(0.1)}{d(0.5)}$$

و Uniformity (یکنواختی)، گزارش شد. در این روابط n_i تعداد ذرات با قطر d_i و V_i: حجم تعداد ذرات مابین دو قطر معین است.

d(0.9) : قطری که حجم ذرات کوچک‌تر از آن ۹۰٪ حجم کل ذرات موجود در سیستم را تشکیل می‌دهد.

d(0.5) : قطری که حجم ذرات کوچک‌تر از آن ۵۰٪ حجم کل ذرات موجود در سیستم را تشکیل می‌دهد.

d(0.1) : قطری که حجم ذرات کوچک‌تر از آن ۱۰٪ حجم کل ذرات موجود در سیستم را تشکیل می‌دهد (۲۶).

رنگ‌سنجی: مقادیر *b، *a و *L نمونه‌های شیر خرما توسط دستگاه Color-eye 7000A reflectan spectrophotometer تعیین و مقادیر به صورت میانگین سه بار تکرار گزارش شد. روش اندازه‌گیری دستگاه انعکاسی، دارای طول موج ۳۶۰ تا ۷۵۰ نانومتر و فاصله ۱۰ نانومتر، روشنایی D۶۵ و زاویه بصری ۱۰° است. در این آزمون از شاخص‌های *b، *a و *L جهت بیان رنگ محصول استفاده شد. *L شاخص روشنایی است که مقدار ۱۰۰ برای نمونه کاملاً سفید و صفر برای نمونه کاملاً سیاه در نظر گرفته می‌شود.. شاخص *a کیفیت قرمز- سبز رنگ را نشان می‌دهد. مقادیر مثبت، قرمزی و مقادیر منفی، سبزی را نشان

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

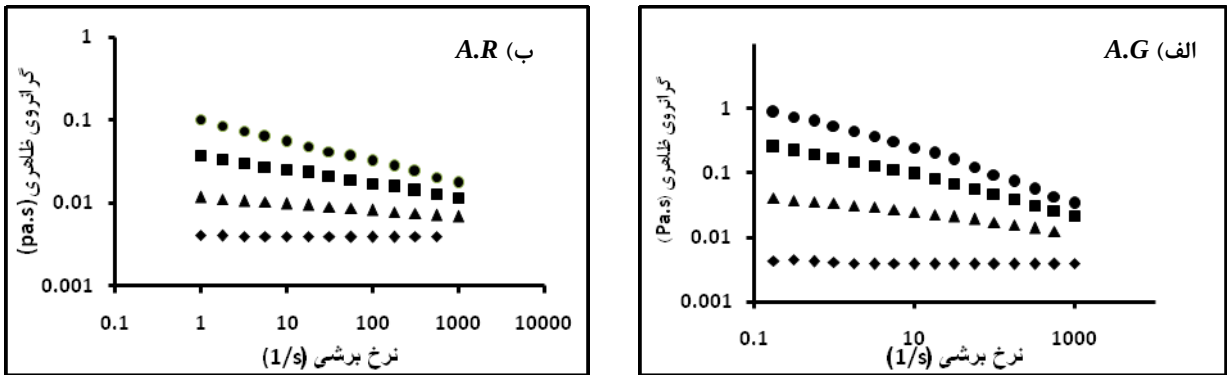
می‌دهد. *b معرف کیفیت زرد- آبی است و مقادیر مثبت، زردی و مقادیر منفی، آبی بودن را نشان می‌دهند (۲۷).

آزمون حسی: شش نمونه شیر خرما در چهار چوب آزمون هدونیک پنج طبقه‌ای توسط ۲۵ ارزیاب نیمه آموزش دیده ارزیابی شدند. در این آزمون ظاهر، رنگ، بو، قوام و طعم مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای هر مورد امتیازدهی از ۱ تا ۵ انجام شد. (۱= غیر قابل قبول، ۲= نسبتاً رضایت‌بخش، ۳= متوسط، ۴= خوب و ۵= عالی) (۲۸).

تجزیه و تحلیل آماری: جهت گزارش اطلاعات به دست آمده از تکرار آزمایش‌ها و مشاهدات (۳ تکرار) از شاخص‌های میانگین و SD (انحراف معیار) استفاده شد. به منظور توصیف داده‌های تجربی به دست آمده از آزمون‌های رئولوژیک پایا از روش رگرسیون استفاده شد. کیفیت برازش مدل رگرسیونی با محاسبه R^2 (ضریب همبستگی) وSD و با استفاده از نرم‌افزار *رئوپلاس* تعیین شد. برای بررسی معنی‌داری اثر فاکتورها بر صفات مورد اندازه‌گیری از آزمون آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین صفاتی که اثر تیمارها بر آن‌ها معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. به منظور تعیین معنی‌داری تفاوت بین نتایج ارزیابی حسی، آزمون فریدمن و برای مقایسه نتایج به دست آمده آزمون کروس کالوالیس به کار رفت. کلیه داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری $SPSS_{16}$ تجزیه و تحلیل شدند. برای گزارش همبستگی بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده، آزمون پیرسون به کار گرفته شد.

• یافته‌ها

ویژگی‌های رئولوژیک پایا: گرانروی ظاهری به عنوان تابعی از نرخ برش برای نمونه‌های شیر خرمای حاوی غلظت معین از گونه مشخص کتیرا به همراه نمونه شاهد بدون کتیرا در نمودار ۱ نشان داده شده است. تمام نمونه‌های حاوی صمغ‌های به دست آمده از گون‌های گونه *A.R* و *A.G* در تمامی محدوده نرخ برشی، گرانروی بیشتری نسبت به نمونه بدون کتیرا نشان دادند. این اختلاف در نرخ برش‌های پایین مشهودتر بود. شاخص‌های به دست آمده از برازش مدل قانون توان بر نمودارهای جریانی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داند که ضریب قوام و اندیس جریان نمونه‌ها با افزایش غلظت صمغ به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابند. تأثیر سه زمان نگهداری (روزهای اول، دوم و سوم پس از تولید) بر گرانروی ظاهری نمونه‌های حاوی *A.R* و *A.G* (نمودار ۲) نشان داد که گذشت زمان باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار در گرانروی ظاهری نمونه‌ها در هیچ یک از نرخ‌های برشی مورد مطالعه نشده است.



