مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال سوم، شماره۴، زمستان ۱۳۸۷ ، صفحات ۱۷-۹

مقایسه برخی ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های رئولوژیک صمغ کتیرای ایرانی تراویده از دو گونه گون *A. floccosus* و *A. rahensis*

عزیزالله زرگران[۱]، محمدامین محمدی فر[۲]، سیما بلاغی[۱]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۲- نویسنده مسئول: استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، پست الکترونیکی: mohamdif@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۰/۲

چکیده

سابقه و هدف: مطالعات متعددی در زمینه انواع ویژگی‌های ساختاری، عملکردی و کاربردی صمغ‌های به دست آمده از منابع مختلف انجام شده است. با وجود این، تا کنون تحقیق جامعی در خصوص ویژگی‌های مذکور در مورد صمغ تراویده از گونه‌های مختلف گیاه گَوَن، صورت نگرفته است. هدف از این مطالعه، تعیین و مقایسه برخی خصوصیات شیمیایی صمغ کتیرای دو گونه گون ایرانی *A. floccosus* و *A. rahensis* و بررسی تاثیر دما، غلظت و قدرت یونی بر ویژگی‌های رئولوژیک آنها بود.

مواد و روش‌ها: رطوبت، خاکستر و پروتئین، طبق استانداردهای ایران اندازه‌گیری شد. میزان برخی فلزات، با استفاده از دستگاهICP-AES تعیین شد.کلیه آزمون‌های رئولوژیک، با استفاده از دستگاه رئومتر MCR 301 شرکتAnton Paar انجام شد. ضریب قوام(m) و اندیس جریان(n) در مدل قانون نمایی، برای هر دو گونه تعیین شد. به منظور تعیین حساسیت قوام صمغ نسبت به دما، در شرایط مختلف، از مدل آرنیوس استفاده شد.

یافته‌ها: گونه *A.floccosus* دارای رطوبت و خاکستر بیشتر و پروتئین کمتر بود. بین مقادیر فلزات دو گونه، به غیر از آهن و "روی"، اختلاف آماری معنی‌داری($p<۰/۰۵$)وجود داشت. با افزایش نرخ برش، گرانروی ظاهری هر دو گونه، در تمام غلظت‌ها کاهش یافت. در شرایط آزمایش یکسان، از نظر غلظت، دما و قدرت یونی، گرانروی ظاهریِ ایجاد شده توسط گونه *A. floccosus* نسبت به گونه *A. rahensis* بیشتر بود. افزایش قدرت یونی باعث کاهش گرانروی ظاهری در تمام موارد برای هر دو گونه شد. در شرایط یکسان، ضریب قوام گونه *A.floccosus* نسبت به گونه*A.rahensis* بیشتر واندیس جریان، کمتر بود. حضور نمک، باعث کاهش ضریب قوام هر دو گونه شد.

نتیجه‌گیری: انتخاب و استفاده از صمغ‌ها در فرایندهای غذایی مختلف(پایدارسازی نوشابه‌ها، استفاده از جایگزین‌های چربی، ریزپوشانی و تامین خصوصیات دهانی مناسب)، مستلزم شناخت دقیق خصوصیات عملکردی آنها است. در این تحقیق، نشان داده شد که گونه‌های مختلف صمغ کتیرا، ویژگی‌های متفاوتی دارند و بنابراین، در شاخه‌های مختلف صنایع غذایی (لبنیات، غلات، نوشیدنی‌ها، سس‌ها و...) برای ایجاد ویژگی‌های کاربردی خاص، باید از گونه معین کتیرا استفاده کرد.

واژگان کلیدی: صمغ کتیرا، رئولوژی، ترکیبات شیمیایی، قدرت یونی، دما

• مقدمه

کربوهیدرات‌ها، فراوان‌ترین و متنوع‌ترین رده ترکیبات آلی موجود در طبیعت هستند و به طور وسیعی در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه، فناوری‌های مرتبط با کربوهیدرات‌ها، نقش مهمی در تولید محصولات جدید یا بهبود عملکرد محصولات موجود ایفا می‌کنند(۲، ۱). پلی ساکاریدها به عنوان فراوان‌ترین پلیمرهای آلی از منابع مختلف گیاهی، حیوانی، میکروبی و جلبکی به دست می‌آیند(۳).

عبارت هیدروکلوئید به مجموعه‌ای از پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها اطلاق می‌شود که امروزه به دلیل عملکردهایی نظیر غلیظ کنندگی، ژل سازی محلول‌های آبی، پایداری کف‌ها، امولسیون‌ها و پراکنش‌ها

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-11-01]

(Dispersion) ممانعت از تشکیل کریستال شکر و یخ و آزاد کردن کنترل شده عطر و طعم، به طور گسترده در صنایع مختلف به کار می‌روند(۴). ساختار متفاوت پلی‌ساکاریدها باعث ایجاد خصوصیات کاری متفاوتی می‌شود و این دسته از مواد در گستره وسیعی از محصولات به کار می‌روند (۵). صمغ‌های ترشحی، در زمره قدیمی‌ترین عوامل قوام‌دهنده و پایدارکننده به شمار می‌روند و با وجود رقابت محصولات رقیب، برخی از این صمغ‌های ترشحی، هنوز در مقادیر زیاد مورد مصرف قرار می‌گیرند.

صمغ کتیرا، تراوه خشک شدهٔ طبیعی حاصل از برخی گونه‌های *Astragalus* بوده و به عنوان یک هیدروکلوئید باکیفیت، در فهرست فهرست GRAS (Generally Recognized As Safe) قرار دارد(۷، ۶). این صمغ، به عنوان پایدارکننده، امولسیون کننده، قوام‌دهنده و جایگزین چربی کاربرد وسیعی در صنایع غذایی دارد. در داروسازی نیز به عنوان ژل‌ساز، عامل معلق‌ساز و چسباننده در تهیه قرص‌ها و داروها و ریزپوشانی مواد مختلف مثل ویتامین‌ها و عطر و طعم استفاده می‌شود.

