بررسی تاثیر غلظت، دما، پ هاش و سرعت چرخشی روی رفتار جریان محلول صمغ کتیرای ایرانی

سلیمان عباسی[1*]، سمیه رحیمی[2]

۱- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

در این پژوهش ویژگیهای رئولوژیکی صمغ کتیرای ایرانی نوع نواری در پنج غلظت (۱ تا ۵ گرم در لیتر)، شش دما (۵ تا ۵۵ درجه سانتیگراد با فاصله‌های ده درجه‌ای)، سه سطح پ هاش (٤، ۷ و ۱۰) و نوزده سطح سرعت چرخشی (تا ۲۰۰ دور بر دقیقه) مورد ارزیابی قرار گرفت. در ابتدا گرانروی ظاهری محلول صمغ کتیرا در سه غلظت (۱، ۳ و ۵ گرم در لیتر) به‌مدت ۲۸ ساعت در فاصله‌های زمانی ۲ ساعته اندازه‌گیری شد یافته‌ها نشان دادند که میزان گرانروی ظاهری با گذشت زمان تقریبا ثابت بوده و عامل خیساندن تاثیر معناداری روی گرانروی ظاهری محلول صمغ کتیرا ندارد. در ضمن، با در نظر گرفتن محدوده گشتاوری توصیف شده برای دستگاه گرانروی‌سنج (ویسکومتر) مورد استفاده، اثر متغیرهای گفته شده روی گرانروی ظاهری با سه تکرار در هر آزمون مورد سنجش قرار گرفت. در غلظتهای پائین (۱ و ۲ گرم در لیتر)، با افزایش سرعت چرخشی مقدار گرانروی ظاهری تقریبا ثابت بوده و محلول رفتار نیوتنی (Newtonian) داشت ولی در غلظتهای بالاتر (۳ تا ۵ گرم در لیتر)، به دلیل رفتار شبه‌پلاستیکی (Pseudoplastic) با افزایش سرعت چرخشی مقدار گرانروی ظاهری کاهش یافت، در کلیه تیمارها، افزایش غلظت صمغ سبب افزایش گرانروی ظاهری و افزایش دما باعث کم شدن گرانروی ظاهری گردید. در بیش‌تر آزمونها، پ هاش محلول تاثیر قابل توجهی روی گرانروی ظاهری نشان نداد. هم‌چنین، با استفاده از رابطه‌های ریاضی سرعت چرخشی به سرعت برشی (shear rate) تبدیل و یافته‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند.

کلیدواژگان: صمغ کتیرا، رئولوژی، گرانروی ظاهری، رفتار جریان

۱- مقدمه

دانش رئولوژی کاربردهای فراوانی در زمینه‌های مختلف صنایع غذایی مانند ارزیابی فرآیند، مقبولیت فرآورده و خرید و فروش آن دارد [۱]. رفتار جریان مواد غذایی طی فراوری در اثر تغییر شدید در قوام و ترکیب ماده در اثر عملیاتی مانند مخلوط کردن، حرارت دادن، سرد کردن، ترکیب کردن، هوادهی، همگن کردن، بلوری کردن و مانند آنها تغییر می‌نماید [۲]. در این راستا، گرانروی[1] یک عامل مهم برای ارزیابی کیفیت در اغلب مواد به‌ویژه صمغ کتیرا بوده و بر رفتار آن به‌عنوان تثبیت کننده، امولسیون کننده و یا سوسپانسیون کننده موثر است. گرانروی ظاهری صمغ کتیرا بستگی به درجه خلوص، ویژگیهای شیمیایی و منبع استخراج آن داشته به‌طوری‌که گرانروی ظاهری محلول یک درصد آن بین ۱۰۰ تا ۳۵۰۰ سانتی‌پواز (cP) یا میلی پاسکال ثانیه (mPa·s) متغیر می‌باشد [۳]. گرانروی خود نیز بستگی به عاملهایی مانند طبیعت فیزیکی–شیمیایی ماده، دما، فشار، سرعت برشی،

* مسؤول مکاتبات: E-mail: sabbasifood@modares.ac.ir

1. Viscosity

Archive of SID

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

www.SID.ir

غلظت و زمان دارد [٤ و ٥]. گزارش شده که گرانروی ظاهری محلول صمغ کتیرا پس از ٢٤ ساعت در دمای ٢٥ درجه سانتی‌گراد، یا ٨ ساعت در ٤٠ درجه سانتی‌گراد و یا ٢ ساعت در ٥٠ درجه سانتی‌گراد به بیش‌ترین حد خود می‌رسد. در ضمن محلول کتیرا بیش‌ترین گرانروی ذاتی را در پ هاش ٨ داشته اما بالاترین گرانروی ظاهری ثابت آن در پ هاش ٥ دیده می‌شود [٣].

گیاهان جنس *Astragalus* گیاهانی علفی به صورت بوته‌های چوبی خاردار و یا عاری از خار می‌باشند که صمغ کتیرا[1] از گونه‌های بوته مانند و دارای ساقه‌های چوبی آن، که اصطلاحا گون نامیده می‌شوند، به‌دست می‌آید و در کشورهای ایران، سوریه، ترکیه و برخی نقاط دیگر از قاره آسیا می‌رویند [٦]. برای تهیه صمغ کتیرا، پای بوته را به عمق ٥ تا ٢٠ سانتی‌متر گود کرده، سپس به‌وسیله چاقوی مخصوصی ساقه گیاه را به‌صورت مورب شکاف می‌دهند. بوته به مدت ٢٤ تا ٤٨ ساعت به حال خود رها شده و پس از این مدت، صمغهای تراوش شده جمع‌آوری می‌شوند [٧]. در روش درجه‌بندی ایرانی، صمغهای کتیرا را به نوارهای شماره ١، ٢، ٣، ٤ و ٥ ، مخلوط نوارها و پرک شماره ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٣١، ٥٥، ١٠١ و ١٠٢ هم‌چنین ذرات ریز و مواد باقی‌مانده از غربال تقسیم‌بندی می‌کنند. انواع نواری ١و ٤ و مخلوط نوار و پرک ٢٧، ٢٨ و ٥٥ از لحاظ تجارتی بیش‌ترین مصرف و خریدار را دارند. در ضمن، صمغی که پس از حل شدن در آب، بیش‌ترین گرانروی، مناسب‌ترین رنگ و کم‌ترین بار میکروبی را دارا باشد، باکیفیت‌ترین صمغ تلقی می‌گردد [٣]. گون (آستراگالوس) اغلب در مناطق گرم و خشک و کوهستانی رشد می‌کند و بیش از ١٠٠ گونه آستراگالوس در ایران یافت می‌شود و ایران بهترین صمغ کتیرا را در جهان تولید می‌کند [٨، ٩ و ٣]. با این که بیش از ٢٠٠٠ گونه درختچه‌های گون وجود دارد ولی بیش‌ترین میزان تولید و خرید و فروش صمغ کتیرا مربوط به دوگونه *Astragalus gummifer Labill* و *Willd* *Astragalus microcephalus* می‌باشد. صمغ کتیرا مخلوط پیچیده‌ای از پلی‌ساکاریدهای کم اسید بوده که دارای مقدار کمی پروتئین، نشاسته و مواد سلولزی است [٣]. بسپار[2] اسیدی کتیرا همان اسید تراگاکانتیک یا باسورین[3] است که حدود ٦٠ تا ٧٠ درصد وزن کل صمغ را تشکیل می‌دهد و به‌صورت مخلوطی از نمکهای Ca^{2+}, Mg^{2+} و K^{+} وجود داشته و نامحلول در آب است، قسمت خنثی آن هم تراگاکانتین نامیده می‌شود که محلول در آب می‌باشد [٦]. صمغ کتیرا توسط اداره غذا و داروی ایالات متحده امریکا جزو مواد غذایی GRAS دسته‌بندی شده است و کاربردهای عمده آن در صنعت غذا به‌عنوان پوشش دهنده سالاد، سسها، فرآورده‌های نانوایی، فرآورده‌های قنادی، پرکننده‌ها، نوشیدنیهای غیرالکلی، ژله‌ها، دسرها، ادویه‌ها، چاشنیها و مواد طعم‌دهنده اشاره کرد [٣].