نمودار۱. اثر غلظت کتیرا بر وابستگی گرانروی ظاهری به نرخ برش در نمونه‌های شیر خرما در دمای ۳ °C

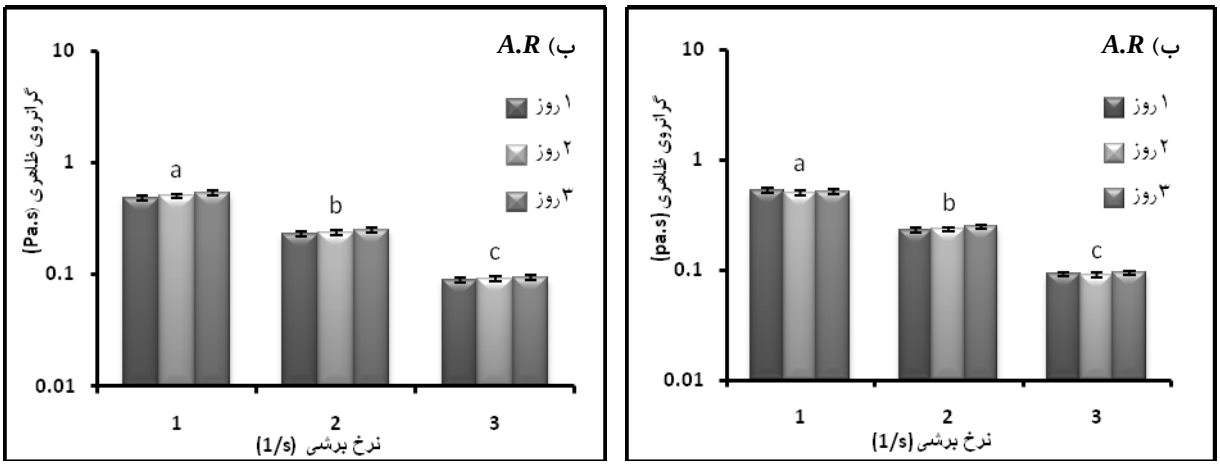
♦: (۰٪)، **▲:** (۰/۱٪) ، **■:** (۰/۲٪) ،**●:** (۰/۳٪)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

جدول ۱. شاخص‌های وابسته به مدل پاورلا برای نمونه‌های شیر خرما با دو گونه کتیرا

گونه	*A.rahensis*				*A.gossypinus*			
غلظت صمغ(٪)	$m(Pa.s^n)$	n	R^2	SD	$m(Pa.s^n)$	n	R^2	SD
۰	^{d}۰/۰۰۴	^{a}۱/۰۲۳	۰/۹۹	۰/۰۰۲۳	^{d}۰/۰۰۴	^{a}۱/۰۲۳	۰/۹۹	۰/۰۰۲۳
۰/۱	^{c}۰/۰۱۲	^{b}۰/۹۲	۰/۹۹	۰/۰۰۰۴۸	^{c}۰/۰۳۵	^{b}۰/۸۵	۰/۹۹	۰/۰۰۱۱
۰/۲	^{b}۰/۰۳۶	^{c}۰/۸۳	۰/۹۹	۰/۰۰۲۶	^{b}۰/۱۶۱	^{c}۰/۷۴	۰/۹۹	۰/۰۱۴
۰/۳	^{a}۰/۰۹۵	^{d}۰/۷۶	۰/۹۹	۰/۰۰۳۸	^{a}۰/۵۱۷	^{d}۰/۶۵	۰/۹۹	۰/۰۶۱

حروف کوچک متفاوت در هر ستون برای هر گونه نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ است.



نمودار۲. اثر زمان بررفتار جریانی در نمونه‌های شیر خرما با غلظت ۰/۳ درصد کتیرا در دمای ۳°C

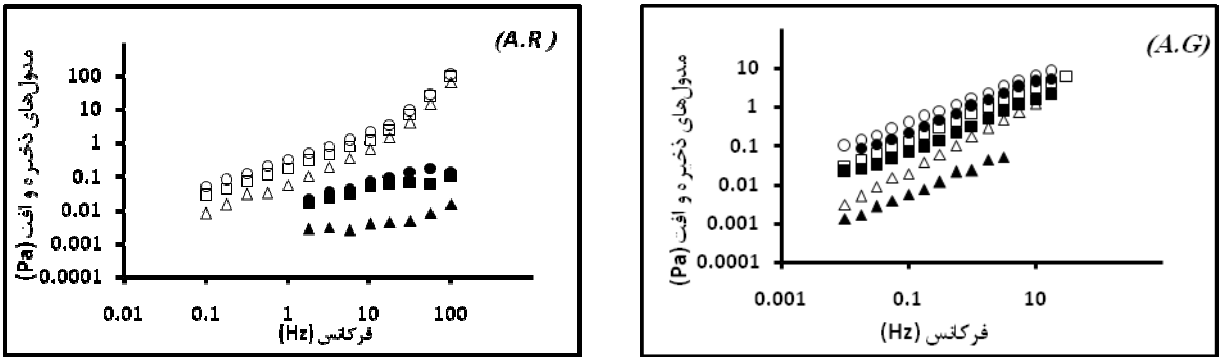
اعداد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب نرخ برش‌های ۱، ۱۰و ۱۰۰(1/s) است.

