

طبیعت پلی‌الکترولیتی صمغ دانه شاهی

حجت کاراژیان^۱

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۱

تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۱

چکیده

دانه شاهی بعنوان یک منبع جدید هیدروکلونیدی انتخاب شد و برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی بنیادی آن نظیر ویسکوزیته ذاتی و گروه‌های عملگراندازه گیری شد. طیف FT-IR پلیمر صمغ دانه شاهی نشان داد که پلیمر متشکل از کربوهیدرات با گروه‌های عملگر کربوکسیل و هیدروکسیل است. ویسکوزیته ذاتی در آب دیونیزه ۱/۳۳ ml/mg (میلی لیتر بر میلی گرم) به دست آمد. هیدروکلونید دانه شاهی دارای طبیعت پلی‌الکترولیتی با یک تمایل به نمک‌ها است بطوریکه افزودن نمک‌ها باعث کاهش ویسکوزیته ذاتی عصاره گردید.

واژه‌های کلیدی: دانه شاهی، گروه‌های عملگر، ویسکوزیته ذاتی

مقدمه

هیدروکلونیدها، بیوپلیمرهایی با وزن مولکولی بالا و آبدوست هستند که به عنوان اجزاء عملگر یا کارکردی^۲ در فرمولاسیون‌های غذایی استفاده می‌شوند (۴). اهمیت هیدروکلونیدها به واسطه خواص کارکردی آن‌ها است. ویژگیهای محلول‌های پلیمرها توسط خواص اولیه مولکولی از قبیل وزن مولکولی، ویسکوزیته ذاتی، گروه‌های عملگر و ساختار شیمیایی کنترل می‌شود.

ویسکوزیته ذاتی یک پارامتر عملی مفید در مطالعه محلول‌های رقیق است. ویسکوزیته ذاتی معیاری از حجم هیدرودینامیکی اشغال شده توسط مولکول‌های پلیمر در یک محلول است. ویسکوزیته ذاتی پلیمرها به وزن مولکولی و ابعاد زنجیره آنها بستگی دارد (۶). در محلول‌های رقیق، زنجیره‌های پلیمر از همدیگر جدا هستند و ویسکوزیته ذاتی یک پلیمر در محلول فقط به ابعاد زنجیره پلیمر بستگی دارد. از آنجایی که ویسکوزیته ذاتی حجم هیدرودینامیک مولکول پلیمر را نشان می‌دهد و با وزن مولکولی ارتباط دارد، بینش عمیقی در جهت خواص مولکولی یک بیوپلیمر ارائه می‌دهد (۱۹). یکی از آسانترین روش‌ها برای ارزیابی و تشخیص برهم‌کنش‌های بین نمک‌ها و صمغ از طریق اندازه‌گیری ویسکوزیته ذاتی است. ویسکوزیته ذاتی اندازه‌ای از توانایی اصلی یک پلیمر جهت افزایش

ویسکوزیته محلول است.

پلی‌ساکاریدهای استخراج شده از گیاهان در صنایع غذایی بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. این پلیمرها به دلیل طبیعی بودن برای بسیاری از مصرف‌کنندگان از مطلوبیت بیشتری برخوردار هستند (۱۳). اخیراً تقاضا برای هیدروکلونیدها با خواص کارکردی ویژه افزایش یافته است، بنابراین یافتن منابع جدید صمغ‌های گیاهی با خواص مناسب جهت استفاده در صنعت اهمیت ویژه‌ای دارد و محققان صنعت غذا همواره به دنبال یافتن منابع جدید پلی‌ساکاریدی می‌باشند. صمغ‌های حاصل از دانه‌ها افزودنی‌های غذایی مهمی در صنایع غذایی به شمار می‌روند (۲۲ و ۲۳). موسیلاژهای دانه‌ای و پلی‌ساکاریدهای گیاهی به آسانی در دسترس می‌باشند و به دلیل قیمت مناسب اهمیت ویژه‌ای دارند و اکثر آن‌ها در فرمولاسیون‌های غذایی قابل استفاده هستند.

گیاه شاهی^۳ با نام علمی لپیدیوم ساتیوم^۴ از خانواده کروسیفرا^۵ بوده و در انگلیسی عموماً تحت عنوان "شاهی باغی"^۶ نامیده می‌شود. شاهی یک گیاه کوچک، علفی، بدون کرک یک ساله و به ارتفاع ۵۰cm است. این گیاه بومی کشورهای جنوب و جنوب غربی آسیا می‌باشد. دانه‌های شاهی قهوه‌ای رنگ مایل به قرمز، طول حدود ۳۰۰ μm (میکرومتر) و پهنای حدود ۱۰۰ μm (میکرومتر) و بیضی

3- Cress seed

4- *Lepidium sativum*

5- Cruciferae

6- Garden cress (water cress)