با توجه به بررسیهای نگارندگان، در طول دو دهه گذشته چندین پژوهش در رابطه با کتیرا انجام شده از آن جمله، در پژوهشی میزان گرانروی ظاهری صمغ کتیرای تجارتی ایران گونه *Astragalus microcephalus* با یک نمونه صمغ کتیرای تجارتی مورد مطالعه قرار گرفته است [١٠]. در پژوهش دیگری نیز ساختار شیمیایی صمغ کتیرای گونه *Astragalus gummifer* از لحاظ اجزای نامحلول (اسید تراگاکانتیک) و محلول در آب (تراگاکانتین) بررسی شده که بخش محلول از طریق روش رسوب‌گیری جزبه‌جز به اجزای پلی‌ساکاریدی تفکیک و هر یک از اجزای چندقندی (پلی‌ساکاریدی) به‌طور جداگانه آبکافت اسیدی شده و تک‌قندیهای (مونوساکاریدهای) حاصله به‌کمک HPLC جداسازی و شناسایی شدند [١١]. هم‌چنین، کیومرثی و همکاران ویژگیهای رئولوژیکی و ساختاری صمغ کتیرای گونه *Astragalus microcephalus* تهیه شده از استان فارس را مورد بررسی قرار دادند [١٢]. در پژوهش دیگری، از

1. Gum Tragacanth

2. Polymer
3. Bassorin

Archive of SID
www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

صمغ کتیرا برای تولید ریزکپسول (کوآسرویت) استفاده شد و تاثیر عاملهایی مثل پ هاش، غلظت و گرانروی کتیرا در شکل‌گیری، اندازه، و نظم دیواره ریزکپسول بررسی شد [۱۳]. اخیرا نیز اثر افزودن صمغ کتیرا و چند هیدروکلوئید دیگر روی ویژگیهای رئولوژیکی چندین نوع سس کچاپ بررسی شد و یافته‌ها حکایت از تاثیر تمامی هیدروکلوئیدها روی قوام نمونه‌های کچاپ داشتند [۱٤].

علی‌رغم اهمیت و کاربردهای گسترده صمغ کتیرا در صنایع مختلف به‌ویژه صنعت غذا و تولید مرغوب‌ترین نوع آن در ایران، متاسفانه تاکنون بررسی چندانی در مورد ویژگیهای رئولوژیکی آن صورت نپذیرفته است. بنابراین، در این پژوهش سعی شد تا تاثیر عاملهای فیزیکی- شیمیایی مانند دما، سرعت چرخشی، پ هاش و غلظت روی رفتار جریان محلول صمغ کتیرای ایرانی نوع نواری مورد بررسی قرار گیرد.

۲- مواد و روشها

۲-۱- پودر کتیرا

کتیرا از نوع نواری، با ظاهری شفاف متمایل به زرد کم‌رنگ از فروشگاههای سنتی (عطاری) خریداری شد. سپس به‌وسیله آسیاب برقی کن وود سری اف.پی ٦۹۰ (Kenwood LTD, UK) آسیاب گردید. آنگاه مخلوط آسیاب شده از الک آزمایشگاهی پارس- بابک :ASTME 11 با مش ۳۰ عبور داده شد تا بخش پودر مانند آن از دانه‌های درشت‌تر جدا گردند، سپس پودر حاصله برای انجام آزمایشهای بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۲- تهیه بافر

نظر به‌این‌که پ هاش آب مقطر در اثر اضافه کردن پودر کتیرا تغییر می‌کند. لذا، برای تثبیت پ هاش و تهیه بافر از ترکیبی به‌نام ایمیدازول با خلوص ۹۹ درصد (Sigma– Aldrich Chem., Germany) استفاده شد. با توجه به اطلاعات موجود، تصور می‌شود این ترکیب تاثیری روی ویژگیهای صمغ کتیرا نداشته باشد. با این فرض، از کم‌ترین غلظت ممکن این ترکیب (۰/۰۵ گرم در هر لیتر آب مقطر) برای تهیه بافرهایی با پ هاش ٤، ۷ و ۱۰ استفاده گردید. البته برای تنظیم پ هاش بسته به مورد از اسید کلریدریک و یا سود (Merck, Germany) نرمال یا ۰/۵ نرمال استفاده شد.

۲-۳- تهیه محلولهای صمغ کتیرا

مقادیری از پودر کتیرا متناسب با غلظتهای ۱ الی ۵ گرم در لیتر به‌کمک ترازوی دقیق مدل ٦۱۱۰ (Tecator) با دقت ۰/۰۰۱ وزن شدند. چون هنگام حل کردن پودر کتیرا در آب سرد، کلوخه‌های ریزی ایجاد می‌شوند که سطح این کلوخه‌ها با ایجاد موانعی از تر شدن بخشهای درونی جلوگیری می‌کند. لذا، بهترین راه حل برای جلوگیری از این مشکل مخلوط کردن تدریجی و یکنواخت می‌باشد . بدین منظور با استفاده از دستگاه همزن مغناطیسی مدل ۳۰۰۱k (Heidolph, Germany) ، پودر کتیرا به‌طور تدریجی و پیوسته به بافرهای با پ هاش ٤، ۷ و ۱۰ اضافه شد و مخلوطها تا دست‌یابی به محلولی شفاف و یکدست هم‌زده شدند. از آن‌جایی‌که مطابق توصیه‌های عمومی محلولهای هیدروکلوئیدی معمولا پس از یک شب ماندن به مقدار بیشینه گرانروی خود می‌رسند لذا، در این پژوهش تمامی نمونه‌ها پس از یک شب (حدود ۱٦ ساعت) نگه‌داری در دمای اتاق مورد آزمایش قرار گرفتند.

۲-٤- تنظیم پ هاش

پس از سپری شدن زمان خیساندن، دوباره پ هاش هر یک از نمونه‌ها به کمک دستگاه پ هاش سنج مدل ۷٤٤ متروم (Metrohm, France) اندازه‌گیری شد تا از ثابت بودن پ هاش طی مدت آزمون اطمینان حاصل شود.

Archive of SID

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

www.SID.ir

۲-۵- اندازه‌گیری گرانروی ظاهری

گرانروی ظاهری نمونه‌ها با استفاده از دستگاه گرانروی‌سنج برنامه‌پذیر بروکفیلد مدل +RVDV-II (Brookfield Engineering Laboratories. Inc. USA) و دوک شماره ۲ اندازه‌گیری شد. در ابتدا مقداری نمونه، تا رسیدن به خط نشانه دوک، درون بشر ۶۰۰ میلی لیتری DURAN (Schott) منتقل شد. سپس گرانروی ظاهری هر یک از نمونه‌ها در شرایط دمایی مورد نظر و نوزده سرعت چرخشی (۲۰۰, ۱۸۰, ۱۶۰, ۱۵۰, ۱۳۵, ۱۲۰, ۱۰۰, ۹۰, ۸۰, ۷۰, ۶۰, ۵۰, ۴۰, ۳۰, ۲۰, ۱۰, ۵, ۲/۵ دور در دقیقه) بر حسب mPa·s اندازه‌گیری شد. در اثر چرخش دوک درون محلول، گشتاوری ایجاد می‌شود که دستگاه آن را نشان می‌دهد. یکی از محدودیتهای این دستگاه آن است که تنها مقادیری از گرانروی ظاهری قابل ارائه و اعتماد هستند که گشتاور آنها در محدوده ۱۰ تا ۱۰۰ درصد باشند. بدین سبب پس از اندازه‌گیری گرانروی ظاهری، مقادیر به دست آمده در ازای گشتاورهای کم‌تر از ۱۰ و یا بالاتر از ۱۰۰ درصد از فهرست نتایج آزمونها حذف شدند. اندازه‌گیری گرانروی ظاهری در کلیه تیمارها ۳ بار تکرار شدند و میانگین داده‌ها مبنای بررسی و گزارشها قرار گرفتند.