ویژگی‌های رئولوژیک نوسانی: مدول‌های ذخیره و افت، تانژانت افت و گرانروی کمپلکس تابع فرکانس برای نمونه‌های حاوی دو گونه کتیرا *A.G* و *A.R* در نمودارهای ۳-الف، ۳-ب و ۳-ج ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که برای همه تیمارها مقادیر مدول‌های الاستیک و ویسکوز به فرکانس وابسته است و در تمام محدوده فرکانس مورد مطالعه مقدار مدول الاستیک بزرگ‌تر از مدول ویسکوز بود. از سوی دیگر نتایج نشان می‌دهد که مقادیر تانژانت افت تنها برای نمونه‌های حاوی غلظت‌های بالا ازصمغ *A.G* روند مستقل از فرکانس نشان دادند و در سایر موارد یک روند افزایشی تابع فرکانس برای تانژانت افت مشاهده شد. مقایسه اثر غلظت صمغ بر پارامترهای توصیف‌کننده ویژگی‌های ویسکوالاستیک نمونه‌ها نیز نشان داد که با افزایش غلظت صمغ از ۰/۱ تا ۰/۳ درصد مدول‌های ذخیره، مدول افت و گرانروی کمپلکس افزایش یافت، ولی تانژانت افت کاهش یافت. از سوی دیگر مقادیر گرانروی کمپلکس با افزایش فرکانس کاهش یافت و این وابستگی به فرکانس برای غلظت‌های بالاتر صمغ به خصوص صمغ *A.R* بیشتر بود.

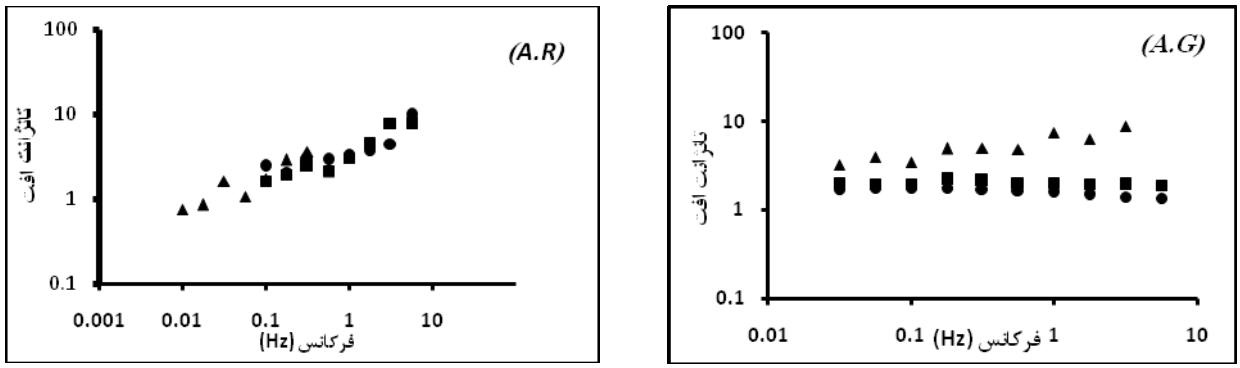
توزیع اندازه ذرات: اطلاعات مربوط به توزیع اندازه ذرات نمونه‌های شیر خرما در حضور و عدم حضور صمغ کتیرا و دیسپرسیون‌های صمغ کتیرای گونه‌های *A.R* و *A.G* در جدول ۲ نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که با افزودن صمغ *A.R* به نمونه مقادیر $d(0.5)$، $d(0.1)$، $D_{(3,2)}$ افزایش و بقیه پارامترها کاهش یافته است. لازم به ذکر است که افزایش مقدار صمغ از ۰/۱به ۰/۳ تأثیر معنی‌داری بر پارمترهای $d(0.5)$، $d(0.1)$، $D_{(3,2)}$ نداشت. از سوی دیگر، افزودن صمغ *A.G* موجب افزایش شدید و معنی‌دار کلیه پارامترهای مذکور بجز $d(0.1)$ شد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

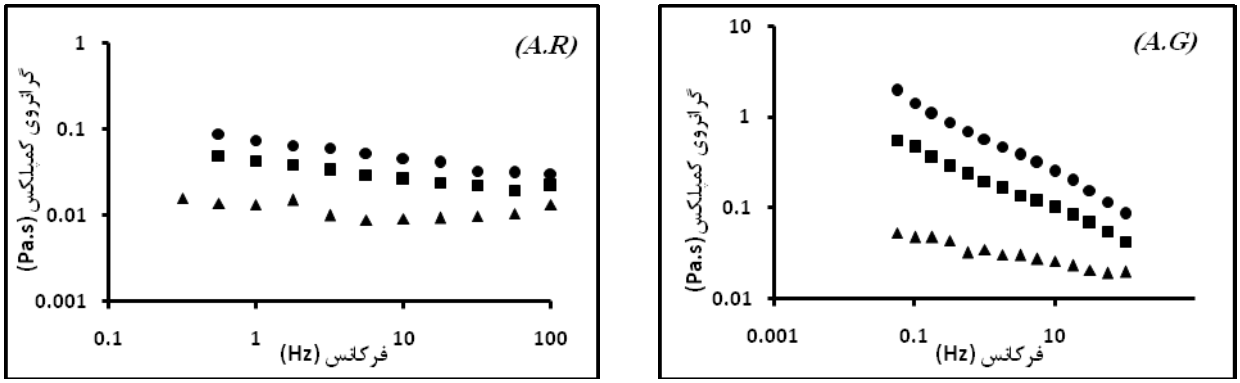
الف)



ب)



ج)



نمودار۳. اثر غلظت کتیرا بر الف) مقادیر مدول‌های ذخیره و افت تابع فرکانس (Hz) (مدول ذخیره علائم توپر و مدول افت علائم توخالی ب) وابستگی تانژانت افت به فرکانس ، ج) گرانروی کمپلکس تابع فرکانس برای نمونه شیر خرما در دمای ۳°C درجه سانتیگراد و کرنش ۱٪

▲: (۰/۱٪) ، ■: (۰/۲٪) ،●: (۰/۳٪)