۴- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تربت حیدریه

Email: Hojjat_Karazhiyan@Yahoo.com

2- Functional ingredient

(متوقف کننده)^۲: ۴۰۰۰ ± ۱۲ دالتون). عملیات دیالیز به مدت ۳۶ ساعت و در آب دیونیزه صورت گرفت و این آب هر چهار ساعت عوض شد. پس از این مدت محلول از داخل کیسه دیالیز خارج و به ستون تعویض کاتیون که توسط رزین آمرلیت - ۱۲۰ پر شده است، انتقال داده شد (ارتفاع رزین ۲۰ سانتیمتر). این ستون قبلاً کاملاً با ۴۵۰ ml ۱۰۰ میلی‌لیتر) اسید سولفوریک ۲ مولار شسته شده و سپس شستشوی ستون با آب مقطر تا زمانیکه کاملاً عاری از سولفات باشد، ادامه می‌یابد. محلول بصورت قطره قطره به داخل این ستون اضافه شده و محلول خروجی از رزین جمع‌آوری و با سود در حضور معرف فنل فتالین تیترا شد. وزن هم ارز اسید و درصد ارونیک اسید به ترتیب از روابط (۱) و (۲) محاسبه گردید (۳).

$$(۱) \quad (\text{مولاریته قلیا} \times \text{حجم تیتراسیون}) / \text{وزن نمونه} \times ۱۰۰ = \text{وزن هم ارز اسید}$$

$$(۲) \quad \text{وزن هم ارز اسید} / ۱۰۰ \times \text{جرم مولی ارونیک اسید} = \text{درصد ارونیک اسید}$$

اسپکتروسکوپی FT-IR

یک محلول (w/v) ۰/۵ درصد وزنی - حجمی صمغ دانه شاهی تهیه و به مدت ۱۲ ساعت به هم زده شد و سپس توسط پروپان ۲ اول (نسبت حجمی ۱ به ۲) ته‌نشین شد. مخلوط توسط سانتریفوژ (مگافوگا 1.0 R، هراثوس، کندرولب، آلمان) در ۲۵۰۰ rpm (دور در دقیقه) بمدت ۱۰ دقیقه جداسازی شد. فاز ته‌نشین شده جمع‌آوری و سه مرتبه با پروپان ۲ اول شسته شد و در نهایت بمدت ۱۰ دقیقه و در ۲۵۰۰ rpm (دور در دقیقه) جهت حذف ناخالصی‌ها سانتریفوژ شد. فاز ته‌نشین شده نهایی در آون (هراثوس، کندرولب، آلمان) بمدت یک شب در دمای ۵۰°C خشک شد. از ماده خشک شده از آون یک محلول (w/w) ۱ درصد وزنی - وزنی تهیه شد و یک لایه نازک (فیلم) از این محلول پس از خشک شدن (۶۰°C بمدت ۶ ساعت) جهت آزمون اسپکتروسکوپی مورد استفاده قرار گرفت.

گروه‌های ساختاری اصلی نمونه با استفاده از اسپکتروسکوپی زیر قرمز تبدیل فوریه^۳ (اسپکتروم RX-1، پریکن المر) شناسایی شدند. فیلم نمونه بین قرص‌های (پلت) کلرید سدیم فشرده شدند و توسط شیوه جذب ۴۰۰۰ تا ۴۰۰ cm⁻¹ (بر سانتیمتر) در یک تفکیک پذیری^۵ 4cm⁻¹ مورد آزمون قرار گرفتند.

ویسکوزیته ذاتی^۶

ویسکوزیته ذاتی با استفاده از یک ویسکومتر لوله موینه کالیبره

شکل هستند. ۱۰۰ دانه دارای وزنی حدود ۰/۲ گرم دارند. هنگامی که دانه‌ها در آب خیسانده می‌شوند به سرعت آب جذب می‌کنند و یک مایع چسبناک و بی‌مزه‌ای را تولید می‌کنند. مشخص شده است که دانه‌ها حاوی یک مقدار بسیار زیاد ترکیبات موسیلاژی هستند (۱۰ و ۲۰). از این رو برای عصاره هیدروکلوئیدی دانه شاهی می‌توان یک بازار مناسب جهت جایگزینی برای بعضی از هیدروکلوئیدهای موجود فراهم نمود. از آنجایی که آگاهی بسیار خوبی از موارد کاربرد دارویی این دانه ایجاد شده است، بدیهی است مواد غذایی فرموله شده با صمغ دانه شاهی هم بخوبی توسط مصرف‌کنندگان مورد پذیرش قرار می‌گیرند.