۲-۶- اندازه‌گیری مدت زمان جذب آب

برای بررسی اثر زمان جذب آب در رسیدن به حالت بیشینه جذب آب توسط صمغ کتیرا و دست‌یابی به بالاترین مقدار گرانروی ظاهری، ابتدا محلولهایی با غلظتهای ۱، ۳ و ۵ گرم در لیتر در بافر ۷ تهیه شدند. سپس گرانروی ظاهری هر یک از نمونه‌ها در شرایط دمایی اتاق، بلافاصله پس از تهیه تا مدت ۲۸ ساعت در فاصله‌های زمانی دو ساعته مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

۲-۷- تیمار دمایی

برای ارزیابی تاثیر دماهای بین ۵ الی ۵۵ درجه سانتی‌گراد روی میزان گرانروی ظاهری و رفتار جریان محلول، دمای نمونه‌ها با استفاده از یخچال و یا حمام آب‌گرم به دماهای بالاتر یا پائین‌تر از دمای محیط رسانده شد. معمولا پس از رسیدن دمای محلول به دمای مورد نظر و برقراری تعادل دمایی (نگه‌داری در آن دما حدود نیم الی یک ساعت) اندازه‌گیری گرانروی ظاهری به‌کمک گرانروی‌سنج صورت گرفت.در ضمن، دستگاه مورد استفاده، خود دارای حس‌گر دمایی است که دمای محلول را هنگام اندازه‌گیری برحسب درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد.

۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

میانگین داده‌های هر یک از آزمونها به‌همراه انحراف معیار آنها مطابق روشهای معمول آماری محاسبه گردید. برای رسم نمودارها هم از برنامه نرم‌افزاری اکسل استفاده شد.

۳- یافته‌ها و بحث

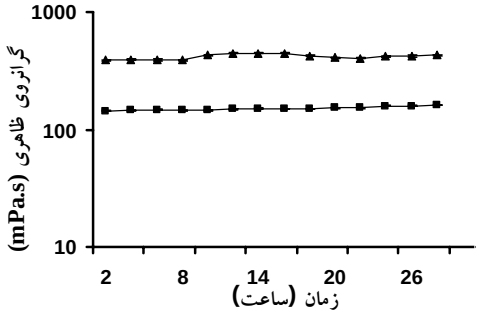
۳-۱- اثر مدت زمان جذب آب

از آن‌جایی که اغلب در منابع توصیه می‌شود تا محلولهای هیدروکلوئیدی پس از آب‌گیری کامل مورد استفاده یا آزمایش قرار گیرند و تصور بر این است که سپری شدن حدود یک شب سبب رسیدن به بیش‌ترین حد آب‌گیری و به تبع آن بالاترین میزان گرانروی ظاهری می‌گردد. لذا، در این بررسی سعی شد تا تأثیر این شاخص در مدت حدود ۲۸ ساعت ارزیابی شد تا مشخص شود آیا گذشت زمان تاثیر قابل توجهی در میزان گرانروی ظاهری محلول پودر صمغ کتیرا نیز دارد یا نه؟ مطابق شکل ۱ تقریبا سپری شدن ۲۸ ساعت زمان تاثیر چشم‌گیری روی جذب آب توسط صمغ کتیرا در دو غلظت ۳ و ۵ گرم در لیتر، پ هاش۷ و سرعت چرخشی ۹۰ دور بر دقیقه یا به عبارتی میزان گرانروی ظاهری آنها نداشته و در زمانهای مختلف پس از تهیه نمونه، گرانروی ظاهری تقریبا ثابت بود.

Archive of SID

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

www.SID.ir



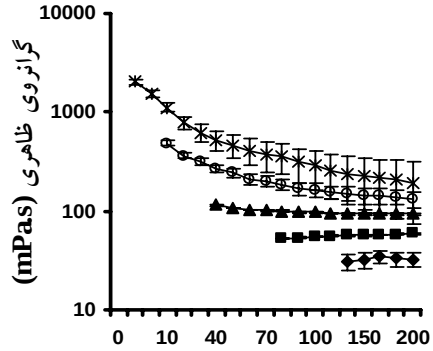
شکل ۱ نمایش تاثیر مدت زمان آب‌گیری روی گرانروی محلول صمغ کتیرای ایرانی در بافر۷ در دو غلظت ■؛ ۳ و ▲؛ ۵ گرم‌در لیتر اندازه‌گیری شده در سرعت چرخشی ثابت ۹۰ دور بر دقیقه.

البته آزمون بالا در موردغلظت ۱ گرم در لیتر از صمغ کتیرا هم انجام شد ولی به سبب کوچک‌تر بودن کلیه گشتاورها (از ۱۰درصد حد پایین دقت دستگاه) نتایج به دست آمده حذف شدند. به عبارت ساده‌تر این یافته‌ها نشان دادند که می‌توان محلول صمغ کتیرا را تقریبا بعد از آماده‌سازی در فرآورده‌های مختلف اضافه کرد یا ویژگیهای رئولوژیک آنها را مورد بررسی قرار داد بدون این که نگرانی از جهت تغییر ویژگیهای رفتار جریانی آن داشته باشیم.

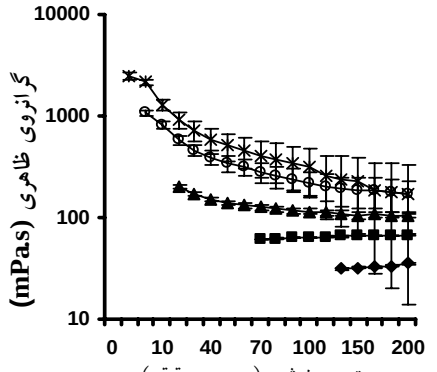
۳-۲- اثر سرعت چرخشی یا برشی

همان‌گونه که در شکل ۲ دیده می‌شود میزان گرانروی ظاهری محلولهای صمغ کتیرا در غلظتهای پایین (۱ و ۲گرم در لیتر) با افزایش سرعت چرخشی تغییر چندانی نداشته و تقریبا ثابت می‌باشد در حالی‌که در غلظتهای بالاتر (۳، ٤ و ۵ گرم در لیتر) بالا رفتن سرعت چرخشی دوک دستگاه گرانروی‌سنج سبب افزایش چشم‌گیر در میزان گرانروی ظاهری نمونه‌ها می‌شود بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که غلظت صمغ تاثیر فراوانی در نوع رفتار محلول داشته به‌طوری‌که در غلظتهای پائین رفتار از نوع نیوتنی و در غلظتهای بالاتر از نوع شبه‌پلاستیکی است. هم‌چنین نمودارهای (الف، ب و پ) شکل ۲ نشان می‌دهند تغییر پ هاش در دمای ۲۵ درجه تاثیر چندانی در این نوع رفتارها نداشته ولی در دمای ۵۵ درجه میزان تاثیر پ هاش در رفتار جریانی محلول صمغ کتیرا کاملا مشهود می‌باشد به گونه‌ای که در پ هاش ۱۰ تقریبا همه نمونه‌ها در تمامی غلظتها رفتار نیوتنی از خود نشان می‌دهند.