جدول۲. توزیع اندازه ذرات در نمونه‌های شیر خرما

گونه	*A.R*				*A.G*			
غلظت(٪)	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳
شاخص								
D(3, 2)	^{b}۱/۳۴۶	^{a}۲/۳۶۱	^{a}۲/۳۷۸	^{a}۲/۳۴۴	^{d}۱/۳۴۶	^{c}۲/۲۲۵	^{b}۲/۵۰۸	^{a}۲/۸۷۸
D(4, 3)	^{a}۱۸/۱۶۷	^{d}۱۴/۵۸۸	^{c}۱۵/۷۳۹	^{b}۱۶/۱۹۸	^{d}۱۸/۱۶۷	^{c}۲۶/۱۰۶	^{b}۳۵/۳۰۳	^{a}۷۴/۴۵۶
$d_{(0.1)}$	^{b}۰/۶۷۳	^{a}۱/۱۵۸	^{a}۱/۱۵۴	^{a}۱/۱۱۹	^{b}۰/۶۷۳	^{a}۱/۱۱۱	^{a}۱/۱۴۷	^{a}۱/۲۲۵
$d_{(0.5)}$	^{b}۱/۴۶۰	^{a}۲/۹۰۱	^{a}۲/۸۹۵	^{a}۲/۸۵۴	^{d}۱/۴۶۰	^{c}۲/۶۵۲	^{b}۳/۱۱۸	^{a}۳/۷۲۱
$d_{(0.9)}$	^{b}۳۳/۸۱۹	^{d}۱۶/۸۶۹	^{c}۳۱/۲۱۷	^{a}۴۳/۹۴۸	^{d}۳۳/۸۱۹	^{c}۳۹/۳۸۵	^{b}۱۵۲/۶۲۰	^{a}۲۱۰/۹۶
span	^{a}۲۲/۷۰۶	^{d}۵/۴۱۶	^{c}۱۰/۳۸۵	^{b}۱۵/۰۰۸	^{c}۲۲/۷۰۶	^{d}۱۴/۴۳۰	^{b}۴۸/۲۵۶	^{a}۵۶/۳۶۸
uniformity	^{a}۱۱/۸	^{d}۴/۴۲	^{c}۴/۸۳	^{b}۵/۰۷	^{b}۱۱/۸	^{d}۹/۲۲	^{c}۱۰/۷	^{a}۱۹/۵

اعداد داخل جدول میانگین سه تکرار است و مقدار SD در بیشترین حالت کمتر از ۳٪ است.

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف برای هر گونه نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

رنگ‌سنجی: پارامترهای رنگ سنجی نمونه‌های حاوی مقادیر مختلف کتیرا در جدول۳ نشان داده شده است. نتایج مشخص کرد که افزودن صمغ سبب کاهش کلیه پارامترهای توصیف کننده رنگ (*b، *a و *L) می‌شود و *b بیشترین حساسیت را نسبت به افزایش صمغ نشان داد.

ارزیابی حسی: نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌ها (جدول ۴) نشان داد که در کلیه ویژگی‌های مورد آزمون تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها وجود داشت. بالاترین امتیاز ارزیابی کلی به نمونه‌های حاوی ۰/۲٪ صمغ *A.G* و ۰/۳٪ صمغ *A.R* تعلق گرفت. نمودار ۴ نشان می‌دهد که بین افزایش گرانروی ظاهری و نتیجه ارزیابی کلی همبستگی مثبت و رابطه غیرخطی وجود دارد.

جدول۳. شاخص‌های رنگ (L* a* b*) نمونه‌های شیر خرما

گونه	*A.R*			*A.G*		
شاخص / غلظت صمغ(٪)	L*	a*	b*	L*	a*	b*
۰	^{a}۵۴/۵۳	^{a}۳/۵۴	^{a}۱۷/۰۵	^{a}۵۴/۵۳	^{a}۳/۵۴	^{a}۱۷/۰۵
۰/۱	^{b}۵۲/۰۱	^{b}۲/۸۵	^{b}۱۳/۲۰	^{b}۵۱/۳۱	^{b}۳/۰۶	^{b}۱۳/۹۵
۰/۲	^{c}۵۰/۲۷	^{b}۲/۸۹	^{b}۱۳/۵۹	^{c}۴۷/۵۴	^{d}۲/۴۷	^{c}۱۱/۲۴
۰/۳	^{c}۵۰/۷۲	^{b}۲/۸۹	^{b}۱۳/۴۴	^{d}۴۴/۴۸	^{c}۲/۹۹	^{d}۱۰/۰۱

اعداد داخل جدول میانگین سه تکرار است و مقدار SD در بیشترین حالت کمتر از ۳٪ است.

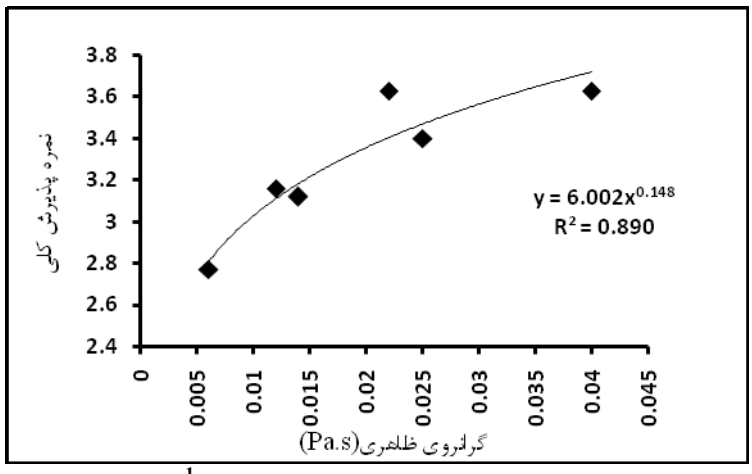
حروف کوچک متفاوت در هر ستون برای هر گونه نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ است.

جدول۴. ارزیابی حسی نمونه‌های شیر خرما

گونه	*A.R*			*A.G*		
غلظت(٪) / شاخص	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۱	۰/۲	۰/۳
ظاهر	^{c}۲/۴	^{b}۳/۵۶	^{a}۳/۶۸	^{c}۲/۶	^{a}۳/۸۸	^{b}۳/۶۸
طعم	^{c}۳/۰۴	^{b}۲/۹۲	^{a}۳/۵۲	^{a}۳/۷۲	^{b}۳/۴۱	^{b}۳/۴۱
بو	^{b}۳/۱۶	^{c}۲/۹۶	^{a}۳/۴	^{a}۳/۲۸	^{b}۳/۱۲	^{b}۳/۱۶
قوام	^{b}۲/۷۲	^{a}۳/۲۱	^{a}۳/۸	^{b}۳/۵۲	^{a}۳/۹۲	^{a}۳/۹۶
رنگ	^{c}۲/۵۲	^{b}۳/۰۴	^{a}۳/۷۶	^{c}۲/۷۲	^{a}۳/۸۴	^{b}۳/۶۴
ارزیابی کلی	^{d}۲/۷۷	^{c}۳/۱۴	^{a}۳/۶۳	^{c}۳/۱۷	^{a}۳/۶۳	^{b}۳/۴۱

اعداد داخل جدول میانگین سه تکرار است و مقدار SD در بیشترین حالت کمتر از ۳٪ است.