بررسی منابع بیانگر فقدان اطلاعات علمی و شناخت کامل از ترکیبات فیزیکی شیمیایی عصاره هیدروکلوئیدی دانه شاهی است. بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی برخی از خصوصیات اولیه و بنیادی فیزیکی شیمیایی هیدروکلوئید استخراج شده از دانه‌های این گیاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

دانه شاهی از یک داروخانه گیاهی (عطاری) در شهر مشهد تهیه شد. دانه‌ها بطور دستی و به دقت جهت حذف تمام ذرات خارجی نظیر گرد و خاک، سنگ ریزه، آشغال و سایر دانه‌ها تمیز شدند. صمغ دانه شاهی از دانه کامل و با استفاده از آب مقطر با نسبت آب به دانه ۳۰ به ۱ و pH معادل ۱۰ استخراج شد. درجه حرارت آب ۳۵°C تنظیم شد و مخلوط آب و دانه در طی فرآیند حرارت‌دهی (مدت زمان استخراج) که ۱۵ دقیقه بود به طور مداوم هم زده می‌شد. جداسازی صمغ از دانه‌های متورم با عبور دانه‌ها از یک اکستر اکتور مجهز به صفحه چرخنده (استخراج کننده آزمایشگاهی، شرکت پارس خزر، ایران) صورت گرفت. محلول بدست آمده پس از عبور از صافی خلاء به منظور حذف ذرات اضافی صاف شد و سپس در آون (بایندر ۷۲۰۰ تاتلینگن، آلمان) در دمای ۶۰°C خشک گردید. سپس توده استخراجی خشک شده آسیاب شد و پس از بسته‌بندی در شرایط خشک و خنک نگهداری شد.

آزمونهای فیزیکی شیمیایی صمغ هیدروکلوئیدی دانه

شاهی

وزن (معادل) هم ارز اسید^۱

ابتدا ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول ۰/۱ درصد وزنی - حجمی دیالیز شد (مدل ویسکینگ، قطر ۲۸ میلی‌متر، وزن ملکولی ذرات عبوری

1- Acid Equivalent weight

2- Molecular weight cut off

3- Fourier – transform infrared spectroscopy

4- Pellet

5- Resolution

6- Intrinsic viscosity

ویسکوزیته درونی یا اصلی $(\ln_{rel}/C)^y$ بعنوان تابعی از غلظت در یک منحنی رسم می‌شوند و ویسکوزیته ذاتی با برون‌یابی داده‌ها تا غلظت صفر به دست می‌آید. میانگین ویسکوزیته ذاتی حاصل از معادلات هوگینز و کرامر بعنوان ویسکوزیته ذاتی صمغ دانه شاهی گزارش شد.

نتایج و بحث

طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه (اسپکتروسکوپی FT-IR)

هدف اصلی از آنالیز اسپکتروسکوپی IR تعیین گروه‌های عملگر شیمیایی در نمونه است. گروه‌های عمل کننده مختلف فرکانس‌های مشخصی از اشعه IR را جذب می‌کنند. اسپکتروسکوپی زیر قرمز یک ابزار مناسب در نمایش تغییرات ساختاری در بیوپلیمرها است. در شکل ۱ طیف FT-IR نمونه نشان داده شده است. طیف FT-IR کربوهیدرات‌ها برای تعیین سیمای ساختاری آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. عدد موجی^۱ بین ۹۵۰ تا ۱۲۰۰ cm⁻¹ (بر سانتی‌متر) گاهی اوقات "اثر انگشت"^۲ مولکول‌ها نامیده می‌شود به دلیل اینکه امکان تشخیص گروه‌های شیمیایی اصلی در پلی‌ساکاریدها را میسر می‌سازد (جایگاه و شدت پیوندها برای هر پلی‌ساکارید اختصاصی است) (۵)، بنابراین عدد موجی^۳ ۹۹۰-۱۱۵۰ cm⁻¹ نشان داده شده در شکل ۱ به پیوند کششی C-O، C-O-C با کربوهیدرات‌ها همخوانی دارد (ناحیه "اثر انگشت" برای کربوهیدرات‌ها). عدد موجی ۱۴۰۰ و ۱۶۰۰ بر سانتی‌متر به ترتیب به C-OO سیمتریک و آسیمتریک کششی نسبت داده می‌شود. عدد موجی^۴ ۲۹۰۰ cm⁻¹ به C-H کششی سیمتریک، آسیمتریک و گاهی اوقات هم‌پوشانی دوتایی با O-H مربوط است. عدد موجی ۳۰۳۰ و ۳۶۰۰ cm⁻¹ به اسیدهای کربوکسیلیک و O-H کششی ارتباط دارند. طیف FT-IR پلیمر صمغ دانه شاهی حضور گروه‌های کربوکسیل را ثابت کرد که می‌تواند به عنوان جایگاه‌های اتصال برای یون‌ها به کار گرفته شوند.

وزن معادل اسید ۱۰۲۵/۶۴ و درصد ارونیک اسید ۱۵٪ بدست آمد که حضور گروه‌های کربوکسیل را تأیید می‌کند. حضور حدود ۱۵ درصد ارونیک اسید اشاره به طبیعت پلی الکترولیت عصاره دانه شاهی دارد، که مطابق با نتایج حاصل از FT-IR است.

