



تعیین برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ژل‌شوندگی صمغ فارسی

سمیه رحیمی^۱، سلیمان عباسی^{۲*}

۱. دانش‌آموخته دکنترای علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲. دانشیار، آزمایشگاه کلوئیدهای غذایی و رئولوژی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۰، تاریخ پذیرش: ۹۳/۱/۲۴)

چکیده

صمغ فارسی یک نوع صمغ تراوشی است که به‌طور طبیعی از تنه و شاخه‌های درخت بادام کوهی با نام علمی *Amygdalus scoparia* Spach تراوش می‌شود. در این تحقیق صمغ‌ها از دو استان فارس و آذربایجان شرقی جمع‌آوری و سپس بر اساس رنگ به ۴ درجه تقسیم‌بندی و پودر شدند. سپس برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، رطوبت، پروتئین، چربی، عناصر معدنی، چرخش ویژه و غیره) و ژل‌شوندگی (حداقل غلظت ژله‌ای شدن، ژل نامحلول در آب داغ/آب سرد، ظرفیت جذب آب و حلالیت) آن تعیین شدند. نتایج نشان داد که صمغ فارسی یک صمغ اسیدی (با میانگین pH برابر ۴/۴) با رطوبت متوسط (۸/۸٪ w/w)، پروتئین (به‌طور میانگین ۰/۲۰٪ w/w) و چربی ناچیز (حدود ۰/۳۵٪ w/w) است. هم‌چنین، چرخش ویژه تمامی صمغ‌های مورد آزمون چپ‌گرد بوده و کشش سطحی آب با افزایش غلظت صمغ از ۰/۱ تا ۰/۹٪ w/w کاهش چشم‌گیری یافت. ظرفیت جذب آب صمغ فارسی به نسبت بالا (به‌طور متوسط ۱۲/۶۵ g/g) و مقدار ژل نامحلول در آب سرد آن نیز قابل توجه (۷۱٪ w/w) بود.

واژه‌های کلیدی: صمغ فارسی، بادام کوهی، خواص فیزیکوشیمیایی، خواص ژل‌شوندگی.

* مسئول مکاتبات: sabbasifood@modares.ac.ir

1- مقدمه

علاقتمند به استفاده از خواص بالقوه این مواد به عنوان فیبر رژیمی¹ و یا کاربرد آن‌ها در فرمولاسیون مواد غذایی کم‌چربی یا کم‌کالری هستند [6].

بادام کوهی با نام علمی *Amygdalus scoparia* Spach درخت یا درختچه‌ای از خانواده گلسرخیان² است که در ایران به‌طور وحشی و خودرو در مناطق ایرانی-تورانی و زاگرسی می‌روید. از تنه و شاخه‌های این درخت نوعی صمغ تراوش می‌شود که آن را صمغ فارسی، زدو یا صمغ شیرازی می‌نامند، (شکل 1). صمغ فارسی در رنگ‌های سفید، زرد روشن، زرد نباتی، قرمز و قهوه‌ای یافت می‌شود که از این لحاظ آن را درجه‌بندی می‌نمایند. هر متر مربع از تاج پوشش درخت بادام کوهی حدود 20-50 g صمغ تولید می‌کند که به غیر از مصارف طب سنتی داخلی، سالیانه مقادیر زیادی از آن با قیمت ناچیز به بسیاری از کشورها صادر می‌شود. صمغ فارسی کاربردهای دارویی، غذایی و صنعتی بسیاری دارد به‌طوری‌که امروزه از آن به عنوان عامل تعلیق‌کننده و امولسیون‌کننده به همراه صمغ عربی و کتیرا در داروسازی، به علت داشتن خاصیت چسبندگی در قرص‌سازی، رنگ‌سازی، نساجی (به عنوان مثال برای آهار دادن پارچه) و یا عایق کردن سطح لنج‌ها و قایق‌ها برای جلوگیری از نفوذ رطوبت استفاده می‌شود [7].