حروف کوچک متفاوت در هر ستون برای هر گونه نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ است.



نمودار۴. رابطه ارزیابی حسی با گرانروی ظاهری(در سرعت برش $50\ s^{-1}$) نمونه‌های شیرخرما

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

• بحث

ویژگی‌های رئولوژیک پایا: افزودن۰/۳٪ صمغ *A.G* و *A.R* به ترتیب باعث افزایش ۱۴۳ و ۲۴ برابر در گرانروی ظاهری نمونه‌ها در نرخ برش S^{-1} ۱ شد. این افزایش با تغییر رفتار جریانی نمونه‌ها از حالت نیوتنی به سودوپلاستیک همراه بود. اصولا پلی‌ساکاریدهای بلند زنجیر حاوی گروه‌های آب‌دوست فراوان با جذب مقادیر بالایی از ملکول‌های آب، قابلیت کاهش تحرک فاز آبی و افزایش و گرانروی محصول را دارند. ساختار بلند زنجیره اصلی و جهت یافتن آن طی هم زدن، خود دلیلی برای وابستگی مقدار گرانروی به نرخ برش است. تفاوت دو نوع صمغ به کار رفته در این مطالعه در افزایش گرانروی و نیز میزان وابستگی آن به نرخ برش را می‌توان به تفاوت در وزن ملکولی و ساختار شیمیایی این دو نوع صمغ نسبت داد. از سوی دیگر، میان‌کنش صمغ با پروتئین‌های موجود در سیستم نیز می‌تواند مسئول ایجاد ساختارهای جدید در محصول باشد (۲۰، ۱۹). با افزایش نرخ برش، این ساختار تحت تأثیر قرار گرفته و گرانروی کاهش می‌یابد. همان‌طور که در جدول۱ ملاحظه می‌شود، در مقایسه با گونه *A.R* افزایش غلظت صمغ از ۰/۱٪ به ۰/۳٪ در گونه *A.G* کاهش اندیس جریان را تا ۱/۱۷ برابر به همراه داشته است. مطالعات پیشین درباره ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی صمغ کتیرای به دست آمده از شش گونه گون ایرانی نشان دادند که انواع مختلف کتیرا نسبت‌های متفاوتی از اجزای محلول و نامحلول (کم محلول) دارند. کتیرای گونه *A.G* بیشترین میزان جزء کم محلول (۷۰٪) و مقدار اورونیک اسید و فوکوز را داشت، ولی دارای مقدار ناچیز آرابینوز بود. در مقابل، کتیرای گونه *A.R* دارای ۵۰٪ جزء کم‌محلول، کمترین میزان فوکوز و اسید اورونیک و بالاترین میزان آرابینوز بود. محققان با استناد به نتایج به دست آمده معتقدند گونه *A.R* دارای وزن ملکولی کمتر و شاخه‌های جانبی بیشتر است (۲۹). در مطالعه دیگری مشخص شد دیسپرزیون ۰/۳٪ صمغ کتیرا به دست آمده از گون گونه *آستراگالوس گوسیپینوس* در حضور و عدم حضور نمک دارای ضریب قوام بیشتر و اندیس جریان کمتر نسبت به گونه *آستراگالوس راهنسیس* است. این مطلب نیز نتایج قبلی درباره وزن ملکولی و نوع ساختار را تأیید می‌کند (۱۹). مطالعات پیشین نشان دادند که افزودن غلظت‌های اندک صمغ‌هایی مانند: پکتین، زانتان، گوار، صمغ لوبیای لوکاست، ژلاتین و کاراگینان به منظور پایداری نوشیدنی‌های لبنی اسیدی و غیر اسیدی موجب افزایش گرانروی ظاهری و رفتار جریانی مشابه می‌شود (۳۲-۳۰). مطابق با تحقیق *قربانی* و همکاران در زمینه اثر انواع مختلف کتیرا بر پایداری دوغ مشخص شد که وجود مقادیر بالاتر جزء کم‌محلول در گونه *A.G* با افزایش گرانروی فاز پیوسته و جزء محلول نیز از طریق میان‌کنش با پروتئین‌های شیر و با سازوکار پایداری استریک و جلوگیری از جمع شدن ذرات باعث پایداری می‌شوند (۲۰). اصولا کاهش تغییرپذیری، معیاری از افزایش کیفیت است و توجه به مسئله ثبات رفتار جریانی در خصوص یک محصول برای تولید آن محصول، مثبت تلقی می‌شود. نتایج به دست آمده در زمینه ثبات رفتار جریانی نمونه‌های شیر خرمای حاوی صمغ کتیرا در دوره‌های زمانی نشان می‌دهد، مدت زمان نگهداری بر قوام محصول تأثیری ندارد. این مطلب مشابه یافته‌های *yanes* و همکاران در مورد نمونه‌های شیر کاکائو بود. این محققان با بررسی وابستگی گرانروی به زمان چند نمونه شیر کاکائوی پایدار شده با هیدروکلوئیدهای متفاوتی مانند: کاراگینان، گوار و کربوکسی متیل سلولز نشان دادند که نمونه‌های شیرکاکائو با گذشت زمان رفتار جریانی یکسان دارند و ضرایب قوام و اندیس جریان به دست آمده تفاوت معنی‌داری ندارند (۳۳).