با توجه به‌این‌که دستگاه گرانروی‌سنج مورد استفاده از انواع دستگاههای اندازه‌گیری تجربی[1] بوده و در نتیجه مقایسه نتایج آن با یافته‌های حاصل از روشهای پایه‌ای[2] و رایج با پایه علمی چندان میسر نیست لذا، در این بررسی سعی شد برای تبدیل این داده‌ها به داده‌هایی با قابلیت درک بهتر، از روش فرمولی پیشنهادی میشکا استفاده شود که در این روش با در دست داشتن مقدار گشتاور و سرعت چرخشی و استفاده از روابط ریاضی پیشنهادی می‌توان مقدار تنش برشی و سرعت برشی را برای هر یک از آزمونها محاسبه کرد [۱۵].



الف

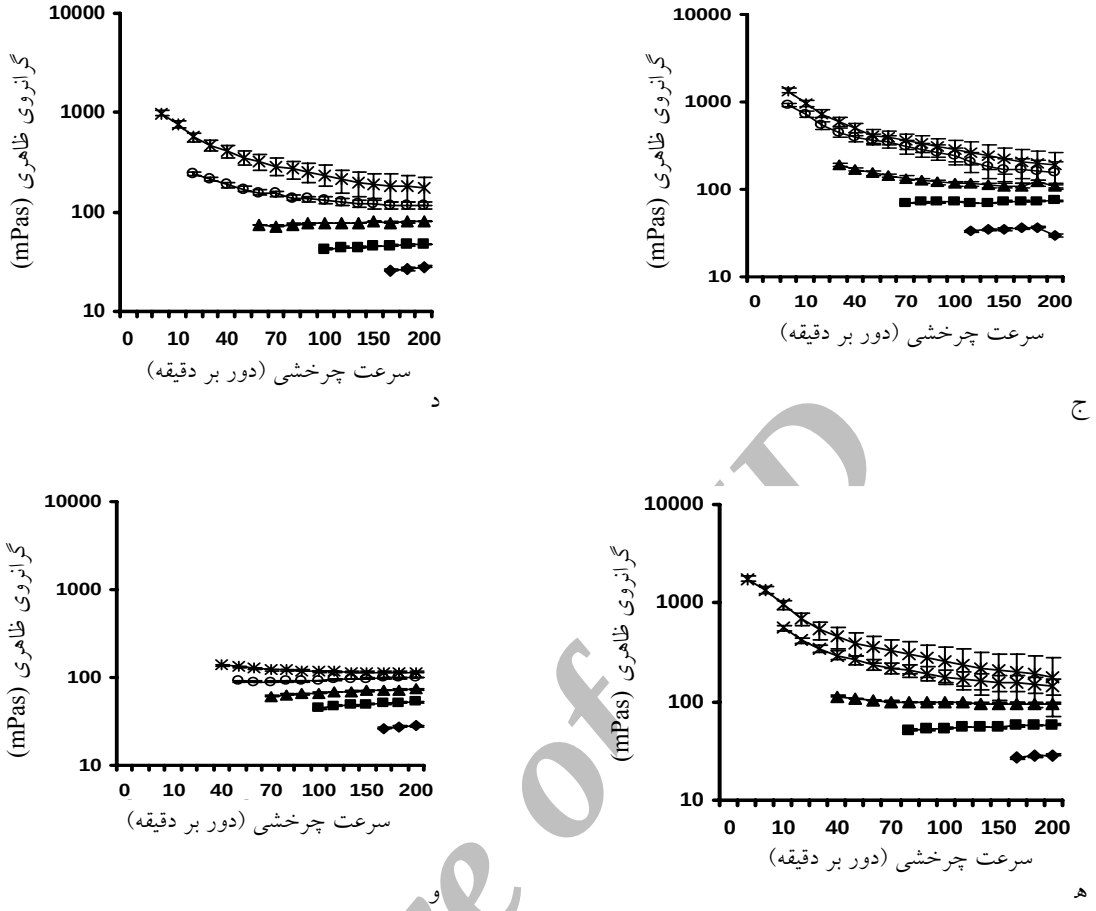


ب

1. Empirical
2. Fundamental

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

www.SID.ir



شکل ۲ نمایش ارتباط سرعت چرخشی و گرانروی محلولهای صمغ کتیرای ایرانی در غلظتهای مختلف (♦،۱ ؛ ■، ۲؛ ▲، ۳؛ o، ٤؛ *، ٥)
الف) دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد، پ هاش ٤ ب) دما ۲۵ درجه سانتی گراد، پ هاش ۷ ج) دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد،
پ هاش ۱۰ د) دما ۵۵ درجه سانتی‌گراد، د هاش ٤ ه) دما ۵۵ درجه سانتی‌گراد، پ هاش ۷ و) دما ۵۵ درجه
سانتی‌گراد و پ هاش ۱۰.

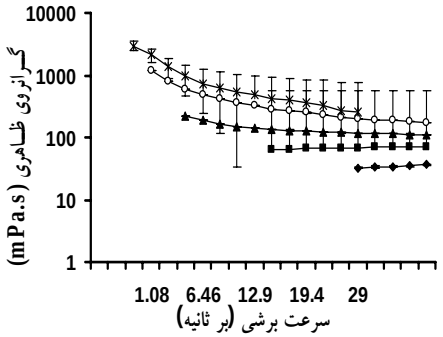
برای مثال نمودار رسم شده بر اساس سرعت برشی در دمای ۲۵ درجه و پ هاش ۷ در شکل ۳ نشان داده شده است و روند تغییرات گرانروی ظاهری در این نمودار هم کاملا مشابه نمودار ب شکل ۲ می‌باشد.

نمودار شکل ٤ اثر متقابل سرعت برشی و تنش برشی را نشان می‌دهد که در غلظتهای پایین، نمودار از معادله درجه ی اول تبعیت کرده و شیب آن ثابت است، در حالی که در غلظتهای بالاتر به سبب ثابت نبودن سرعت برشی به تنش برشی نمودار از حالت خط مستقیم خارج شده و همانند معادله های غیر خطی رفتار می کند.

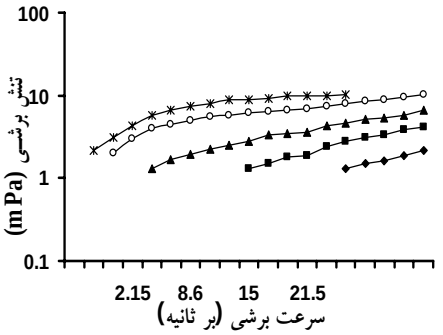
گزارش شده که محلول صمغ کتیرا مثل اکثر صمغها رفتار شبه‌پلاستیک داشته و با افزایش سرعت برشی گرانروی ظاهری آن کم می‌شود [۳]. یا در پژوهشی که توسط کیومرثی روی کتیرای ایرانی صورت گرفته رفتار محلول صمغ کتیرا در هر یک از غلظتهای ۲/۵، ۵ و ۷/۵ گرم در لیتر و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد شبه پلاستیک ارزیابی شده است. *Lesquerella fendleri* گیاهی است که طی سال‌های اخیر شناخته شده و بذر آن دارای پلی‌ساکاریدهای سطحی می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]



شکل ۳ نمایش تأثیر سرعت برشی روی گرانروی محلولهای صمغ کتیرای ایرانی در غلظتهای مختلف (♦،۱ ؛ ■، ۲؛ ▲، ۳؛ o، ٤؛ *، ۵)، پ هاش ثابت ۷ و دما ی ۲۵ درجه سانتی‌گراد.



شکل ٤ رفتار جریان محلولهای صمغ کتیرای ایرانی در غلظتهای مختلف (♦،۱ ؛ ■، ۲؛ ▲، ۳؛ o، ٤؛ *، ۵) ، پ هاش ثابت ۷ و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد.