در علم پزشکی نیز گزارش شده که کتیرا از رشد سلول‌های سرطانی ممانعت کرده(۹، ۸) و مصرف دائمی آن باعث تعدیل قند خون در بیماران دیابتی می‌شود و اثر آن در بهبود زخم‌ها به اثبات رسیده است (۱۰).

در مقایسه با سایر صمغ‌ها، تحقیقات اندکی درمورد خصوصیات ساختاری، عملکردی و کاربردهای کتیرا انجام گرفته است و نتایج به دست آمده از این مطالعات، بسیار متفاوت و گاهی متناقض به نظر می‌رسد. در توجیه این تفاوت‌ها می‌توان به دلایل مختلفی اشاره کرد که به نظر می‌رسد، مهم‌ترین آنها مطالعه روی نمونه‌های حاصل از گونه‌های مختلف گون بوده است. بنابراین، در نظر نگرفتن گونه گون مولد کتیرا یا به سادگی گونه کتیرا بسیاری از نتایج به دست آمده را کاملا بی‌معنی می‌سازد. به طور مثال، در برخی منابع، گرانروی کتیرا بسیار کم و در برخی، بسیار زیاد اعلام شده است. در برخی منابع، مطابق استاندارد سال ۱۳۴۶، تنها به ذکر اصطلاح کتیرای مفتولی(گرانروی بالا) یا کتیرای خرمنی(گرانروی پایین) اشاره شده که هریک از این دو نوع کتیرا نیز از گونه‌های متعدد به دست می‌آیند (۱۲، ۱۱). در بسیاری از مطالعات به جای ارائه داده‌های بنیادی (مانند نرخ برش) به ذکر داده‌های تجربی اکتفا شده است(۱۳). همچنین، اثر برخی عوامل مانند قدرت یونی بر خصوصیات رئولوژیک گونه‌های مختلف اساساً مطالعه نشده است. علاوه بر این، به دلیل حساسیت پایین دستگاه‌های مورد استفاده، داده‌های مربوط به نرخ‌های برش پایین، ارائه نشده است. لذا انجام پژوهشی که بتواند نقایص پژوهش‌های پیشین را برطرف سازد، ضروری به نظر می‌رسید. امروزه، ثابت نبودن کیفیت کتیرا یکی از مشکلات صادرات کتیرا به شمار می‌رود. اما نکته مثبت می‌تواند این باشد که متفاوت بودن نتایج، نشان‌دهنده خصوصیات عملکردی متفاوت گونه‌های مختلف است و بنابراین، انتظار می‌رود گونه‌های مختلف کتیرا، جایگزین مناسبی برای گستره وسیعی از صمغ‌ها باشد.

تعیین خصوصیات شیمیایی و عملکردی این گونه‌ها از ابعاد گوناگون، مورد توجه است. بررسی و تعیین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی گونه‌های مختلف صمغ، می‌تواند مبنایی برای مقایسه آنها با یکدیگر یا سایر هیدروکلوئیدها باشد و قابلیت استفاده از آنها را برای تولید و توسعه محصولات غذایی، دارویی، آرایشی و شیمیایی موجود یا محصولات جدید نشان دهد. متاسفانه، صادرات به بازارهای جهانی، دچار روند نزولی شده است؛ به طوری که میزان صادرات از ۴ میلیون کیلوگرم در سال ۱۳۴۳ به ۲۰۰ تا ۴۰۰ هزار کیلوگرم در سال‌های اخیرکاهش یافته است(۱۲).

هدف از این مطالعه، انجام یک پژوهش تجربی جهت تعیین برخی ترکیبات شیمیایی و بررسی اثر دما، غلظت، قدرت یونی و نرخ برش بر ویژگی‌های رئولوژیک کتیرای تراویده از دوگونه گون ایرانی *A. floccosus* و*A.rahensis* بود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-11-01]

• مواد و روش‌ها

در مرداد ۱۳۸۶، نمونه‌های کتیرای *A .fluccosus* و *A. rahensis* به کمک کارشناسان ادارات کل منابع طبیعی استان‌های سمنان و خراسان، به ترتیب با مراجعه به مراتع روستای موجن شهرستان شاهرود و مراتع روستای دهنه اجاق شهرستان اسفراین تهیه شدند. نمک NaCl و آب دیونیزه از شرکت Merck تهیه شد.

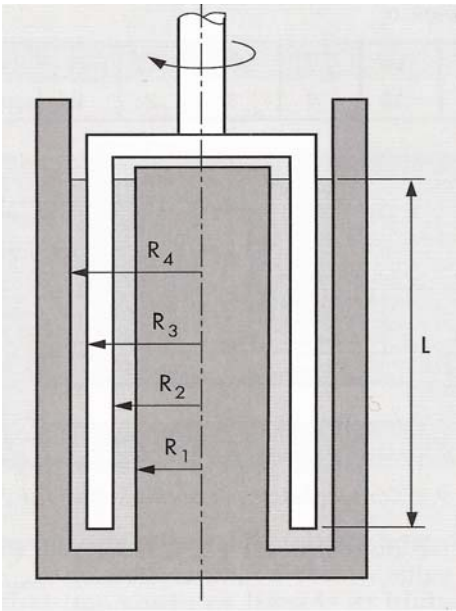
آماده سازی محلول‌های صمغ کتیرا: نمونه‌ها با استفاده از آسیاب، پودر شد. با استفاده از الک‌های با مش‌های مختلف، پودرهای بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ میکرون به دست آمد. پراکنش‌های صمغ کتیرا در۳ غلظت ۰/۱، ۷/۱ و ۱/۵ درصد وزنی در NaCl ۰/۲ مولار در ۲۵°C و همین غلظت‌ها درمحلول آبی تهیه شد. پراکنش‌ها با هم زدن به مدت یک ساعت تهیه شدند و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳°C منظور جذب آب نگهداری شد. در تهیه محلول‌ها و پراکنش‌های مختلف، از آب دیونیزه استفاده شد.