ویژگی‌های رئولوژیک ناپایا: مقایسه اثر غلظت صمغ برطیف مکانیکی به دست آمده از آزمون روبش فرکانس نشان می‌دهد که مدول ذخیره و مدول افت با افزایش غلظت از ۰/۱٪ تا ۰/۳٪ افزایش می‌یابد. این نکته تشکیل پیوندهای با ماهیت ویسکوز و هم‌چنین، پیوندهای با قابلیت ذخیره انرژی بین گروه‌های کاری (functional groups) پلی‌ساکاریدها با یکدیگر و با اجزای نوشیدنی شیر خرما را نشان می‌دهد. در همه موارد، مقادیر مدول افت بیش از مدول ذخیره بود (میزان تانژانت افت بالاتر از یک) و به این ترتیب، کلیه نمونه‌ها به عنوان مایع ویسکوالاستیک معرفی می‌شوند. به علاوه، الگوی به دست آمده برای طیف مکانیکی و وابستگی هر دو مؤلفه ویسکوز و الاستیک به فرکانس نیز نشان‌دهنده رفتار مایعات رقیق است. مقایسه نمودارهای روبش فرکانس برای نمونه‌های شیر خرمای حاوی صمغ گونه‌های *A.G* و *A.R* نشان می‌دهد که هر دو نمونه، هم از نظر مقادیر مدول‌های ویسکوز و الاستیک و هم از نظر الگوی به دست آمده برای طیف مکانیکی یکسان نیستند. نمونه‌های حاوی گونه *A.G* در کل محدوده فرکانس مورد مطالعه دارای

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

مدول‌های ویسکوز و الاستیک بیشتری بودند و با توجه به نمودارهای مربوط به تانژانت افت می‌توان نتیجه گرفت که وابستگی مدول افت به فرکانس در مقایسه با وابستگی مدول ذخیره به فرکانس در نمونه‌های حاوی صمغ کتیرای گونه *A.R* بیشتر است. با توجه به این که اصولاً در خصوص سیالات رقیق و مونودیسپرز وابستگی بیشتر مولفه الاستیک به فرکانس رفتار مورد انتظار است، می‌توان نتیجه گرفت که افزودن صمغ کتیرا به نمونه‌ها موجب افزایش پلی‌دیسپرزیتی ذرات شده است. بررسی مقادیر تانژانت افت نیز نشان داد که با افزایش غلظت هر دو گونه صمغ کتیرا این شاخص کاهش یافت. این موضوع، نشان دهنده روند ایجاد ساختار با تغییر ساختار محصول از مایع ویسکوالاستیک به سمت جامد ویسکوالاستیک است. برای سیستم‌های رقیق پلیمری مونودیسپرز با توجه به این که در فرکانس‌های پایین سرعت نوسان از سرعت آرمیدگی ملکول‌های موجود کمتر است، نمونه‌ها بیشتر رفتار مایع از خود بروز می‌دهند. با افزایش فرکانس، زمان آزمون از زمان ریلکس شدن ملکول‌ها کوتاه‌تر و در نتیجه، میزان افزایش مدول الاستیک شدیدتر می‌شود و رفتار نمونه به سمت جامد ویسکوالاستیک میل می‌کند (مقدار تانژانت افت کاهش می‌یابد). به این ترتیب، عدم وابستگی تانژانت افت به فرکانس در این مطالعه می‌تواند به حضور ذرات با اندازه‌های مختلف (ذرات با زمان ریلکس شدن متفاوت) در سیستم مربوط شود.

قربانی و همکاران تأثیر گونه‌های مختلف کتیرا بر پایدار سازی دوغ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققان در خصوص تأثیر نوع و غلظت صمغ روند مشابهی را با نتایج مطالعه حاضر نشان داد. الگوی به دست آمده برای طیف مکانیکی حاصل از روبش فرکانس به وجود ذرات بزرگ جزء نامحلول کتیرا نسبت داده شد. این محققان پایداری بیشتر در حضور کتیرای گونه *A.G* را به تشکیل کمپلکس‌های محلول پروتئین و جزء محلول کتیرا و افزایش گرانروی فاز پیوسته توسط جزء نامحلول کتیرا نسبت دادند (۲۱). بررسی نمودارهای ۳- الف، ۳- ب و۳- ج نشان می‌دهد که به طور کلی نمونه‌های حاوی صمغ کتیرای گونه *A.G* دارای مقادیر بالاتر مدول‌های افت و ذخیره و گرانروی کمپلکس و مقادیر پایین‌تر برای تانژانت افت هستند. با توجه به این نتایج مشخص می‌شود که صمغ کتیرای گونه *A.G* توانایی بیشتری در جهت ایجاد ساختار در محصول دارد.

توزیع اندازه ذرات: بررسی نتایج توزیع اندازه ذرات نشان داد که میانگین سطحی و حجمی و پلی‌دیسپرزیتی اندازه ذرات در نمونه‌های حاوی کتیرای گونه *A.G* بزرگ‌تر از گونه *A.R* است. از سوی دیگر، اندازه ذرات نمونه شیر خرمای بدون کتیرا در مقایسه با هر دو نمونه دارای کتیرا کوچک‌تر است. در خصوص نمونه شیر خرمای بدون صمغ با در نظر گرفتن اختلاف زیاد میانگین سطحی و حجمی و در نتیجه بالا بودن میزان پلی‌دیسپرزیتی که با مقادیر بالای *uniformity* (یکنواختی) و *span* (پراکندگی حول محور میانگین) همراه است و با توجه به تفاوت فاحش *d(0.5)* با *d(0.9)* می‌توان نتیجه گرفت که بخش عمده ذرات در این سیستم قطر کمتر از ۲ میکرون دارند؛ اما در این بین، تعداد اندکی ذرات با قطر بسیار بزرگ‌تر نیز وجود دارند. از آن جا که میانگین حجمی *D(4,3)* به حضور ذرات بزرگ بسیار حساس است، مقدار آن در مقایسه با میانگین سطحی *D(3,2)* بسیار بزرگ‌تر است. این ذرات بزرگ می‌توانند باقی‌مانده‌هایی از خرما و پوسته آن در شیره خرمای مصرفی باشند.