برای بهبود ویژگیهای فیزیکوشیمیایی این صمغ، Harry–O'kuru و همکاران طی پژوهشی موادی از قبیل استات، آمین، کربوکسیلات و گروه‌های quaternary ammonium pendant را به آن اضافه کرده سپس ویژگی‌های رئولوژیکی هر یک از آن‌ها را با سه صمغ تجارتی و پرمصرف مانند گوآر، کتیرا و زانتان مقایسه کردند. در محدوده سرعت برشی اعمال شده، هر سه صمغ رفتار نرم‌شوندگی برشی[1] یا شبه‌پلاستیکی از خود نشان دادند. صمغ Lesquerella و مشتقات آن هم همانند صمغ‌های اشاره شده رفتار شبه‌پلاستیکی از خود بروز دادند [۱٦]. علاوه بر صمغ کتیرا رفتار شبه‌پلاستیکی برای سایر هیدروکلوئیدها نیز نشان داده شده است. از آن جمله در پژوهشی که توسط Gómez–Díaz و Navaza در سال ۲۰۰۳ بر روی محلولهایی از کربوکسی متیل سلولز[2] و نمک‌های آلژینات صورت گرفت نشان داد که با افزایش سرعت برشی، گرانروی ظاهری در تمامی محلول‌ها کاهش می‌یابد. Furuta و Maeda محلولی از چندقندی‌های محلول در آب لوبیای سویا[3] را با غلظت ۱۰ درصد تهیه کردند که پس از اندازه‌گیری گرانروی ظاهری نشان داده شد که با افزایش سرعت برشی از۱۰۰ به ۳۵۰، مقدار گرانروی ظاهری به‌میزان جزئی تغییر می‌کند و در این غلظت رفتار نیوتنی از خود نشان می‌دهد اما در محلول ۲۰ درصد، رفتار نرم شوندگی برشی دیده شد [۱۷].

همان‌طورکه می‌بینیم یافته‌های ما در این بررسی با یافته‌های سایر پژوهش‌گران تطابق بسیار خوبی داشته و تنها تفاوت در یافته‌های این بررسی تغییر رفتار در غلظتهای بین ۲ و ۳ گرم در لیتر بوده که تقریبا در هیچ‌کدام از پژوهش‌های قبلی به این موضوع توجه و پرداخت نشده البته تغییر رفتار جریان با غلظت تقریبا مسئله قابل قبولی در بحثهای رئولوژیکی بوده و در بسیاری از ترکیبهای هیدروکلوئیدی دیده می‌شود.

۳-۳- اثر دما

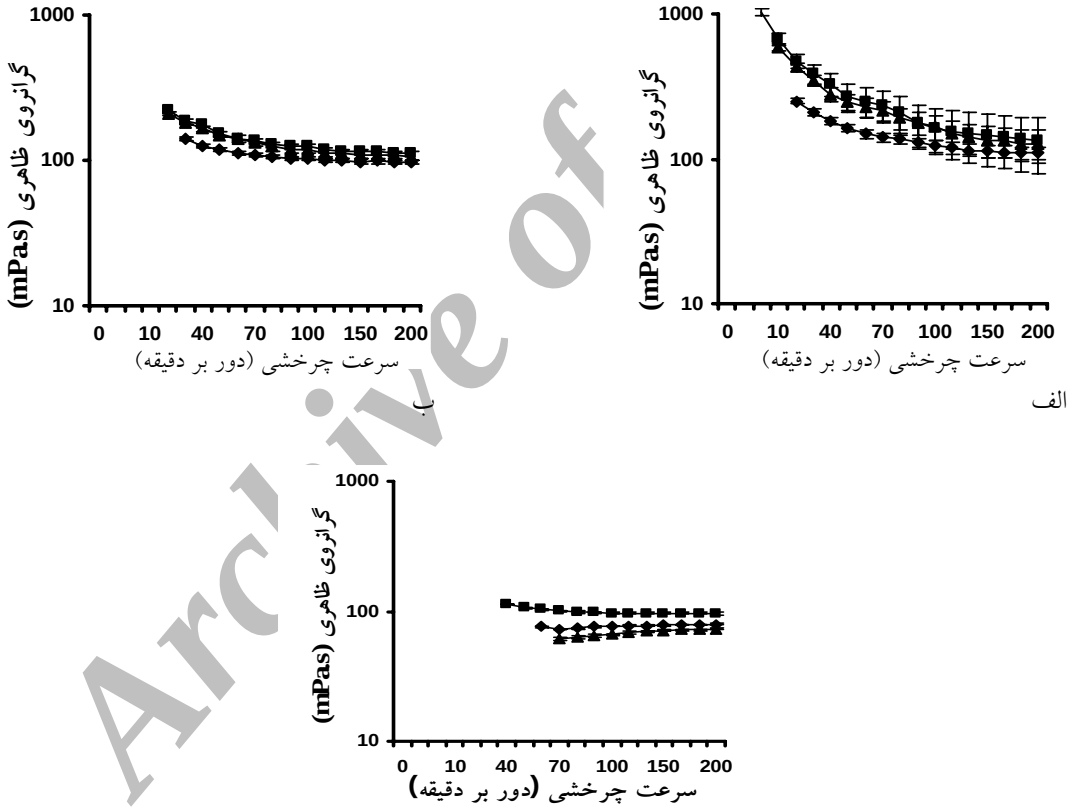
یکی از مهم‌ترین مواردی که باید در اندازه‌گیری گرانروی هیدروکلوئیدها مدنظر باشد این است که گرانروی آنها به شدت به دما وابسته است. به‌طوری که شرکت مهندسی بروکفیلد عنوان نموده که تغییر ۱ درجه سانتی‌گرادی دمای روغن موتور شماره ۵۰ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سبب بروز تغییردر میزان گرانروی آن می‌شود. حتی این شرکت مواردی را مطرح کرده که با تغییر ۱ درجه‌ای دما ۵۰ درصد تغییر در گرانروی ایجاد می‌گردد [٤]. به‌همین دلیل، در این بررسی این مهم نیز مورد توجه

1. Shear–thinning

2. CMC
3. SSPS

Archive of SID
www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

قرار گرفت تا تأثیر دماهای مختلف روی رفتار جریان محلول صمغ کتیرا بررسی گردد. به‌عنوان مثال، برای نشان دادن اهمیت این موضوع در نمودارهای ارائه شده در شکل ۵ تاثیر سه دمای ۵، ۲۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد بر روی گرانروی ظاهری و رفتار جریان محلول ۳ گرم در لیتر کتیرا در سه پ هاش مختلف (٤، ۷ و ۱۰) مقایسه شده‌اند. همان‌طورکه در نمودار الف مشاهده می‌شود، در دماهای پائین (۵ درجه سانتی‌گراد) محلول رفتار جریانی کاملا شبه‌پلاستیکی در هر سه پ‌هاش از خود نشان می‌دهد. در حالی‌که در دمای ۲۵ درجه (نمودار ب) با افزایش ۲۰ درجه‌ای دما اولا گرانروی ظاهری به‌طور قابل توجهی کاهش یافته و دوم این‌که شیب نمودار خیلی ملایم‌تر شده ولی هنوز رفتار شبه‌پلاستیکی دیده می‌شود. با افزایش ۳۰ درجه‌ای دما تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد روند کاهش گرانروی ظاهری ادامه داشته به‌طوری‌که در این شرایط دمایی محلول دیگر تقریبا رفتار شبه‌پلاستیکی نداشته و رفتار آن به‌ویژه در پ هاش ۷ و ۱۰ یک رفتار نیوتنی است.