آزمون‌های شیمیایی: رطوبت به روش آون، طبق استاندارد ملی شماره ۲۷۰۵ ، خاکستربه روش کوره، طبق استاندارد ملی شماره ۱۰۳ ، پروتئین به روش کجلدال، طبق استاندارد ملی شماره ۲۸۶۳ اندازه‌گیری شد. همچنین مقدار فلزات Na, K, Ca, Mg, Zn , Fe با روش Miller-Ilhi(۱۴) و با استفاده از دستگاه ICP (JOBIN YVON) (مدل Ultima2 ساخت کشور فرانسه) مجهز به ژنراتور ۱۰۰۰ وات و نبولایزر Meinhard اندازه‌گیری شد.

آزمون‌های رئولوژیک: کلیه آزمون‌ها با استفاده از دستگاه رئومتر MCR 301 (ساخت شرکت Anton Paar) انجام شد. برای تنظیم دما، سیستم Peltier plate باحساسیت ±۰/۰۱°C مجهز به سیرکولاتور آب به کارگرفته شد. تعیین خصوصیات رئولوژیک نمونه‌های با غلظت بالا، (۰/۷ و ۱/۵ درصد وزنی/ وزنی)، بااستفاده از ژئومتری صفحه-صفحه (Plate and plate) با قطر ۲۵mm انجام شد.با توجه به اندازه ذرات موجود در پراکنش و با انجام آزمون موسوم به Gap ramp، میزان Gap (فضای بین صفحه گردان و صفحه ثابت) و در واقع، محل قرارگیری نمونه، معادل با ۰/۶mm تعیین شد. برای نمونه‌های رقیق(۰/۱درصد) و به منظور توسعه اندازه‌گیری در نرخ‌های برش پایین، طبق استاندارد شماره DIN ۵۴۴۵۳، از ژئومتری استوانه هم محور دوگانه (double concentric cylinder) (شکل ۱) به ارتفاع ۴۰ mm و قطرها، به ترتیب از داخل به خارج ۲۷/۵۹mm، ۲۴/۶۶۱mm و ۲۳/۸۲۰mm استفاده شد که هر دو سطح داخلی و خارجی اسپیندل گردان، با سیال، در تماس است.

در تمام آزمایشات، جهت جلوگیری از تبخیر حلال، نمونه با تله حلال، پوشانده شد. برای هر کدام از غلظت‌ها، نمودارهای جریانی (گرانروی ظاهری درمقابل نرخ برش) در سه دمای ۳ °C، ۲۵ °C و ۴۵ °C به دست آمد. با استفاده از قانون نمایی (Power law) پارامترهای مدل، شامل ضریب قوام(m) و اندیس جریان(n)، برای هر دو گونه صمغ تعیین شد ($\eta_a = m\,\dot{\gamma}^{(n-1)}$).

به منظور تعیین حساسیت قوام صمغ نسبت به دما، در شرایط مختلف، از مدل آرنیوس $Ln\ m = \ln A + E/RT$ استفاده شد (m: ضریب قوام، A:ثابت آرنیوس، R: ثابت جهانی گازها).



شکل۱-ژئومتری استوانه هم محور دوگانه

روش‌های آماری: تجزیه و تحلیل آماری با برنامه $SPSS_{14}$ انجام شد. نتایج آزمایشگاهی به صورت انحراف Mean±SD با ۳ تکرار ارائه شد. برای مقایسه

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-11-01]

میانگین‌های خصوصیات فیزیکی، شیمیایی از آزمون آماری ANOVA استفاده شد.

• یافته‌ها

ترکیبات شیمیایی: برخی ویژگی‌های شیمیایی دو گونه صمغ در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. گونه *A.floccosus* دارای رطوبت و خاکستر بیشتر و پروتئین کمتر بود. در جدول ۲ میزان برخی عناصر موجود در دو گونه کتیرای مورد مطالعه، ارائه شده است. بیشترین مقادیر، مربوط به فلزات کلسیم و منیزیم بود. بین تمام مقادیر عناصر موجود در دو گونه، به غیر از آهن و روی، اختلاف آماری معنی‌داری($p< ۰/۰۵$)وجود داشت. میزان روی در هر دو گونه، کمترین مقدار بود.

ویژگی‌های رئولوژیک: اثر نرخ برش بر گرانروی ظاهری دو گونه صمغ درسه غلظت ۰/۱٪، ۰/۷٪ و ۱/۵٪ و به ترتیب در دماهای ۳°C و ۲۵°C و ۴۵°C و در حلال با قدرت یونی صفر در شکل ۱ ارائه شده است. با افزایش نرخ برش، گرانروی ظاهری هر دو گونه، در تمام غلظت‌ها کاهش یافت. همچنین، گرانروی نمونه‌ها، با افزایش غلظت، بیشتر شد. علاوه بر این، با افزایش غلظت، حساسیت گرانروی ظاهری به نرخ برش، افزایش یافت. بیشترین گرانروی ظاهری، در شرایط آزمایش، توسط گونه *A.floccosus* ایجاد شد. به عبارت دیگر، در شرایط آزمایش یکسان، از نظر غلظت، دما و قدرت یونی، گرانروی ظاهری ایجاد شده توسط گونه *A.floccosus* نسبت به گونه *A.rahensis* بیشتر بود.

اثر افزایش قدرت یونی بر رفتار رئولوژیک دو گونه صمغ با همان سه غلظت، در دماهای مذکور در حضور ۰/۲NaCl مولار در شکل ۲ ارائه شده است. افزایش قدرت یونی باعث کاهش گرانروی ظاهری در تمام موارد برای هر دو گونه شد.