شده آبلود^۱ (کانن آبلود، سمی میکرو ویسکومتر شماره ۷۵) تعیین شد. این دستگاه مجهز به یک حمام آب با دمای ثابت می‌باشد. نمونه‌ها در دمای اتاق و در یک غلظت ثابت ۱/۵ mg/ml (میلی‌گرم بر میلی‌متر) در آب دیونیزه و غلظت‌های مختلف نمک طعام (کلرید سدیم) (۰/۰۱، ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ و ۱ مولار) تهیه شدند و جهت هیدراسیون کامل بمدت یک شب بر روی مخلوط کن غلظکی (SRT2، استوارت، بریتانیا) نگه داشته شدند.

نمونه‌ها توسط سمپلر^۲ وارد ویسکومتر شده و سپس توسط پوآر به قسمت بالایی بازوی ویسکومتر مکش اعمال می‌شود تا اینکه مایع به درون حباب بالایی کشیده شود. زمانیکه مکش برداشته شود در اثر نیروی جاذبه، مایع جریان می‌یابد. مدت زمانی که مایع از محل خط نشانه بالایی به خط نشانه پایینی می‌رسد توسط یک کرنومتر اندازه‌گیری می‌شود. برای هر رقت حداقل دو یا سه بار مدت زمان عبور مایع قرائت می‌شود و میانگین آنها به عنوان مدت زمان عبور مایع یادداشت می‌شود (۱۷ و ۱۸).

در ابتدا زمان عبور حلال (که آب دیونیزه یا غلظت‌های مذکور نمک طعام می‌باشد) اندازه‌گیری شد. سپس زمان عبور ۲ میلی‌لیتر از محلول صمغ دانه شاهی در غلظت ۱/۵ mg/ml اندازه‌گیری شد. سپس محلول مورد آزمون ویسکومتر با افزودن ۰/۴، ۰/۶، ۱، ۲، ۴ و ۵ میلی‌لیتر از حلال، رقیق شد و زمان عبور هر یک از این رقت‌ها نیز اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها در سه سطح دمایی ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سانتیگراد صورت گرفت.

ویسکوزیته نسبی^۳ برای بالاترین و پایین‌ترین غلظت‌ها به ترتیب در محدوده ۱/۸ الی ۱/۲ بود. یکی از روشها جهت تعیین ویسکوزیته ذاتی^۴ (L) برون‌یابی تا رقت بی‌نهایت بر اساس معادلات هوگینز (۹) و کرامر (۱۲) می‌باشد (به ترتیب معادلات (۳) و (۴)).

$$sp/C = [\eta] + [\eta]^2 C \quad (3)$$

$$\ln_{rel}/C = [\eta] + K'' [\eta]^2 C \quad (4)$$

که ویسکوزیته مخصوص^۴ (sp) از رابطه (۵) بدست می‌آید:

$$sp = (\eta_{rel} - \eta_s) / \eta_s = \eta_{rel} - 1 \quad (5)$$

و ویسکوزیته نسبی^۳ (rel) از رابطه (۶) بدست می‌آید.

$$(\eta_{rel}) = \eta / \eta_s \quad (6)$$

ثابت معادله هوگینز^۴ k ثابت معادله کرامر می‌باشند. و s هم به ترتیب ویسکوزیته‌های محلول و حلال مورد استفاده می‌باشند. داده‌های ویسکوزیته نقصانی^۵ یا عدد ویسکوزیته^۶ (sp/C) و

- 1- Ubbelohde
- 2- Sampler
- 3- Relative viscosity
- 4- Specific viscosity
- 5- Reduced viscosity
- 6- Viscosity number