اصطلاح صمغ¹ از جنبه تکنیکی در صنعت به بسیارقندهای (پلی‌ساکاریدها) گیاهی یا میکروبی و مشتقات آن‌ها اطلاق می‌شود که قادرند در آب سرد یا داغ پخش شده و مخلوط‌ها یا محلول‌های گرانبه تولید نمایند [1]. به طور معمول، تراوشات صمغی گیاهی در تنه، شاخه و میوه درختان به واسطه حفاظت آن‌ها در برابر صدمات مکانیکی یا حملات میکروبی تشریح می‌شوند، اگرچه تولید صمغ ممکن است به دلیل سازگاری آب و هوایی برخی از درختان نیز اتفاق بیفتد که در اصطلاح صمغ‌زایی فیزیولوژیکی² نامیده می‌شود [2]. از صمغ‌ها یا هیدروکلوئیدها از 5000 سال پیش تاکنون استفاده شده [3] و در صنایع غذایی برای تغییر بافت، خواص رئولوژیکی، حفظ ظاهر مواد غذایی به واسطه توانایی آن‌ها در پایدارسازی امولسیون‌ها، نگهداری آب و غیره مصرف می‌شوند [4]. طبق گزارش‌های موجود، هیدروکلوئیدهای غذایی دارای بازاری بیش از 3 میلیارد دلار در دنیا می‌باشند که در این میان، انواع با منشا گیاهی آن‌ها، جزو افزودنی‌های مورد توجه در بسیاری از صنایع از جمله صنعت غذا محسوب می‌شوند چرا که مصرف‌کنندگان ترجیح می‌دهند از ترکیبات طبیعی در مواد غذایی خود استفاده کنند [5]. از طرف دیگر، بسیاری از دانشمندان، به خصوص در کشورهای صنعتی، به شدت

1. dietary fibre
2. Rosaceae

1. gum
2. physiological gummosis



شکل (1) صمغ فارسی تراوش شده بر تنه درخت بادام کوهی

محمدی و همکاران در سال 1389 به بررسی تاثیر

غلظت‌های مختلف انواع صمغ‌های تجاری از جمله صمغ

فارسی و بخش‌های محلول و نامحلول آن بر پایداری فیزیکی، رئولوژیکی و حسی مخلوط شیر-آب پرتقال پرداختند [8]. عباسی و همکاران (1390) نیز طی پژوهشی به امکان جایگزینی بخشی از ژلاتین موجود در پاستیل میوه‌ای با صمغ فارسی، بخش‌های محلول و نامحلول آن و یا کندر پرداخته و اثرات آن‌ها را بر ویژگی‌های مکانیکی و حسی پاستیل بررسی کردند

[9]. رحیمی و همکاران در سال 1392 با جداسازی بخش‌های محلول و نامحلول صمغ فارسی، برخی ویژگی‌های شیمیایی و

2-2-2- درجه‌بندی ظاهری، آسیاب و تعیین دانه‌بندی

از آن جایی که رنگ صمغ فارسی بسیار متنوع بوده و علاوه بر آن به دلیل اثرات احتمالی رنگ روی برخی خواص شیمیایی و فیزیکوشیمیایی آن، صمغ‌ها به 4 درجه تقسیم (شکل 2) و مطابق با جدول شماره (1) کدگذاری شدند. در مرحله بعد، صمغ‌ها طی دو مرحله به وسیله آسیاب‌های Falling number AB (Box 5101, سوئد) و Agromatic AG (AQC109, آلمان) پودر شدند. سپس پودر صمغ از سری الک آزمایشگاهی (دماوند، ایران، ASTM E:11) با شماره مش‌های گوناگون عبور داده و آن چه که از الک با شماره مش 60 عبور کرده بود کوچک‌تر از 250 میلیون، جمع‌آوری و در کلیه آزمون‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

هم‌چنین کاربردی آن‌ها نظیر امولسیون‌کنندگی و تولید فیلم خوراکی را تعیین نمودند [10]. بررسی‌ها نشان دادند که به غیر از موارد ذکر شده، تاکنون هیچ تحقیق جدی دیگری در

مورد بررسی ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و فیزیکوشیمیایی صمغ فارسی انجام نشده است؛ ولی منابع اندکی در مورد صمغ

تراوشی سایر درختان این خانواده از قبیل هلو و شلیل وجود دارد. درخت هلو بر روی تنه و میوه خود صمغ تولید می‌کند

که در تحقیقی در سال 2008 ساختار بسیارقندی این صمغ‌ها با یکدیگر مقایسه شدند [11]. سیماس-توسین و همکاران در

سال 2009، بسیارقندی به‌دست آمده از صمغ تنه درخت شلیل را استخراج و مورد بررسی و مقایسه با صمغ هلو قرار دادند [12].

آن‌ها هم‌چنین در تحقیق دیگری به مطالعه خواص رئولوژیکی و ساختاری صمغ تراوشی درخت هلو پرداختند [2]. در تحقیق

دیگری در سال 2010، کیان و همکاران علاوه بر جداسازی بسیارقندی‌های مختلف صمغ هلو بر مبنای حلالیت آن‌ها در

حلال‌های گوناگون، خواص فیزیکوشیمیایی و عملکردی آن را نیز مورد بررسی قرار دادند [13].