در جدول‌های ۳ و ۴ به ترتیب، مقادیر ضریب قوام (m) و اندیس رفتار جریان (n) ارائه شده است. مدل پاورلا برای محدوده‌ای از نرخ برش که ضریب همبستگی بالاتر از ۹۹/۸۵٪ بود، استفاده شد. بیشترین مقادیر m مربوط به غلظت‌های ۱/۵٪ *A.floccosus* درقدرت یونی صفر بود. بیشترین مقادیر n مربوط به غلظت ۰/۱٪ *A. rahensis* در قدرت یونی ۰/۲ NaCl مولار بود.

مقدار انرژی اکتیواسیون برای دو غلظت ۰/۷٪ و ۱/۵٪ و در دو قدرت یونی صفر و ۰/۲ NaCl مولار (به همراه ضریب همبستگی) محاسبه و در جدول ۵ ارائه شده است. بیشترین انرژی اکتیواسیون، مربوط به غلظت ۰/۷٪ گونه *A. rahensis* در حضور ۰/۲ NaCl مولار بود.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار برخی خصوصیات شیمیایی دوگونه کتیرای ایرانی (درصد وزنی- وزنی)

ویژگی	*A. floccosus*	*A.rahensis*
رطوبت (درصد)	۱۰/۴±۰ / ۰۳a	۸/۷۹±۰/۰۷b
خاکسترکل (درصد)	۳/۲±۰/۰۴a	۲/۵۵±۰/ ۰۷b
پروتئین(درصد)	۲/۵۹±۰/۰۱a	۳/۸۲±۰,۰۱b
*کربوهیدرات(درصد)	۸۳,۸۱±۰/ ۰۸	۸۴/۸۴ ±۰/۱۵

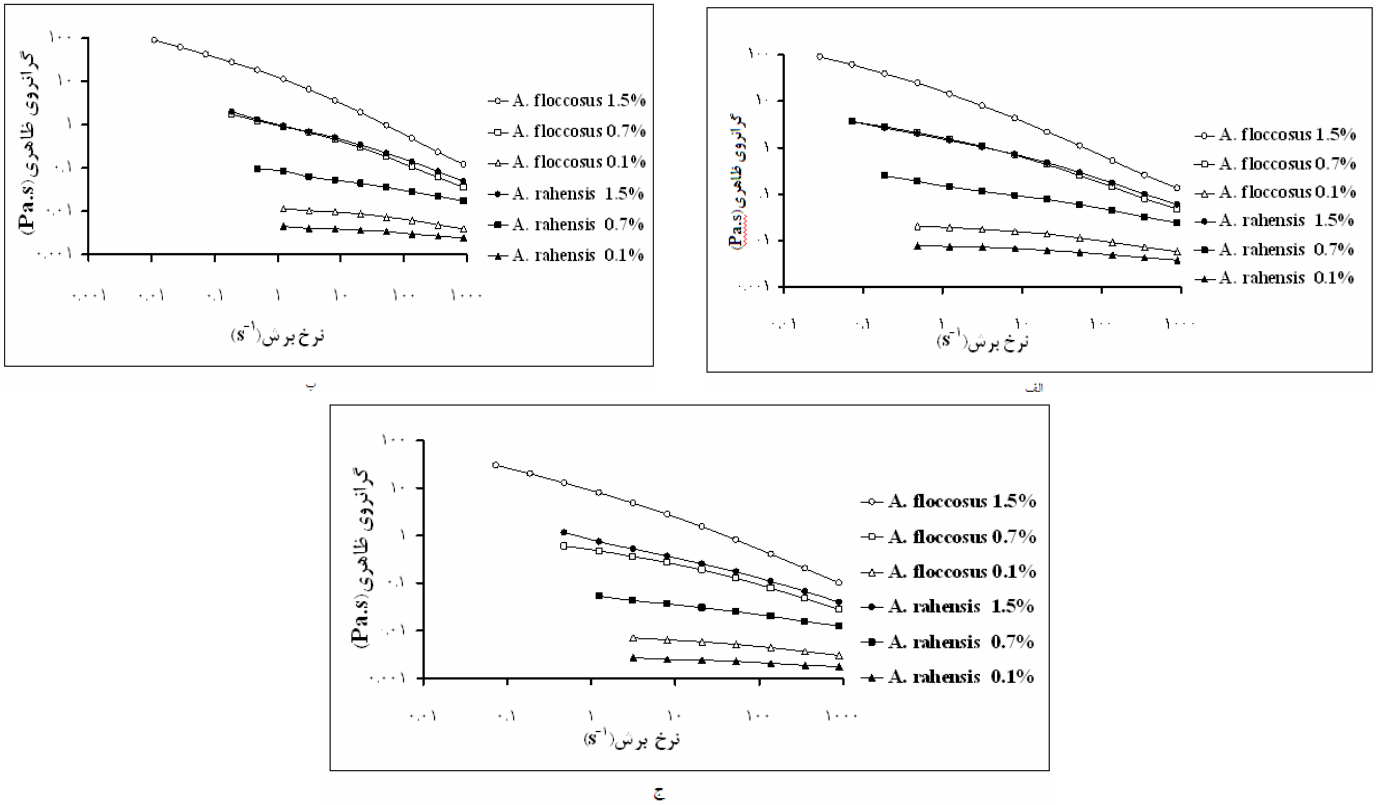
*مقادیرکربوهیدرات، از معادله (پروتئین +خاکستر+رطوبت)-۱۰۰ به دست آمد
حروف یکسان، نشان دهنده عدم اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵٪ است

جدول۲-میانگین و انحراف معیار حذف مقادیر کمی برخی عناصر معدنی موجود دردوگونه کتیرای ایرانی(میکروگرم بر گرم)