- 7- Inherent viscosity
- 8- Wave number
- 9- Finger print

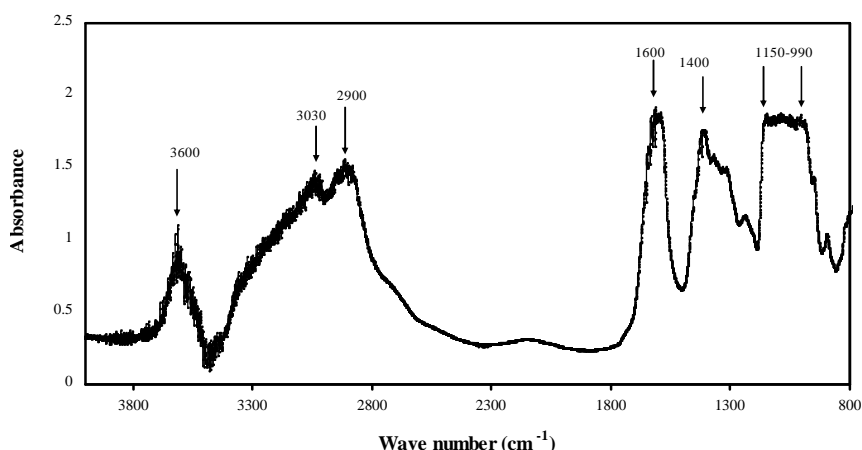
ویسکوزیته ذاتی

تعیین ویسکوزیته ذاتی صمغ هیدروکلونیدی دانه شاهی

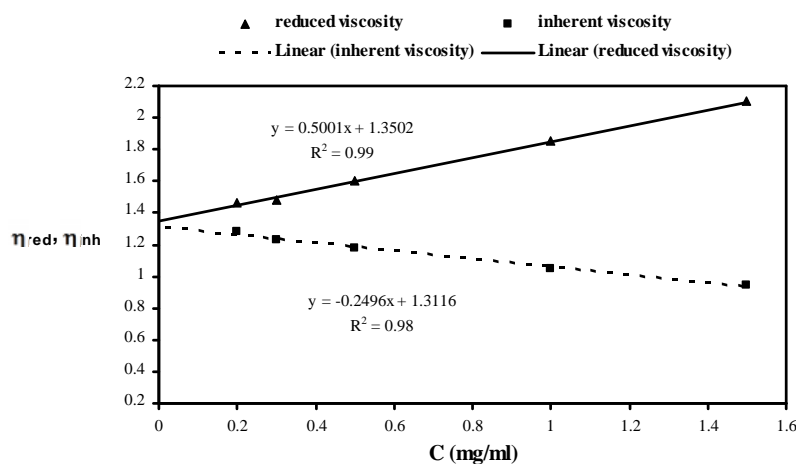
منحنی‌های حاصل از ویسکوزیته نقصانی و ویسکوزیته درونی در برابر غلظت‌های مختلف عصاره (۰/۲ الی ۱/۵ mg/ml میلی گرم بر میلی لیتر) در آب دیونیزه و محلول ۰/۲ مولار نمک طعام در اشکال ۲ و ۳ نشان داده شده است. ویسکوزیته ذاتی با برون یابی تا غلظت صفر تعیین شد و میانگین این ویسکوزیته که برای معادلات هوگینز و کرامر به دست آمد به عنوان ویسکوزیته ذاتی صمغ دانه شاهی گزارش شد.

همچنانکه مشاهده می‌شود ضرایب تبیین برای معادلات هوگینز و کرامر بالا است ($R^2 > 0/9$) که نشان می‌دهد ویسکوزیته ذاتی به

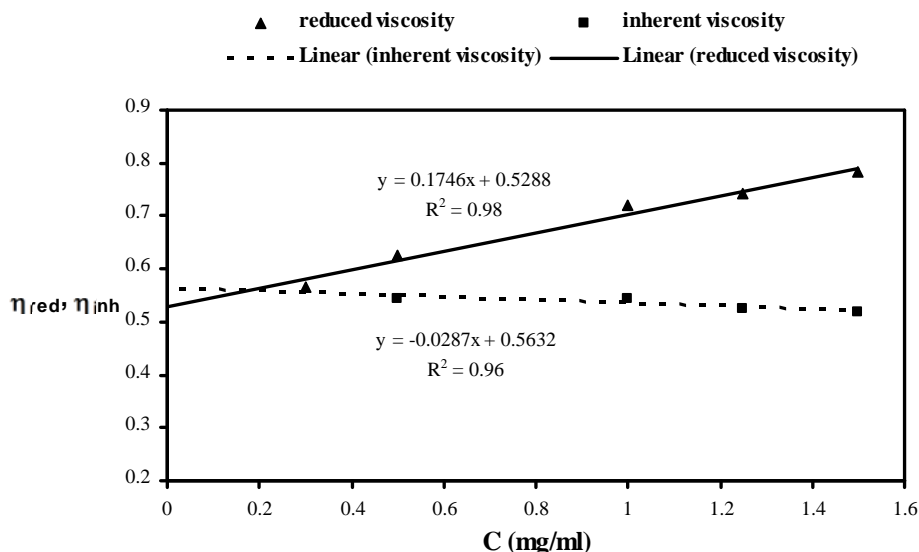
خوبی توسط این معادلات برازش شده است. ویسکوزیته ذاتی در آب دیونیزه در دمای 25°C ، $1/33 \text{ ml/mg}$ (میلی لیتر بر میلی گرم) و در محلول $0/2$ مولار نمک طعام $1/546$ (میلی لیتر بر میلی گرم) به دست آمد. این مقدار (ویسکوزیته ذاتی در آب دیونیزه) بسیار بیشتر از مقادیر گزارش شده برای وارپته‌های مختلف صمغ عربی است (۱). بورکوس و تملی (۲) ویسکوزیته ذاتی بتا گلوکان جو را $1/049 \text{ ml/mg}$ و گومز دیاز و ناوازا (۷) ویسکوزیته ذاتی آلژینات سدیم را $1/064 \text{ ml/mg}$ گزارش کردند. ویسکوزیته ذاتی کیتوزان که توسط کاسای و همکاران (۱۱) گزارش شده است $1/437 \text{ ml/mg}$ می‌باشد. این صمغ‌ها ویسکوزیته ذاتی نزدیک (یا بیشتر) از ویسکوزیته ذاتی صمغ دانه شاهی داشتند.