با افزودن صمغ کتیرای گونه *A.R* به محصول با توجه به اندازه بزرگ این ذرات به صورت معمول باید مقدار *D(4,3)* افزایش می‌یافت، ولی برعکس، مقدار آن دچار کاهش شد و از طرفی مقدار *D(3,2)* کمی افزایش یافت. از سوی دیگر، با افزایش غلظت صمغ *d(o.1)* و*d(0.5)* تغییر معنی‌داری نشان ندادند، ولی *d(0.9)* تا حدود ۴۳ میکرون افزایش یافت. روند مشابهی در حضور صمغ کتیرای گونه *A.G* نیز مشاهده شد. مقادیر *D(4,3)* و *d(0.9)* با افزایش غلظت این نوع صمغ افزایش شدیدتری نشان دادند. با توجه به نتایج و نگاهی به مطالعات قبلی در خصوص ویژگی‌های ساختاری گونه‌های کتیرا و بررسی‌های انجام شده در مورد تأثیر کتیرا در پایداری نوشیدنی دوغ (۴- pH=۳/۹) می‌توان نتیجه گرفت که بخشی از کتیرا (احتمالا جزء نامحلول) با پروتئین‌های موجود در نوشیدنی شیر خرما واکنش داده و بخش دیگر باعث افزایش گرانروی سیال شده است که در این میان، بزرگ‌تر بودن اندازه ذرات کتیرای گونه *A.G* و بالاتر بودن سهم جزء نامحلول در آن به افزایش قابل توجه *D(4,3)* و*d(0.9)* منجر شده است. *قربانی* و همکاران تفاوت ویژگی‌های رئولوژیک نمونه‌ها را نیز به حضور ذرات با اندازه‌های مختلف و پلی‌دیسپرزیتی متفاوت آن‌ها در نمونه‌ها نسبت دادند (۲۱).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

رنگ‌سنجی: نتایج به دست آمده درخصوص شاخص‌های توصیف کننده رنگ (*b، *a و *L) تأثیر معنی‌دار غلظت برای نمونه‌های حاوی هر دو گونه *A.R* و *A.G* را نشان داد. شکل و اندازه ذرات و میزان همگن بودن و نوع ساختار (در مورد مایعات، بیشتر میزان قوام) از عوامل مؤثر بر رنگ محصول محسوب می‌شوند. با توجه به همبستگی موجود بین غلظت صمغ و شاخص‌های توصیف‌کننده اندازه، ضریب قوام و رنگ و تفاوت بین اندازه ذرات در نمونه‌های حاوی دو نوع صمغ می‌توان نتیجه گرفت کاهش شاخص‌های مذکور در محصول به دلیل وجود کتیرا و هم‌چنین میان‌کنش پلی‌ساکاریدهای مربوط با پروتئین‌ها باعث تأثیر بر تفرق نور و در نهایت ایجاد تفاوت در رنگ می‌شود (۳۴).

ارزیابی حسی : نمونه شیر خرمای حاوی غلظت ۰/۲٪ گونه *A.G* از نظر ظاهر بیشترین مطلوبیت را نسبت به سایر نمونه‌ها داشت. بهترین طعم مربوط به نمونه دارای غلظت ۰/۱٪ گونه *A.G* و مطلوب‌ترین قوام و رنگ به نمونه‌های ۰/۲٪ و۰/۳٪ گونه *A.G* اختصاص یافت. پذیرش کلی برای دو نمونه حاوی غلظت ۰/۳٪ گونه *A.R* و غلظت ۰/۲٪ گونه *A.G* نسبت به نمونه‌های دیگر تفاوت معنی‌داری داشت و امتیاز بالاتری را نشان دادند. با وجود این، میزان مصرف کمتر گونه *A.G* و قیمت پایین‌تر گونه *A.R* باید در نظر گرفته شود. به نظر می‌رسد، افزایش گرانروی بیشترین تأثیر را بر ویژگی‌های مورد ارزیابی و پذیرش کلی دارد. اما همان طور که در نمودار ۴ نشان داده شده است، افزایش گرانروی تا حد معینی می‌تواند باعث افزایش امتیاز پذیرش کلی شود. از آن‌جا که بدون وجود تفاوت معنی‌دار دراندازه ذرات، نتایج متفاوتی برای پذیرش کلی در نمونه‌های حاوی گونه *A.R* به دست آمده است، به نظر می‌رسد که اندازه ذرات سازوکار تعیین‌کننده در پذیرش نیست. با وجود این، افزایش امتیاز پذیرش با افزایش اندازه ذرات در نمونه های حاوی گونه *A.G* می‌تواند به دلیل اثر وجود ذرات بزرگ بر افزایش گرانروی باشد.

• References

1. Teimouri Yansary A. Milk production and processing. Sari: Avaye Masih, 2006 [in Persian].
2. Yanes M, Duran L, Costell E. Rheological and optical properties of commercial chocolate milk beverages . J Food Eng 2001; 51: 229-34 .
3. Huang HY, Ying-Chieh S, Yun-Chieh C. Determining eight colorants in milk beverages. J. Chromatogr. 2002; 959(1-2):317-325.
4. Gatade AA, Ranveer RC, Sahoo AK. Phsico-chemical and sensorial characteristics of chocolate prepared from soymilk. Adv. J. Food Sci & Tech. 2009; 1(1): 1-5.
5. Ismail B, Haffar I, Baalbaki R, Henry J. Development of a total quality scoring system based on consumer preference weightings and sensory profiles: application to fruit dates (Tamr). Food Qual Preference 2001; 12:499-506.
6. Al-Farsi M, Alasalvar C, Al-Abid M, Al-Shoaly K, Al-Amry M, Al-Rawahy F. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. Food Chem 2006; 104:943-7.
7. Elleuch M, Besbes S, Roiseux O, Blecker C, Deroanne C, Drira NE et al . Dates flesh: chemical composition and characteristics of the dietary fiber. Food Chem 2008; 111: 676-82 .
8. Ashraf Jahani A. Date, life fruit. Tehran: Agriculture Sciences, 2002 [in Persian]
9. Hobani A.L. Rheological Behaviors of Date- water Concentrates. J Food Eng 1998; 36: 349-57.
10. Al-Hooti SN, Sidhu JS, AL-Saqer JM, Al-Othman A. Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulose enzyme treatment . Food Chem 2002; 79:215-20.
11. Grindrod J, Nickerson TA. Effect of various gums on skimmilk and purified milk proteins. J Dairy Sci 1968; 51(6): 834-41.
12. Everett DW, McLeod RE. Interactions of polysaccharide stabilizers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. Int Dairy J 2005; 15(11): 1175-85.
13. Hansen PMT. Food hydrocollods: structures, properties and functions. In: Nishinri K, Doi E, editors. Food hydrocolloids in the dairy industry. New York: Plenum Press; 1993; 211-24.
14. Yaseen EI, Herald TG, Aramouni FM, Alavi S. Rheological properties of selected gum solutions. Food Res Int 2004; 38:111-19.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

15. Weinbreek F. Whey protein/ polysaccharide coacervates: structure and dynamics [dissertation]. Netherlands Utrecht University; 2004.