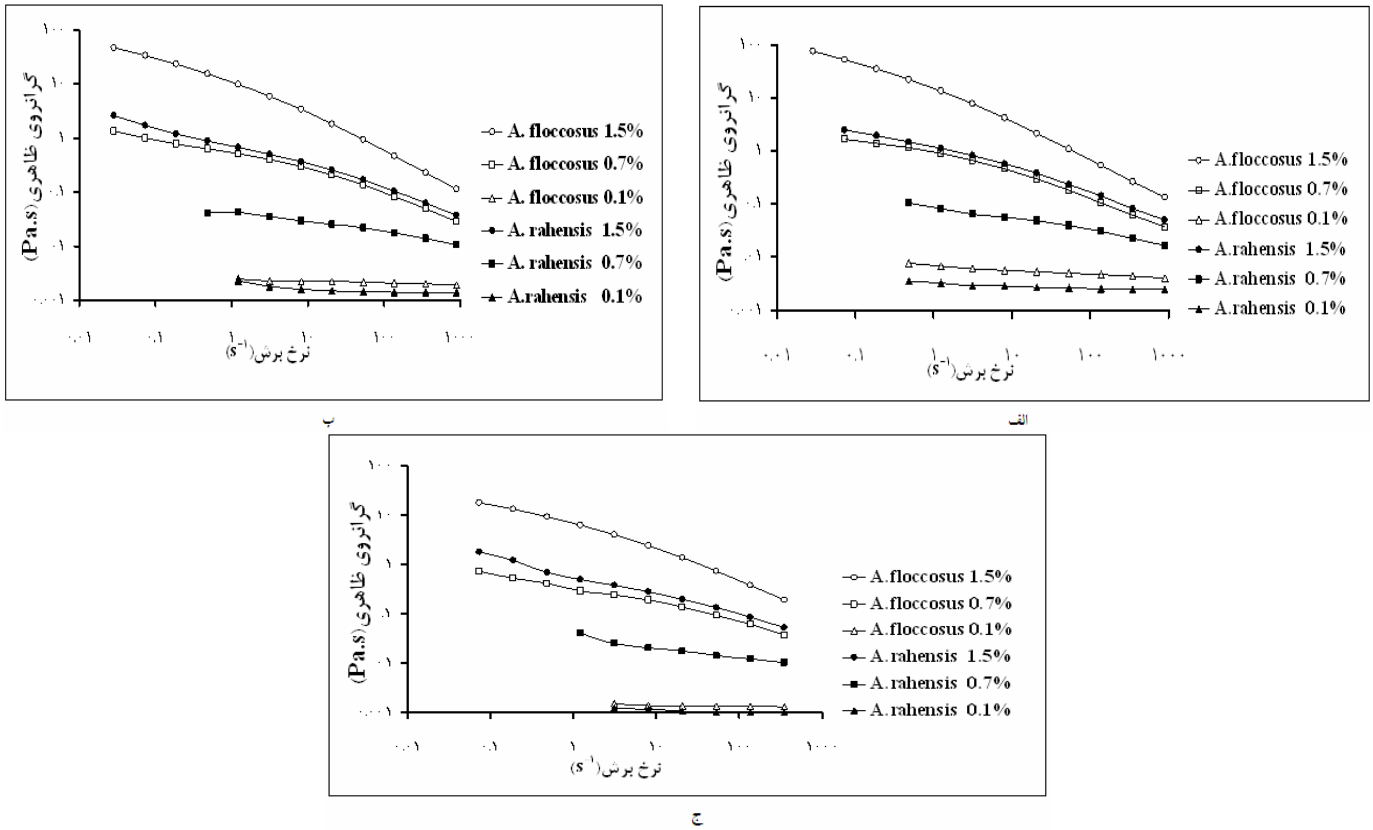
گونه	Zn	Fe	Mg	Na	Ca	K
A floccosus	۱/۸ ± ۰/۱۲a	۲۴/۳۸ ± ۰/۱۴ a	۲۹/۸۳ ± ۰/۶۲ a	۶۳ ± ۲/۷ a	۷۴۵۰/۶۲ ± ۱۶۲/۳۷ a	۲۶۵۵ ± ۲۵/۷۶ a
A. rahensis	۱/۳۷ ± ۰/۴۲ a	۲۴/۱۳ ± ۰/۸۷ a	۵۴/۴۱ ± ۰/۲۸b	۱۰۰/۵۸ ± ۰/۹۴ b	۴۸۴۲/۲۹ ± ۸۸/۹۰ b	۲۲۱/۲۵ ± ۴۸/۸۱ b

حروف یکسان، نشان دهنده عدم اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵٪ است

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-11-01]



شکل ۱- نمودارهای گرانروی درمقابل نرخ برش،برای سه غلظت ۰/۱٪،۰/۷٪ و ۱/۵٪ درآب دیونیزه دردماهای الف) ۳ °C ب) ۲۵ °C ج) ۴۵ °C



شکل ۲- نمودارهای گرانروی درمقابل نرخ برش، برای سه غلظت ۰/۱٪،۰/۷٪ و ۱/۵٪ در در NaCl ۰/۲مولار در دماهای الف) ۳ °C ب) ۲۵ °C ج) ۴۵°C

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-11-01]

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار ضریب قوام(m) برای دو گونه صمغ کتیرا، در شرایط مختلف دما، غلظت و قدرت یونی