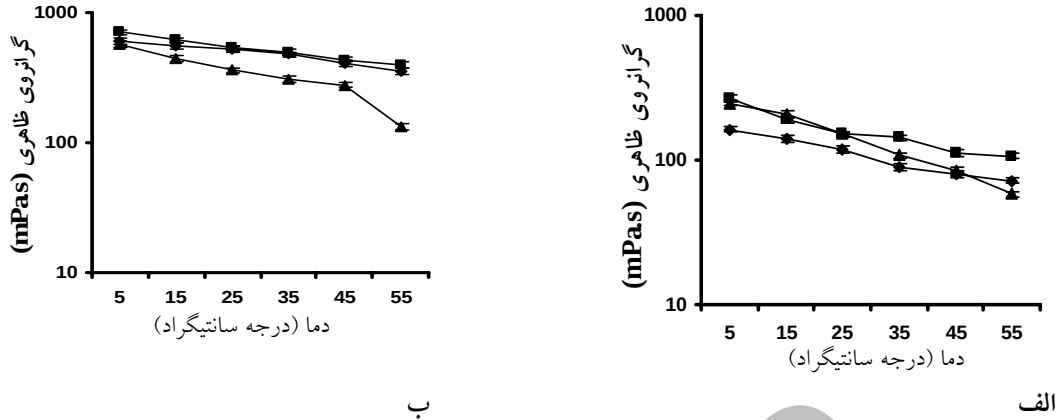
شکل ۵ نمایش ارتباط سرعت چرخشی و گرانروی محلول ۳ گرم در لیتر صمغ کتیرای ایرانی در پ هاش‌های مختلف (♦، ٤ ؛ ■، ۷؛ ▲، ۱۰) الف) دما ۵ درجه سانتی‌گراد ب) دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد ج) دما ۵۵ درجه سانتی‌گراد.

پس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دما عامل بسیار مهمی است که علاوه بر تغییر مقدار گرانروی ظاهری حتی قادر به تغییر رفتار جریان محلول نیز می‌باشد.

Archive of SID

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

www.SID.ir



شکل ٦ نمایش تاثیر دما روی گرانروی محلول صمغ کتیرای ایرانی در پ هاش‌های مختلف (◆، ٤ ؛ ■، ۷؛ ▲، ۱۰) و سرعت چرخشی ثابت ۵۰ دور بر دقیقه الف) غلظت ۳ گرم در لیتر ب) غلظت ۵ گرم در لیتر.

ضمنا، اثر متقابل دما، پ هاش و غلظت بر روی گرانروی ظاهری محلول صمغ کتیرا هم قابل توجه است. تأثیر متقابل دما و پ هاش در سرعت چرخشی ۵۰ دور بر دقیقه و غلظت‌های ۳ و ۵ گرم در لیتر در نمودارهای شکل ٦ نشان داده شده است. در هر دو نمودار با افزایش دما گرانروی ظاهری کم می‌شود ولی این روند در غلظت ۳ گرم در لیتر تا حدودی متفاوت از غلظت ۵ گرم در لیتر است. در نمودار الف روند کاهشی در هر سه پ هاش روند تقریبا یکسانی بوده و در ضمن شیب نمودار نسبتا شیب تندی می‌باشد ولی در نمودار ب (غلظت ۵ گرم در لیتر) روند بالا برای دو پ هاش ٤ و ۷ کاملا یکسان بوده درحالی‌که در پ هاش ۱۰ گرانروی به مقدار بیش‌تری کاهش داشته و نمودار مسیر متفاوتی را طی می‌کند هم‌چنین شیب نمودار تاحدودی ملایم‌تر از غلظت ۳ گرم در لیتر می‌باشد.

در رابطه با توجیه رفتارهای بالا شاید بتوان گفت که افزایش دما احتمالا با نرم یا رقیق کردن محلول روی گرانروی ظاهری تاثیر می‌گذارد و با سرد کردن گرانروی محلول دوباره به اندازه واقعی خود برمی‌گردد. البته حرارت دادن طولانی مدت می‌تواند ساختار صمغ کتیرا را تجزیه کرده و باعث کاهش گرانروی ظاهری به طور برگشت‌ناپذیر گردد. در پژوهشی که تغییرات گرانروی ظاهری در مقابل دما را برای دو نوع صمغ کتیرای ایرانی و صمغ کتیرای تجارتی بررسی کرده نشان داده شد که گرانروی ذاتی هر دو نمونه صمغ کتیرا با افزایش دما کاهش می‌یابد [۱۰]. هم‌چنین، Gómez–Díaz و Navaza در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که با افزایش دما گرانروی ظاهری محلول های CMC و آلژینات کاهش می‌یابد. در پژوهشی هم که به‌منظور بررسی اثر غلظت و دما بر روی ویژگی‌های متیل سلولز[1] اضافه شده به خمیر رقیق[2] موردنیاز برای تهیه غذاهای دریایی صورت گرفت نیز نشان داده شد که با افزایش دما رفتار نرم‌شوندگی برشی در خمیر رقیق حاوی MC افزایش می‌یابد که این نتیجه در غلظتهای بالاتر مشخص‌تر بود [۱۸]. گرانروی ظاهری محلول ۱۰درصد چندقندی‌های محلول در آب لوبیای سویا هم با افزایش دما کاهش نشان داده به‌طوری‌که در کمترین دما یعنی ۵ درجه سانتی‌گراد برابر با ۲۱۲ mPa·s و در بالاترین دمای اعمال شده (۸۰ درجه سانتی‌گراد) حدود ۲/۲ mPa·s اندازه‌گیری شد [۱۷]. در پژوهشی هم که در آن اثر دما و غلظت بر روی ویژگیهای رئولوژیکی چندین هیدروکلوئید مانند کاراگینان، پکتین، نشاسته، زانتان و ژلاتین بررسی و سنجیده شد، مشاهده گردید که زانتان در مقایسه با سایر صمغها کمترین وابستگی به دما و کاراگینان بیش‌ترین اثرپذیری را نسبت به دما دارا

1. MC
2. B atter

Archive of SID

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

www.SID.ir

می‌باشند. نشاسته و پکتین نسبت به کاراگینان و زانتان رفتار متعادل‌تری از لحاظ وابستگی ویژگیهای رئولوژیکی به دما نشان دادند در رابطه با ژلاتین هم با افزایش دما گرانروی ظاهری کاهش یافت [۱۹]. در مقایسه با سایر نشاسته‌ها، مشاهده شده که گرانروی ظاهری خمیر نشاسته سیب زمینی شیرین[1] در طول تیمار حرارتی تغییری نکرده و تقریبا ثابت باقی می‌ماند [۲۰].

به‌طورکلی، گرانروی اغلب مواد و سیالها با افزایش دما کاهش می‌یابد و این مسأله را می‌توان به تغییر نیروهای بین مولکولی در محلول نسبت داد. به بیان دیگر، احتمالا ساختار کلی ماکرومولکول (صمغ کتیرا در این مورد) نظیر چگونگی آرایش فضایی شاخه‌های جانبی و انعطاف‌پذیری زنجیره اصلی با افزایش و کاهش دما تغییر می‌کند. کیومرثی در بررسی خود در سال ۱۳۸۰ نشان داد که در دامنه دمایی ۲۵ تا ۷۵ درجه سانتی‌گراد پس از هر بار افزایش و سپس کاهش دما، گرانروی ظاهری محلول به مقدار اولیه خود باز می‌گردد. این مشاهدات تائیدی بر این واقعیت است که تقریبا هیچ‌گونه تخریب ساختمانی در اثر افزایش دما (در دامنه بررسی شده در پژوهش حاضر) در ساختار مولکولی صمغ کتیرا اتفاق نمی‌افتد و لذا تغییرات گرانروی ظاهری محلول صرفا به اثر دما و تغییر در میزان نیروهای بین مولکولی مربوط می‌باشد.