16. Imeson A. Thickening and gellhng agent for food. 2nd ed. London: Spriger; 1999.

17. Anderson DMW. Evidence for the safety of gum tragacanth (Asiatic Astragalus spp.) and modern criteria for the evaluation of food additives. Food Addit Contam 1989; 6(1): 1-12.

18. Mohammadifar MA, Musavi SM, Kiumarsi A, Williams PA. Solution properties of targancanthin (water-soluble part of gum tragacanth exudate from Astralus gossypinus). Int J Biol Macromol 2005; 38: 31-9.

19. Balaghi S, Mohammadifar MA, Zargaraan A. Physicochemical andrheological characterization of gum tragacanth exudates from six spieces of Iranian Astragalus. Food Biophys 2010; 5(1): 59-71.

20. Ghorbani Gorji E, Mohammadifar MA, Ezzatpanah H. Influence of three types of Iranian tragacanths on rheological properties and stabilization of fat-free doogh, an Iranian yoghurt drink. Nutr Sci & Food Tech 2010; 6(2): 31-42.

21. Tijssen RLM, Canabady- Rochelle LS, Mellema M. Gelation upon Long storage of milk drinks with carrageenan. J Dairy Sci 2007; 90:2604-11.

22. Langendorff V, Cuvelier G, Michon C, Launay B, Parker A, De kruif CG. Effects of carrageenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures. Food Hydrocoll 1999; 14(2000): 273-80.

23. Spanguolo PA, Dalgleish DG, Goff H.D, Morris ES. Kappa-carrageenan interactions in systems containing casein micelles and polysaccharide stabilizers. Food Hydrocoll 2004; 19(2005): 371-7.

24. Steffe JF. Rheological methods in food process engineering. Second ed. United State of America: Freeman Press; 1996.

25. Mezger TG. The rheology handbook for users of rotational and oscillatory rheometers. 2nd ed. Hannover: Vincentz Network; 2006.

26. McClements D. Food emulsions: principles, practices, and techniques. Florida: CRC; 2005.

27. Lindon J.C, Tranter G.E, Koppenaal. Encyclopedia of spectroscopy and spectrometry. Second ed. Colorimetry, Theory; p. 340-2. Academic Press. 2000.

28. *Watts*, BM, Ylimaki GL, Jeffery LE, Elias LG. Basic sensory method for food evaluation international development research center. Canada. Translated by Gazizadeh M. Razeghi SA: National Nutrition and Food Technology Research Institute. 1989 [in Persian].

29. Balaghi S, Mohammadifar MA, Zargaraan Gavalighi HA, Mohammadi M. Compositional analysis and rheological characterization of gum tragacanth exudates from six spieces of Iranian Astragalus. Food Hydrocoll 2011; 1-10.

30. Lo CG, Lee KD, Richter RL, Dill CW. Influence of guar gum on the distribution of some flavor compounds in acidified milk products. J Dairy Sci 1995; 79: 2081-2090

31. Paraskevopoulou A, Athanasiadis I, Blekas G, Koutinas AA, Kanellaki M, Kiosseoglou V. Influence of polysaccharide addition on stability of a cheese whey kefir-milk mixture. Food Hydrocoll 2003; 17:615-620.

32. Kianni H. Mousavi SMA, Emam-Djomeh Z. Rheological properties of yoghurt drink, doogh. Int J Dairy Sci 2008; 3(2):71-7R.

33. Yanes M, Duran L, Costell E. Effect of hydrocolloid type and concentration on flow behavior and sensory properties of milk beverages model systems. Food Hydrocoll 2002; 16(6): 605-11.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

The effect of two types of Iranian gum tragacanth on some rheological, physical and sensory properties of date milk beverage

*Keshtkaran M[1], Mohammadifar MA[*2], Asadi Gh.M[3]*

1- M.Sc. in Food Science & Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

2- [*]Corresponding author: Associate prof, Dept. of Food Science and Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. E-mail: Mohamdif@ut.ac.ir

3- Assistant prof, Dept. of Food Science and Technology Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Received 30 Jan, 2012 **Accepted 14 May, 2012**

Background and Objective: Date syrup, as a native and nutritious additive, is one of the best choices for milk flavoring. In this study, some of the rheological, physical and sensory properties of date milk made from three different concentrations of two types of Iranian gum tragacanth, as a substitute for imported gums, were determined.

Materials and Methods: Rheological properties of samples of date milk containing three different concentrations (0.1%, 0.2%, 0.3% w/w) of two types of gum tragacanth (*Astragalus.gossypinus and Astragalus.rahensis)* were measured using a rheometer at 3°C, and at three different time periods (one, two and three days) after production. Particle size distribution was determined by laser diffractometry, and colorimetric assays were done by using reflection spectrometer. Sensory analysis was performed by 25 semi trained panelists, using a 5-point hedonic scale.

Results: Findings showed that flow behavior parameters, particle size and color parameters (L*, a*,b*) were significantly affected by concentration of the gum tragacanth and the impact severity was influenced by the type of gum. Based on sensory evaluation, samples containing 0.3% *A.gossypinus* and 0.2% *A.rahensis* showed higher desirability than others.

Conclusion: Using an appropriate type and concentration of gum in date milk formulation can improve the milk texture and mouthfeel by affecting the particle size and flow behavior.

Keywords: Date milk, Date syrup, Gum tragacanth, Rheology, Sensory evaluation

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]