گونه	قدرت یونی (mol Nacl)	دما ºC \ غلظت (درصد w/w)	۰/۱	۰/۷	۱/۵
A. floccosus		۳	۰/۰۳±۰/۰۰۱	۲/۵۴±۰/۰۰۶	۲۱/۹۲±۰/۴
	۰	۲۵	۰/۰۲±۰/۰۰۱	۱/۶۴±۰/۰۳	۱۸/۴۶±۰/۶
		۴۵	۰/۰۰۷۵± ۰/۰۰۰۲	۱/۱±۰/۰۱	۱۴/۱۱±۰/۸
	۰/۲	۳	۰/۰۰۶۸±۰/۰۰۰۲	۱/۶۱± ۰/۰۲	۲۰/۶۳±۰/۹
		۲۵	۰/۰۰۳۵±۰/۰۰۰۳	۱/۰۷±۰/۰۰۳	۱۷/۳±۰/۰۱
		۴۵	۰/۰۰۲۱±۰/۰۰۰۳	۰/۶۳± ۰/۰۳	۱۲/۱۲±۱
A .rahensis	۰	۳	۰/۰۰۹۵±۰/۰۰۰۴	۰/۱۹± ۰/۰۰۴	۲/۵۹±۰/۰۴
		۲۵	۰/۰۰۶۱±۰/۰۰۰۳	۰/۰۹±۰/۰۰۲	۱/۶۶±۰/۰۳
		۴۵	۰/۰۰۲۵±۰/۰۰۰۳	۰/۰۶±۰/۰۰۳	۱/۲۳±۰/۳
	۰/۲	۳	۰/۰۰۲۸±۰/۰۰۰۲	۰/۱۲±۰/۰۰۶	۱/۹۸±۰/۵
		۲۵	۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۵±۰/۰۰۱	۱/۲۷±۰/۰۴
		۴۵	۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۳±۰/۰۰۲	۰/۹۲۲±۰/۰۹

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار اندیس جریان(n) برای دو گونه صمغ کتیرا، در شرایط مختلف دما، غلظت و قدرت یونی

گونه	قدرت یونی (mol NaCl)	دما ºC \ غلظت (درصد w/w)	۰/۱	۰/۷	۱/۵
A. floccosus		۳	۰/۷۵±۰/۰۰۱	۰/۴۱± ۰/۱	۰/۲۵± ۰/۰۱
	۰	۲۵	۰/۷۶±۰/۰۳	۰/۴۳±۰/۰۰۳	۰/۲۵±۰/۰۰۴
		۴۵	۰/۸۶±۰/۰۰۳	۰/۴۹± ۰/۲	۰/۲۷± ۰/۰۳
	۰/۲	۳	۰/۹۲±۰/۰۴	۰/۴۴±۰/۰۵	۰/۲۶± ۰/۰۱
		۲۵	۰/۹۶±۰/۰۵	۰/۴۶±۰/۰۰۶	۰/۲۶±۰/۰۰۴
		۴۵	۰/۹۸±۰/۰۴	۰/۵۲± ۰/۱	۰/۲۸±۰/۰۳
A .rahensis	۰	۳	۰/۸۶±۰/۰۲	۰/۶۹± ۰/۰۱	۰/۴۴±۰/۰۱
		۲۵	۰/۸۸±۰/۰۲	۰/۷۴± ۰/۰۳	۰/۴۸± ۰/۰۱
		۴۵	۰/۹۱±۰/۰۰۳	۰/۷۶± ۰/۱	۰/۴۹±۰/۰۳
	۰/۲	۳	۰/۹۷±۰/۰۲	۰/۷۱± ۰/۰۴	۰/۴۵± ۰/۱
		۲۵	۰/۹۸±۰/۰۴	۰/۷۶±۰/۰۲	۰/۴۹±۰/۰۲
		۴۵	۰/۹۹±۰/۰۴	۰/۷۹± ۰/۰۹	۰/۵±۰/۰۶

جدول ۵- مقادیر ثابت‌های مدل آرنیوس برای دو گونه صمغ در غلظت‌ها و قدرت‌های یونی مختلف

		انرژی اکتیواسیون (kj/mol)		ثابت آرنیوس (Pa.s)	
گونه	**غلظت(w/w) درصد**	**۰ مول نمک**	**۰/۲ مول نمک**	**۰ مول نمک**	**۰/۲ مول نمک**
A. floccosus	۰/۷	۱۴/ ۵۴ R=۰/۹۹	۱۵/۹۸ R=۰/۹۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۶
A. floccosus	۱/۵	۶/۷۸ R=۰/۹۳	۹/۰۸ R=۰/۹۳	۱/۱۲	۰/۴۱
A. rahensis	۰/۷	۲۰/۰۸ R=۰/۹۹	۲۲/۷۸ R=۰/۹۹	$۳/۰۶ \times ۱۰^{-۵}$	$۵/۷۵ \times ۱۰^{-۶}$
A. rahensis	۱/۵	۱۲/۹۸ R=۰/۹۹	۱۳/۳۱ R=۰/۹۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-11-01]

• بحث

ویژگی‌های شیمیایی: تفاوت در ساختار شیمیایی صمغ‌ها، باعث تفاوت در ویژگی‌های عملکردی آنها می‌شود و به همین دلیل، بر کارایی و کاربرد آنها تأثیر می‌گذارد. همان طور که در جدول‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، گونه *A. floccosus* دارای رطوبت و خاکستر بیشتر و پروتئین کمتر است. در مقایسه با نتایج به دست آمده توسط *Debon* و *Tester*(۱۵) روی گونه‌ای نامعلوم، مشخص می‌شود که صمغ‌های به دست آمده از گونه‌های مختلف، به لحاظ رطوبت، متفاوت هستند. با توجه به اینکه نمونه‌ها، در شرایط یکسان نگهداری شده‌اند، تفاوت در محتوای رطوبت، نشان دهنده میان‌کنش‌های متفاوت آب-پلی ساکارید است. میزان پروتئین برحسب نیتروژن محاسبه شده با روش کلدال و با استفاده از ضریب تبدیل نیتروژن به پروتئین به دست آمده از منابع پیشین(۱۶) تعیین شد. این بخش پروتئینی می‌تواند از طریق پیوند کووالانت به زنجیره پلی‌ساکاریدی متصل باشد. با وجود این، تحقیقات در مورد وجود این نوع اتصالات ادامه دارد(۱۷).