شکل ۳ طیف FT-IR صمغ هیدروکلونیدی دانه شاهی



شکل ۴ ویسکوزیته ذاتی صمغ دانه شاهی در دمای 25°C در آب دیونیزه



شکل ۴. ویسکوزیته ذاتی صمغ دانه شاهی در دمای ۲۵°C در محلول ۰/۲ مولار نمک طعام

بنابراین هیدروکلوئید دانه شاهی دارای طبیعت پلی الکترولیتی است و همچنان که مشاهده می شود افزودن نمکها باعث کاهش ویسکوزیته ذاتی عصاره گردید که نتایج فوق همراه با نتایج حاصل از طیف FT-IR، وزن معادل اسید و حضور ۱۵ درصد ارونیک اسید در صمغ تأیید مجددی بر طبیعت پلی الکترولیتی صمغ دانه شاهی است. نتایج در شکل ۵ نشان می دهد که ویسکوزیته ذاتی با افزایش دما کاهش می یابد. کاهش ویسکوزیته با افزایش دما طبیعی است، اما برای ویسکوزیته ذاتی کاهش ویسکوزیته ذاتی در اثر دما احتمالاً نشان دهنده جمع شدن و انقباض^۳ حجم زنجیره های پلیمری در اثر عوامل مختلف از جمله برهم کنش های هیدروفوبیک^۴ است.

ویتوراوونگ و همکاران (۲۱) نشان دادند که افزودن نمکها ویسکوزیته ذاتی صمغ گزانتان را ۵ تا ۱۰ مرتبه کاهش می دهد. هیگیرو و همکاران (۸) نیز کاهش را در ویسکوزیته ذاتی در اثر افزودن نمکهای مختلف و غلظت های مختلف نمک بر روی مخلوط صمغ گزانتان و لوبیای افاقیا در محلول های رقیق گزارش کردند.

نیکرسون و همکاران (۱۶) نشان دادند که ویسکوزیته ذاتی پلی ساکاریدهای ژلان به عنوان تابعی از افزایش غلظت نمک و دما کاهش می یابد. همچنین نیکرسون و همکاران (۱۵) ویسکوزیته ذاتی کاپا کاراگینان را در غیاب نمکها ۴۱/۲ dl/g (دسی لیتر بر گرم) تعیین کردند، در حالی که در حضور نمکها ویسکوزیته ذاتی کاهش پیدا کرد.

یو و همکاران (۲۴) کاهش معنی داری در افزایش غلظت های

ویسکوزیته ذاتی به عنوان تابعی از غلظت نمک

یکی از ساده ترین راهها برای ارزیابی برهم کنش های بین نمکها و صمغها اندازه گیری ویسکوزیته ذاتی می باشد. ویسکوزیته ذاتی، []، معیاری از توانایی درونی یک پلیمر جهت افزایش ویسکوزیته محلول است. نیروی الکترواستاتیک اثر مهمی بر آرایش فضایی پلی ساکاریدهای یونی و ویژگی های فیزیکی - شیمیایی مرتبط نظیر ویسکوزیته دارد. بنابراین انتظار می رود که محلولهای با ویسکوزیته های ذاتی پایین تر هیدروکلوئید دانه شاهی را با افزودن مقادیر ویژه ای از نمک شاهد باشیم.

نتایج در شکل ۴ نشان می دهد که افزایش نیروهای یونی از غلظت ۰ تا ۱ مولار نمک طعام کاهش معنی داری در ویسکوزیته ذاتی ایجاد کرده است. هم چنانکه از شکل ملاحظه می شود ویسکوزیته ذاتی در تمام دماها به بیش از ۵۰ درصد مقدار اولیه خود در غلظت ۰/۰۱ مولار نمک طعام افت پیدا کرده است. یک چنین رفتاری ممکن است به مولکول صمغ دانه شاهی، کنفورماسیون زنجیره و گروه های عاملی آن مربوط شود. در محلول آبی که هیچگونه نمکی اضافه نشده است مولکول فرض می شود که به علت دافعه الکترواستاتیکی^۱ منبسط و گسترده شود. هنگامی که نمک اضافه می شود، اثرات بارهای یونی و به دنبال آن پوشانده شدن گروه های باردار و انقباض ماکرومولکولها در حضور یونهای مخالف، مولکول را تحت تأثیر قرار می دهد و به آن شکل شبیه میله^۲ می دهد و از این رو حجم هیدرو دینامیکی و در نتیجه ویسکوزیته ذاتی کاهش می یابد.