از آن جایی که سالیانه مبالغ هنگفتی جهت واردات صمغ‌های تجاری به کشور تحمیل می‌شود، همان‌گونه که پیش‌تر نیز

گفته شد با توجه به نبود اطلاعات مستند جامع در رابطه با ویژگی‌ها و توانایی‌های این صمغ، در این پژوهش سعی شد تا

با مطالعه و شناخت برخی ویژگی‌های عمده فیزیکوشیمیایی و زل‌شوندگی صمغ فارسی، به‌عنوان یک صمغ بومی و ناشناخته،

بتوان آن را به عنوان جایگزینی مناسب به‌جای صمغ‌های با منشأ میکروبی و وارداتی پیشنهاد نمود.

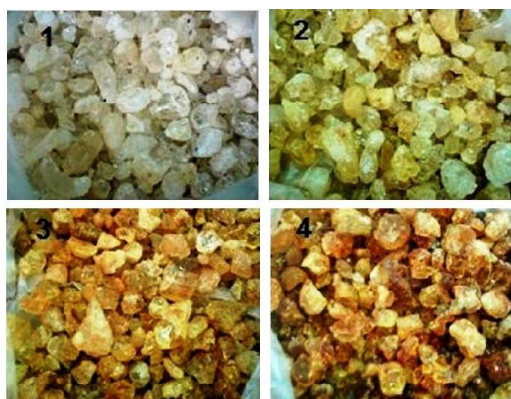
2-3-2- اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی صمغ فارسی

2-3-2- pH

ابتدا تعلیق‌هایی با غلظت 1% w/v از پودر صمغ کامل در آب مقطر تهیه و سپس برای کامل شدن جذب آب، حداقل به مدت یک شب در یخچال نگه‌داری و سپس مقدار pH با کمک pH متر Metrohm (827، سوئیس) در دمای اتاق اندازه‌گیری شد [14].

2-3-2- رطوبت و ماده خشک

نخست مقدار 2g از پودر صمغ به کمک ترازوی دقیق AND (GF-600، ژاپن) توزین و به مدت حداقل 5 ساعت در آون Memmert (آلمان) با دمای 105 °C قرار داده شد تا به وزن ثابت برسد؛ سپس از تفاضل وزن اولیه نمونه به وزن نمونه خشک‌شده تقسیم بر وزن اولیه، مقدار رطوبت محاسبه و مقدار ماده خشک نیز از تفاضل عدد 100 از درصد رطوبت به‌دست آمد [15].



شکل (2) درجه‌بندی صمغ‌های فارسی بر مبنای رنگ (در تطابق با جدول 1)

جدول (1) کدگذاری صمغ‌های فارسی مورد آزمون بر اساس رنگ و منطقه جغرافیایی

منطقه جغرافیایی		رنگ
آذربایجان شرقی	فارس	
A1	F1	سفید
A2	F2	زرد روشن
A3	F3	زرد کهربایی
A4	F4	قرمز قهوه‌ای

2-3-5- پروتئین

در ابتدا برای هضم نمونه‌ها، مقدار 0/3 g پودر صمغ توزین و با یک عدد قرص کاتالیست هضم و 7 ml اسید سولفوریک مخلوط گردید. سپس به بلوک هضم انتقال یافته و به مدت 2 ساعت، دما به تدریج تا 400°C افزایش یافت. سپس نمونه هضم شده در دستگاه میکروکلدال اتوماتیک Tecator (Kjeltec auto 1030 analyzer، سوئد) قرار گرفته و درصد نیتروژن خوانده شد. برای محاسبه درصد پروتئین، مقدار نیتروژن کل هر نمونه در عدد 6/25 ضرب شد [15].

2-3-3- خاکستر کل

پس از توزین مقدار مشخصی از پودر صمغ درون بوته‌های چینی، بوته‌های حاوی نمونه روی شعله مستقیم آتش سوزانیده شدند. سپس بوته‌ها در کوره Heraeus (آلمان) با دمای 550°C برای حداقل 5 ساعت نگه داشته شدند تا خاکستر کاملاً سفید رنگی ظاهر شود. سپس با توجه به وزن اولیه نمونه، خاکستر کل محاسبه گردید [15].

2-3-4- چربی

2-3-6- تانن

پس از تهیه تعلیق آبی 1 %w/v پودر صمغ فارسی و جذب کامل آب، بخش‌های محلول و نامحلول آن در شتاب 5000 به مدت 15 دقیقه از یکدیگر جداسازی شدند [8-10]. در مرحله بعد، به ازای هر 10 ml از بخش زلال فوقانی، 0/1 ml از محلول آبی 9 %w/v کلرید آهن III

در ابتدا برای حذف رطوبت، پودر صمغ درون آون 105 °C کاملاً خشک گردید؛ سپس مقدار 1g از پودر خشک‌شده درون کاغذ صافی و سپس فنجان دستگاه سوکسله اتوماتیک Foss (soxtec 2050، سوئیس) قرار گرفتند. به وسیله حلال هگزان نرمال و اعمال حرارت، چربی صمغ‌ها استخراج و محاسبه شد [15].