تحقیقات قبلی نشان دادند که میزان کربوهیدرات موجود در بسیاری از صمغ‌ها از جمله کتیرا، از طریق فرمول با میزان محاسبه شده به روش GLC (Gas- Liquid Chromatography) مطابقت بسیار بالایی دارد(۱۵). به این ترتیب، میزان کربوهیدرات برای هر دو گونه صمغ، محاسبه شد.

از سوی دیگر مشخص شد، عمده‌ترین عناصر موجود در هر گونه، به ترتیب، کلسیم و پتاسیم است که این موضوع با گزارشات قبلی مطابقت دارد (۱۵).با توجه به مقادیر مختلف ترکیبات و عناصر شیمیایی به دست آمده از این تحقیق و تحقیقات پیشین، مشخص می‌شود که ترکیب شیمیایی صمغ، به شدت وابسته به گونه گیاه گون است.

ویژگی‌های رئولوژیک:

اثر نرخ برش بر پارامترهای جریان: رفتار سود و پلاستیک یا نرم شونده با برش(shear thining) برای هر دو گونه صمغ در غلظت‌ها و دماها و قدرت‌های یونی مختلف، مشاهده شد. چنین رفتاری برای بسیاری از هیدروکلوئیدها مشاهده شده است (۱۸) کاهش گرانروی ظاهری با افزایش نرخ برش، به افزایش جهت یافتن پلی‌ساکاریدهای سازنده سیستم مورد آزمایش در اثر نرخ برش، نسبت داده می‌شود(۲۰, ۱۹).

اصولاً وابستگی گرانروی ظاهری به نرخ برش، در مقادیر پایین تر نرخ برش، کمتر از مقادیر بالا است. با این تفاوت که گرانروی ظاهری در بسیاری از صمغ‌ها، در نرخ‌های برش پایین، ثابت مانده و تابع نرخ برش نیست (شیب نمودار برابر با صفر) وبه آن η_0 اطلاق می‌شود. در حالی که در مورد کتیرا، در این ناحیه، گرانروی تابعِ نرخ برش، شیب اندکی دارد. این پدیده در مطالعات پیشین در مورد برخی سیستم‌های ناهمگن و مخلوط‌های پلی‌ساکاریدی مشاهده شده بود(۱۶). دلیل عدم مشاهده η_0 می‌تواند این موضوع باشد که صمغ کتیرا از دو جزء محلول(تراگاکانتین) و نامحلول (باسورین) که به ترتیب اندازه شعاع هیدرودینامیک در حدود ۱۰۰نانومتر و چند صد میکرومترتشکیل شده است (۱۲) و این دو جزء، پیوند سستی با یکدیگر دارند، به طوری که در آب ساکن یا با سانتریفوژ کردن به سادگی ازهم جدا می‌شوند. بنابراین، پراکنش کتیرا در نرخ برش‌های پایین، رفتار ویژه سیستم‌های پلی‌دیسپرز را بروز می‌دهند. اگر نرخ برشی را که در آن، تغییر حساسیت نسبت به برش رخ می‌دهد، نرخ برش بحرانی(γ_c) بنامیم، آن گاه ملاحظه می‌شود که با افزایش غلظت، نرخ برش بحرانی، به مقادیر کمتر، انتقال می‌یابد. درمورد بسیاری از صمغ‌ها نشان داده شده که در نرخ برش‌های کمتر از γ_c گرانروی ظاهری سیال، ثابت باقی می‌ماند و تابع نرخ برش نیست. سیال در این ناحیه، یک رفتار نیوتونی نشان می‌دهد. درحالی که در نرخ برش‌های بزرگتر از η_0 رفتار سودوپلاستیک دارد.

مشخص شده است که هر چه ساختار صمغ، سخت تر (rigid) و گسترده‌تر باشد، در نرخ برش پایین‌تر، رفتار سود و پلاستیک آغاز می‌شود(۲۰). به طور کلی، مواردی نظیر وزن مولکولی، میزان زنجیره‌های جانبی و طول

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-11-01]

زنجیره‌ها و شکل فضایی پلی‌ساکاریدهای صمغ در محلول بر میزان η_0 و سایر خصوصیات رئولوژیک بیوپلیمرها موثر است. همان طور که در نمودارهای ۱ تا ۳ مشاهده می‌شود، میزان η_0 گونه *A. rahensis* از گونه *A. floccosus* بیشتر است. این موضوع را می‌توان به صورت‌های مختلف تفسیر کرد. از جمله اینکه پلیمرهای موجود در صمغ *A. floccosus* ساختار سخت‌تری دارند. در توجیه این پدیده می‌توان گفت که در گونه *A. floccosus* محتوای اورونیک اسید اسکلت اصلی صمغ، نسبت به گونه *A. rahensis* بالاتر است (نتایج منتشر نشده است). این موضوع می‌تواند ناشی از وجود گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیل بیشتر در ساختار گونه *A. floccosus* باشد که در نتیجه، قدرت ایجاد پیوند با آب را بیشتر می‌کند.

اثر غلظت: با افزایش غلظت در تمام محدوده نرخ برش، گرانروی ظاهری بالا می‌رود و نرخ برش بحرانی به مقادیر کمتر منتقل می‌شود. به عبارت دیگر، ناحیه سود و پلاستیک از نرخ برش‌های کمتر آغاز می‌شود. این موضوع با رفتارهای مشاهده شده در این خصوص مطابقت دارد(۲۲-۲۰) .