۳-٤- اثر غلظت

اصولا غلظت از جمله متغیرهایی است که افزایش یا کاهش آن سبب تغییر در میزان گرانروی ظاهری می‌گردد. با افزایش غلظت در هر پ هاش و یا دمایی بر مقدار گرانروی ظاهری افزوده می‌شود (نمودارهای شکل ۲). البته میزان این تاثیر در شرایط دمایی و پ هاشی مختلف تاحدودی متفاوت است. به‌طوری که در نمودارهای شکل ۷ دیده می‌شود در یک سرعت چرخشی ثابت، هرچه غلظت افزایش می‌یابد به تبع آن گرانروی ظاهری نیز افزایش پیدا می‌کند که این تغییر در دماهای پائین (نمودار الف در ۵ درجه) تاحدودی بیش از دماهای بالاتر (نمودار پ دمای ۵۵) است. به‌عبارت دیگر، تأثیر غلظت در گرانروی ظاهری در دماهای پائین مشهودتر از دماهای بالا بوده ولی در هر دو حالت این وابستگی از نوع وابستگی مستقیم می‌باشد. در ضمن، پ هاش اثر چندانی روی این روند نداشته و در دامنه وسیعی از پ هاش این رفتار قابل تجربه می‌باشد.

در همین راستا، کیومرثی گزارش کرده که گرانروی ظاهری محلول آبی صمغ کتیرا به شدت به غلظت وابسته است به‌عنوان مثال دو برابر کردن غلظت صمغ کتیرا، گرانروی را ٦ الی ۹ برابر افزایش می‌دهد؛ هم‌چنین، ۷ برابر کردن غلظت صمغ کتیرا در محلول باعث افزایش گرانروی تا ۲۳۵ برابر می‌گردد [۱۰]. Gómez–Díaz و Navaza نیز نشان دادند که در اثر افزایش غلظت هر یک از بسپارهای CMC و یا آلژینات، گرانروی ظاهری نیز افزایش می‌یابد. در پژوهشی که توسط Sanz و همکاران انجام شد نیز مشاهده گردید که با افزایش غلظت متیل سلولز در تمامی دماهای مورد آزمون، قوام خمیر رقیق (که MC به آن اضافه شده بود) افزایش یافت و به تبع آن رفتار نرم‌شوندگی برشی هم زیاد شد. در پژوهش دیگری که به‌منظور بررسی ویژگیهای رئولوژیکی سس کچاپ گوجه فرنگی صورت گرفت مشاهده شد که با افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای اضافه شده افزایش معناداری در گرانروی ظاهری رخ می‌دهد و سس دارای ۱ درصد هیدروکلوئید، در مقایسه با غلظتهای ۰ و ۰/۵ درصد، بالاترین قوام را داشت [١٤]. بدین ترتیب پژوهش‌گران معتقدند، افزایش غلظت هیدروکلوئید میزان ظرفیت اتصال آب را افزایش داده و این مسأله با کاهش جریان‌پذیری[2] منجر به افزایش مقاومت نمونه در برابر جریان یا همان گرانروی ظاهری می‌شود [۲۱ و ۲۲].

به‌طورکلی یک رابطه مستقیم غیرخطی میان غلظت محلول و گرانروی ظاهری آن در دمای ثابت وجود دارد مثلا گرانروی آب در ۲۰ درجه سانتی‌گراد برابر با ۱ سانتی‌پواز درحالی‌که گرانروی محلول قندی ۸۰ درصد آن برابر با تقریبا ٤۰ سانتی پواز است [۲۳].

1. Yam starch paste

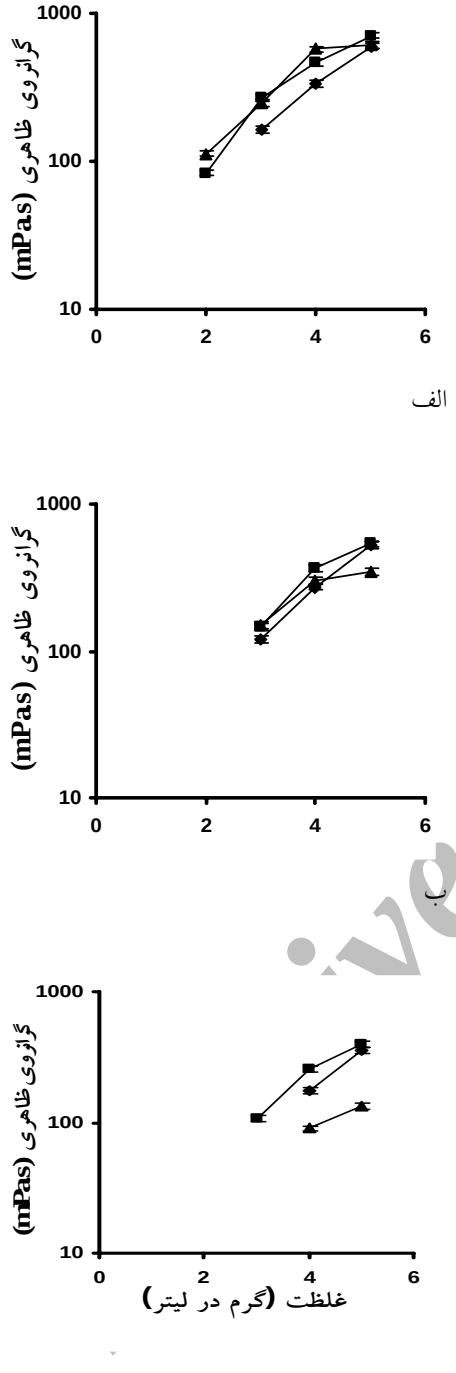
2. Fluidity

Archive of SID
www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

۳-۵- اثر پ هاش

از آن‌جایی‌که در بخشهای قبلی به اثر تغییر پ هاش روی میزان گرانروی ظاهری در شرایط مختلف دمایی، سرعت چرخشی و غلظتی پرداخته شده، لذا در این بخش از توضیح دوباره خودداری کرده و خاطر نشان می‌گردد که یافته‌ها نشان‌گر پایدار بودن محلول صمغ کتیرا در غلظتهای مختلف در دامنه پ هاش اسیدی، خنثی و بازی بوده و لذا می‌توان از این صمغ در فرآورده‌های غذایی با پ هاش اسیدی و خنثی، که اغلب غذاها در این محدوده می‌باشند، استفاده نمود.

صمغ کتیرا به‌طور طبیعی تاحدودی اسیدی بوده و پ هاش محلول ۱ درصد آن بسته به نوع صمغ به ۵ تا ٦ می‌رسد. صمغ کتیرا جزو صمغهایی طبقه‌بندی می‌شود که نسبت به شرایط اسیدی پایدار هستند. این ویژگی سبب شده تا از این صمغ بیش‌تر در شرایط اسیدی استفاده شود در چنین وضعیتی بهتر است اسید زمانی به محلول اضافه شود که صمغ به بیشینه مقدار جذب آب خود رسیده باشد. بیش‌ترین گرانروی ظاهری صمغ کتیرا در پ هاش ۸ و پایدارترین گرانروی در پ هاش ۵ دیده می‌شود. گرانروی صمغ کتیرا در پ هاش ۲ تا ۱۰ پایدار است و این امر در مورد صمغ کتیرا از نوع پرک بیش‌تر قابل مشاهده است [۳]. کیومرثی هم در پژوهش خود مشاهده کرد که محلول صمغ کتیرا نسبت به پ هاش‌های اسیدی و بازی پایداری خوبی دارد [۱۰]. مشاهده شده که گرانروی ظاهری محلول نشاسته‌های گندم و ذرت با افزایش پ هاش کم می‌شود [۲٤ و ۲۵]. هم‌چنین، گزارش شده که گرانروی ظاهری محلول ۱۰ درصد چندقندی‌های محلول در آب لوبیای سویا با افزایش پ هاش به مقدار جزئی افزایش و با کاهش آن قدری کاهش می‌یابد و این روند افزایشی یا کاهشی برگشت پذیر می‌باشد [۱۷]



شکل ۷ نمایش تاثیر غلظت روی گرانروی محلول صمغ کتیرای ایرانی در سه پ هاش مختلف (♦، ٤ ؛ ■، ۷؛ ▲، ۱۰) و سرعت چرخشی ثابت ۵۰ دور بر دقیقه الف) دما ۵ درجه سانتی‌گراد ب) دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد]) دما ۵۵ درجه سانتی‌گراد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

www.SID.ir

٤- نتیجه‌گیری

صمغ کتیرای ایرانی نوع نواری در آب محلولی گرانرو تولید نمود که این محلول در غلظتهای بالا دارای رفتار شبه‌پلاستیکی ولی در غلظت‌های پایین‌تر رفتار نیوتنی از خود نشان داد. همانند اغلب صمغ‌ها گرانروی ظاهری صمغ کتیرا نیز با افزایش غلظت، افزایش و با افزایش دما کاهش یافت. عامل پ هاش هم تقریبا وابسته به دما بوده و در دماهای پایین تفاوت چشم‌گیری از لحاظ گرانروی ظاهری و رفتار جریانی در پ هاش‌های مختلف دیده نشد ولی در دماهای بالاتر، مقدار گرانروی ظاهری بستگی زیادتری به پ هاش نشان داد به‌طوری‌که در پ هاش‌های بازی رفتار جریانی محلول از شبه‌پلاستیکی به نیوتنی تغییر یافت.