3- Shrinkage
 4- Hydrophobic interaction

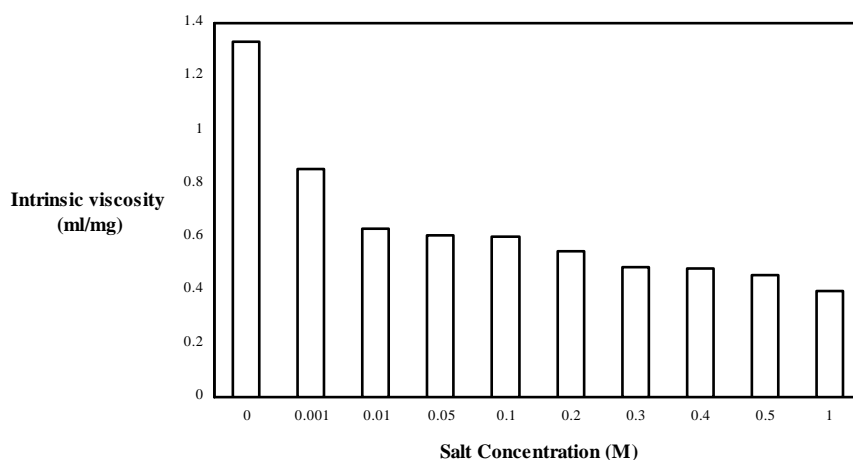
1- Electrostatic repulsion
 2- Rod - like

که بسیار بزرگتر از اکثر صمغ‌ها با خواص فیزیکوشیمیایی مشابه می‌باشد. مطالعات FT-IR حضور گروه‌های کربوکسیل را تأیید کرد که می‌توانند به عنوان جایگاه‌های اتصال برای یونها باشند. هم‌چنین وزن هم‌ارز اسید ۱۰۲۵/۶۴ و میزان اسید اورونیک ۱۵ درصد به دست آمد که تأیید مجددی بر حضور گروه‌های کربوکسیل در ساختار این صمغ است. افزایش غلظت نمک طعام باعث کاهش معنی‌داری در ویسکوزیته ذاتی در تمام درجات دمایی شد که احتمالاً به علت کنفورماسیون زنجیره و گروه‌های عاملی است که تأییدی بر طبیعت پلی‌الکترولیت صمغ دانه شاهی است.

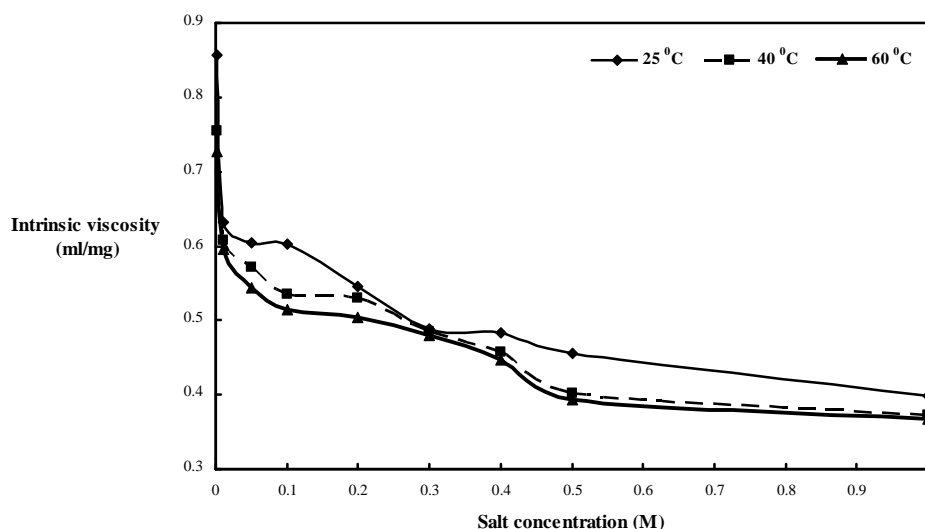
مختلف نمک طعام بر ویسکوزیته ذاتی محلول‌های پکتین با متوکسیل کم و متوکسیل بالا گزارش کردند. این حقیقت که ویسکوزیته ذاتی با افزایش دما کاهش می‌یابد برای ژلان توسط اوگاوا و همکاران (۱۸) نشان داده شده است. کاهش دما باعث افزایش ویسکوزیته ظاهری و ذاتی بتاگلوکان آبجو شده است (۱۴).