اثر قدرت یونی: در مقایسه نمودارها مشخص شد که بالا رفتن قدرت یونی، موجب کاهش گرانروی ظاهری هر دو گونه در تمام غلظت‌ها و در هر سه دما می‌شود. مشابه این وضعیت در مورد بسیاری از صمغ‌ها با ساختار آنیونی نظیر پکتین و صمغ عربی مشاهده شده است(۲۴، ۲۳).اصولا ساختار اورونیک اسید موجب باردار بودن صمغ شده و در آب خالص، میزان بارهای موجود به دلیل آزاد شدن H^+ از گروه‌های COOH زیادتر می‌شود. دافعه بین این بارها، موجب ساختار گسترده تر و در نهایت گرانروی بالاتر می‌شود. افزودن نمک موجب خنثی شدن این بارها می‌شود. در نتیجه، دافعه کاهش می‌یابد و ساختار پلی‌ساکارید به حالت زنجیره انعطاف‌پذیر در می‌آید و در مجموع گرانروی کاهش می‌یابد. در جدول ۳ مشاهده می‌شود که اثر نمک برکاهش گرانروی گونه *A. floccosus* بیش از گونه *A. rahensis* است. این موضوع، احتمالاً به دلیل محتوای اورونیک اسید پایین‌تر گونه *A. rahensis* است (۲۵، ۱۲).

اثر دما: همان طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، انرژی اکتیواسیون به عنوان معیاری از حساسیت ضریب قوام سیال به دما، در مورد گونه *A. rahensis* در هر دو غلظت ۰/۷ و ۱/۵ و در هر دو قدرت یونی، از گونه *A. floccosus* بالاتر است. اصولا افزودن نمک به سیستم، باعث افزایش حساسیت به دما شده است. هر قدر انرژی اکتیواسیون جریان، کمتر باشد، نشان دهنده میان‌کنش‌های درونی و برونی زنجیره پلی‌ساکارید در غلظت معین است. بنابراین، مشخص می‌شود که در عدم حضور نمک، این میان‌کنش‌ها کمتر بوده و در واقع، وجود بارهای منفی روی اسکلت اصلی صمغ، باعث دافعه بین بخش‌های مختلف یک زنجیره پلی‌ساکاریدی و همچنین بین دو زنجیره پلی‌ساکارید مختلف می‌شود.

• References

1. Lynn Li, Yuet Hee L, Jacqout M, Hardy J, Desobry S. Formulating polymeric gels simulating soft cheeses' texture. Food Hydrocolloids 2008;22(5):925-33.
2. Cui W.S. Food Carbohydrates. Florida: Taylor & Francis Group .2005
3. Maurice Renaud MNB, Rinaudo M. Rheological behaviour of polysaccharide aqueous solutions. Polymer 2005;46:12348-58
4. Weiping W. AB. Tragacanth. In: WILLIAMS, P. A., PHILLIPS, Hand book of food hydrocolloids. Cambridge: Wood head publishing Ltd. 2000. 231-246
5. Yaseen E.I, Herald TJ, Aramouni FM, Alavi S. Rheological properties of selected gum solutions. Food Res Int 2005;38(2):111-9
6. Anderson DMW. Evidence for the safty of gum tragacanth and modern criteria for the evaluation of food additives. Food Addit Contam. 1989;12-6:1
7. Imeson A. Thickening and Gelling Agents for Food. London: Chapman & Hall; 1992.
8. Morton JF . Major Medicinal Plants. Illinois: Springfield, : Charles C. Thomas 1977.
9. Leung A, NY. *Encyclopedia of Common Natural Ingridients Used in Food Drugs and Cosmetic*. New York: J. Willy and Sons 1980311-313
10 Eastwood MA. The effects of dietary gum tragacanth in man. Toxicol Lett. 1984; 21(1):73-81

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-11-01]

11. Stauffer KR, Andon, SA. Comparison of the functional characteristics of two grades of tragacanth. Food Technol 1975;29 (4):46.-51
12. Mohammadifar MA, Musavi M, Kiumarsi A, Williams PA. Solution properties of Tragacanthin (water-soluble part of gum tragacanth exudate from Astragalus gossypinus). Int J Biol Macromol 2006;38(1)31-9.
13 Abbasi S, Rahimi S. Influence of concentration, temperature, pH and rotational speed on the flow behavior of Iranian gum Tragacanth(katira) solution. IJFST 2006;2(4):42-9[in Persian]
14 Miller-Ihli NJ. Trace element detetminations in foods and biological samples using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry and flame atomic absorbtion spectrometry. J Agric Food Chem 1996;44:2675
15. Debon SJJ, Tester RF. In vitro binding of calcium,iron and zinc by non-starch polysaccharides. Food Chem. 2001(73):401-10.
16. Aderson DMW. The amino acid composition of the proteinaceous component of gum Tragacanth (Asiatic Astragalus spp.). Food Addit Contam 1985;2(4):231-5
17. Brett C, Waldron K. physiology and biochemistry of plant cell walls. 2nd ed. London: Chapman and Hall. 1996
18. Togrul H, Arslan N. Production of carboxymethyl cellulosefrom sugar beet pulp cellulose and rheological behavior of carboxymethyl cellulose. Carbohydr Pol. 2003(54)73-82.
19. Rha C, ed. Theories and principles of viscosity. Dordrecht, The Netherlands: Reidel 1975.
20. Lapasin R. Rheology of industrial polysaccharides: theory and applications: Blackie, Glascow 1995
21. Mothe CG, Rao MA .Rheological behavior of aqueous dispersions of cashew gum and gum arabic: effect of concentration and blending. Food Hydrocolloids 1999(13):501-6
22. Rodd AB, Dustan DE, Boger DV. Characterisation of xanthan gum solutions using dynamic light scattering and rheology. Carbohydrate Polymers. 2000(42):159-74
23. Lefebvre J, Doublier Jl . Rheological behavior of polysaccharides aqueous systems. New York: Marko Decker 2005.
24. Marcotte M, Taherian AR, Triguia M, Ramaswamy HS. Evaluation of rheological properties of selected salt enriched food hydrocolloids. Food eng 2001;48(2):157-67.
25. Vinod VTP, Sashidhar RB, Sarma VUM, Vijaya Sardahi UVR. Compositional analysis and rheological properties of gum kondagogu (Cochlospermum gossypium): a tree gum from India. J Agric Food Chem 2008(56):2199-2207

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-11-01]

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-11-01]