٥- منابع

داروپی، غذایی و صنعتی و نحوه استعمال و بهره‌گیری از آن. مرکز تحقیقات کشاورزی استان کردستان. خلاصه مقالات دومین گردهمایی زعفران و گیاهان دارویی- گناباد، پژوهشکده خراسان، وزارت فرهنگ و آموزش عالی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، ص ٦٩.

[8] Aspinall, G. O. (1982). The polysaccharides, vol 2. Academic Press, New York.

[9] Kirk–Othmer, S. (1983). Encyclopedia of chemical technology, 3rd ed., 12, 54–57.

[١٠] کیومرثی، ا. (١٣٨٠). مطالعات رئولوژی صمغ کتیرای ایران. دانشگاه مالک اشتر تهران. اولین سمینار ملی علوم و فناوری رنگ، فنی مهندسی، مهندسی شیمی، ص ٤٢٩.

[١١] کیومرثی، ا. و هروی، م. (١٣٧٠). پلی‌ساکاریدهای صمغ کتیرا گونه *Astragalus gummifer* . دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم پایه (شیمی)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ١٢٠ص.

[12] Kiumarsi, A., Don, J., and Brasch, L. D. S. (1997). Iranian gum tragacanth from *Astragalus microcephalus.* PhD. Thesis, Basic Sciences Department (Chemistry), University of Otago, New Zealand. 206 p.

[1] Barbosa–Cánovas, G. V., Kokini, J. L., Ma, L., and Ibraz, A. (1996). The rheology of semiliquid foods. *Advances in Food and Nutrition Research*, 39, 1–69.

[2] Battacharya, S. N. (1997). Rheology: fundamentals and measurements, Royal Melbourne Institute of Technology, Australia.

[3] Weiping, W. (2000). Tragacanth and karaya, In: *Handbook of hydrocolloids* G.O. Philips and P.A. Williams (eds). Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, Ch. 13.

[٤] عباسی، س. (١٣٨٤). رئولوژی مواد غذایی. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، درس‌نامه.

[5] Germain, I., Dufersne, T., and Ramaswamy, H. S. (2005). Rheological characterization of thickened beverages used in the treatment of dysphagia. *Journal of Food Engineering*, in press.

[6] Lapasin, R., and Pricl, S. (1995). Rheology of industrial polysaccharides: theory and applications. Blackie Academic & Professional, London.

[٧] پرگال، ف. (١٣٧٣). اهمیت صمغ‌های گیاهی خصوصا صمغ کتیرا در صنایع و فرآورده‌های

Archive of SID

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

www.SID.ir

[۱۳] مقبل، ع. (۱۳٦۸). تهیه میکروکپسول از کتیرای صادراتی ایران با روش کمپلکس. دانشگاه علوم پزشکی اهواز، دانشکده داروسازی. اولین سمینار داروسازی صنعتی ایران، ص ۲۵.

[14] Sahin, H., and Ozdemir, F. (2004). Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups. *Food Hydrocolloids*, 18, 1015–1022.

[15] Mitschka, P. (1982). Simple conversion of Brookfield R.V.T. readings into viscosity functions. *Rheologica Acta*, 21, 207–209.

[16] Harry–O'kuru, R. E., Carriere, C. J., and Wing, R. E. (1999). Rheology of modified *Lesquerella gum*. *Industrial Crops and Products*, 19, 11–20.

[17] Furuta, H., and Maeda, H. (1999). Rheological properties of water-soluble soybean polysaccharides extracted under weak acidic condition. *Food Hydrocolloids*, 13, 267–274.

[18] Sahin, H., and Ozdemir, F. (2004). Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups. *Food Hydrocolloids*, 18, 1015–1022.

[19] Marcotte, M., Hoshahili, T. A. R., and Ramaswamy, H. S. (2001). Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature. *Food Research International*, 34, 695–703.

[20] Mali, S., Ferrero, C., Redigondu, V., Beleia, A. P., Grossmann, M. V. E., and Zaritzky, N. E. (2003). Influence of pH and hydrocolloids addition on yam (*Dioscorea alata*) starch pastes stability. *Lebensm.- Wiss. U.- Thechnol*, 36, 475–481.

[21] Gómez–Díaz, D., and Navaza, M. J. (2003). Rheology of aqueous solutionsof food.

[22] Gujal, H. S., Sharma, A., and Singh, N. (2002). Effect of hydrocolloids, storage temperature and duration on the consistency of tomato ketchup. *International Journal of Food Properties*, 5, 179–191.

[23] Bourne. M. C. (1982). Food texture and viscosity: concept and measurement. Academic Press, Inc., New York.

[24] Campbell, A. M., Porter Penfield, M., and Griswold, R. M. (1980). The experimental study of food. Constable & Co Ltd, London.

[25] Dengate, H. N.(1988). Swelling, pasting and gelling of wheat starch, In: *Advances in cereal chemistry and technology*, Y. Pometanz (ed.) vol.6, The American Association of Cereal Chemists, St Paul.

Archive of SID

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]

www.SID.ir

Influence of concentration, temperature, pH, and rotational speed on the flow behavior of Iranian gum tragacanth (Katira) solution

Soleiman Abbasi[1]*, Somayeh Rahimi[2]

1- Assistant Professr, Department of Foods Science and Technology, Collage of Agriculture, Terabit Modares University
2- M.Sc. Student of Food Science and Technoloby, Collage of Agriculture, Terabit Modares University

In this research, the rheological behavior of ribbon type Iranian gum tragacanth was investigated at different concentrations (1–5 g/L), temperatures (5–55°C with 10 degree intervals), pH (4, 7, and 10), and rotational speeds (up to 200 rpm). At first, the apparent viscosity of gum tragacanth solutions were measured at 3 concentrations (1, 3, and 5 g/L) during 28 hours in 2 hour intervals. The results showed that the soaking has no significant effect on the apparent viscosity of gum tragacanth solutions. Regarding the influence of the abovementioned factors, our findings revealed that increasing rotational speed or shear rate at low concentrations (1 and 2 g/L) has no effect on the apparent viscosity of the solutions and those samples behaved likewise Newtonian fluids whereas, at higher concentrations (3 to 5 g/L), with increasing the rotational speed the apparent viscosity diminished and the solution consequently showed a Pseudoplastic behavior. In all experiments, alongside increasing the concentration and temperature the apparent viscosity increased and decreased, respectively. In addition, pH had no considerable effect on apparent viscosity in most of our samples. For comparison purposes, using mathematical equations, experimental findings (namely rotational speed) were converted to fundamental parameters (shear rate and shear stress) as well.

Keywords: Gum tragacanth (Katira); Rheology; Apparent viscosity; Flow behavior

Archive of SID

* Corresponding author E-mail: sabbasifood@modares.ac.ir

www.SID.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-19]