نتیجه‌گیری

نتایج آنالیزهای شیمیایی نشان داد که ویسکوزیته ذاتی محلول‌های رقیق صمغ دانه شاهی ۱/۳۳ ml/mg در آب دیونیزه می‌باشد



شکل ۴ مقادیر ویسکوزیته ذاتی صمغ دانه شاهی در غلظت‌های مختلف نمک طعام در دمای ۲۵°C



شکل ۵ مقادیر ویسکوزیته ذاتی صمغ دانه شاهی در غلظت‌های مختلف نمک طعام و دماهای مختلف

- 1- Al-Assaf S., Phillips G.O., and Williams P.A. 2005. Studies on acacia exudate gums. Part I: the molecular weight of Acacia senegal gum exudates. *Food Hydrocolloids*, 19: 647–660.
- 2- Burkus Z., and Temelli F. 2003. Determination of the molecular weight of barley β -glucan using intrinsic viscosity measurements. *Carbohydrate Polymers*, 54: 51–57.
- 3- Chikmeai B.N., Phillips G.O., and Casedai E. 1996. The Characterisation and Specification of Gum Arabic. FAO, Rome: Technical Cooperation Programme. Project No. TCP/RAF/4557.
- 4- Dickinson E. 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food hydrocolloids*, 17: 25-39.
- 5- Filippove M.P. 1992. Practical infrared spectroscopy of pectic substances. *Food Hydrocolloids*, 6: 115–142.
- 6- Flory P.J. 1953. Principles of polymer chemistry. Cornell University Press: New York.
- 7- Gomez-Diaz D., and Navaza J.M. 2003. Rheology of aqueous solutions of food additives, Effect of concentration, temperature and blending. *Journal of Food Engineering*, 56: 387-392.
- 8- Higiroy J., Herald T.J., Alavi S., and Bean S. 2007. Rheological study of xanthan and locust bean gum interaction in dilute solution: Effect of salt. *Food Research International*, 40: 435–447.
- 9- Huggins M.L. 1942. The viscosity of dilute solutions of long-chain molecules. IV. Dependence on concentration. *Journal of the American Chemical Society*, 64: 2716–2718.
- 10- Karazhiyan H., Razavi S.M.A., Phillips G.O., Fang Y., Al-Assaf S., Nishinari K., Farhoosh R. 2009. Rheological properties of *Lepidium Sativum* seed extract as a function of concentration, temperature and time. *Food Hydrocolloids*, 23: 2062-2068.
- 11- Kasaai M.A., Charlet G., and Arul J. 2000. Master curve for concentration dependence of semi-dilute solution viscosity of chitosan homologues: the Martin equation. *Food Research International*, 33: 63-67.
- 12- Kraemer E.O. 1983. Molecular weights of cellulose and cellulose derivatives. *Industrial and Engineering Chemistry*, 30: 1200-1203.
- 13- Lai L.S., Tung J., and Lin P.S. 2000. Solution properties of hsian-tsoo (*Mesona procumbens* Hemsl) leaf gum. *Food Hydrocolloids*, 14: 287-294.
- 14- Linemann A., and Kruger E. 1998. Relationships between structure and characteristics of β -glucan in beer production. Part 2. Changes in state of dissolution of β -glucan and formation of β -glucan gel during the brewing process. *Brauwelt International*, 2: 132–139.
- 15- Nickerson M.T., Paulson A.T., and Hallett F.R. 2004. Dilute solution properties of k-carrageenan polysaccharides: effect of potassium and calcium ions on chain conformation. *Carbohydrate Polymers*, 58: 25–33.
- 16- Nickerson M.T., Paulson A.T., and Hallett F.R. 2008. Pre-gel solution properties of gellan polysaccharides: Effect of potassium and calcium ions on chain associations. *Food Research International*, 41: 462–471.
- 17- Nwokocha L.M., and Williams P.A. 2009. Isolation and rheological Characterization of *Mucuna flagellipes* seed gum. *Food Hydrocolloids*, 23: 1394–1397.
- 18- Ogawa E., Takahashi R., Yajim H., and Nishinari K. 2006. Effects of molar mass on the coil to helix transition of sodium-type gellan gums in aqueous solutions. *Food Hydrocolloids*, 20: 378–385.
- 19- Rao M.A. 1999. Rheology of Fluids and Semisolid Foods: Principles and Applications. Aspen Publishers. Gaithersburg, MD. USA, pp. 1-24.
- 20- Razavi S.M.A., Farhoosh R., and Bostan A. 2007. Functional properties of hydrocolloid extract of some domestic Iranian seeds, Research project No.1475, Unpublished report, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
- 21- Viturawong Y., Achayuthakan P., and Suphantharika M. 2008. Gelatinization and rheological properties of rice starch/xanthan mixtures: Effects of molecular weight of xanthan and different salts. *Food Chemistry*, 111:106–114.
- 22- Williams P.A., and Phillips G.O. 2000. Introduction to food hydrocolloids. In: Phillips, G.O., Williams, P.A. (Eds.), *Handbook of Hydrocolloids*. CRC Press, New York, pp. 1–19.
- 23- Yadav M.P., Johnston D.B., Hotchkiss A.T., and Hicks K.B. 2007. Corn fiber gum a potential gum Arabic replacer for beverage flavor emulsification. *Food Hydrocolloids*, 21: 1022–1030.
- 24- Yoo S.H., Fishman M.L., Hotchkiss A.T., and Lee H.G. 2006. Viscometric behavior of high-methoxy and low-methoxy pectin solutions. *Food Hydrocolloids*, 20: 62–67.