درون بشر ویژه دستگاه، مقدار شاخص‌های a^* ، L^* و b^* برای حداقل سه بار خوانده شده و سپس شاخص‌های رنگینی 1 یا C^* و زاویه تهرنگ 2 یا H^* به کمک روابط زیر تعیین شدند [18]:

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

$$H^* = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (3)$$

(Merck، آلمان) اضافه شد که در صورت حضور تانن در نمونه‌ها رسوب سیاه‌رنگی پدیدار خواهد گشت. محلول‌های استاندارد 25، 50، 100 و 200 ppm از اسید تانیک (Merck، آلمان) تهیه که به آن‌ها نیز محلول کلرید آهن III افزوده شد. سپس مقدار جذب استاندارد‌ها و نمونه‌ها با کمک طیف‌نورسنج Scinco (UVS-2100، کره جنوبی) متصل به آشکارساز UV-Vis در طول موج 430 nm خوانده شد. پس از رسم نمودار واسنجی¹ استاندارد‌ها، مقدار تانن در نمونه‌ها محاسبه گردید [16].

2-3-7- چرخش ویژه

تعلیق‌های آبی 1 %w/v (معادل 0/01 g/mL) پودر صمغ فارسی پس از جذب کامل آب، در شتاب 1000 g و به مدت 15 دقیقه سانتریفوژ شدند. سپس محلول زلال فوقانی به سل دستگاه (طول 0/2001 dm) انتقال و زاویه چرخش (α) به وسیله دستگاه پلاریمتر Perkin-Elmer (241، آمریکا)، مجهز به لامپ سدیمی (طول موج 589 nm) در دمای محیط (25°C) اندازه‌گیری شد. در ضمن، مقدار چرخش نوری ویژه $[\alpha]$ به کمک رابطه زیر تعیین گردید که در آن، α مقدار زاویه چرخش بر حسب درجه ($^\circ$)، C غلظت نمونه بر حسب g/mL و L نیز طول سل بر حسب dm می‌باشد [17].

$$[\alpha]_D^{T=25^\circ\text{C}} = \frac{\alpha}{C \cdot L} \quad (1)$$

2-3-8- عناصر معدنی

برای اندازه‌گیری عناصر معدنی در ابتدا نمونه‌ها به روش هضم تر تهیه شدند؛ سپس محلول‌های استاندارد عناصر مورد نظر تهیه و نمودار واسنجی استاندارد‌های هر عنصر ترسیم شد. برای اندازه‌گیری روی، کلسیم و منیزیم از طیف‌نورسنج جذب اتمی Shimadzu (AA-670، ژاپن) و برای سدیم و پتاسیم نیز از طیف‌نورسنج نشر شعله‌ای Jenway clinical (7 PFP، انگلستان) استفاده شد که پس از تزریق به دستگاه، مقدار هر عنصر محاسبه گردید [15].

2-3-9- شاخص‌های رنگی

پس از واسنجی دستگاه HunterLab (Color flex، امریکا) با استفاده از صفحات مخصوص رنگی و ریختن پودر صمغ

2-3-10- کشش سطحی

میزان کشش سطحی تعلیق‌های آبی 0/1، 0/5 و 0/9 %w/v نمونه‌های صمغ فارسی پس از جذب کامل آب، به روش Wilhelmy plate و در دمای محیط با دستگاه تنسیومتر Krüss (10 K، آلمان) اندازه‌گیری شد. از آب مقطر مورد استفاده در تهیه تعلیق‌ها، به‌عنوان نمونه شاهد استفاده شد تا کارایی صمغ‌ها در کاهش کشش سطحی آب مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد [19].

2-4-2- اندازه‌گیری ویژگی‌های زل‌شوندگی صمغ فارسی

2-4-2-1- ظرفیت جذب آب

نخست 0/5 g از پودر صمغ در 40 ml آب مقطر حل و پس از جذب آب، سانتریفوژ شد (1600g به مدت 10 دقیقه). پس از حذف مایع زلال فوقانی، ژل متورم باقی مانده وزن و به کمک رابطه زیر مقدار ظرفیت جذب آب بر حسب g/g تعیین شد [20]:

$$\text{ظرفیت جذب آب} = \frac{(\text{وزن نمونه اولیه} - \text{وزن ژل متورم})}{\text{وزن نمونه اولیه}} \quad (4)$$

2-4-2-2- حداقل غلظت ژله‌ای شدن

در ابتدا تعلیق‌های 5، 10 و 15 %w/v از پودر صمغ در آب مقطر تهیه و پس از هیدراته شدن و انتقال 20 cc از آن‌ها به فالکون، برای یک ساعت در حمام آب جوش (100°C) قرار

1. Chroma
2. Hue angle

1. Calibration

2-5- تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS، 16 تحت ویندوز و روش تجزیه واریانس یک‌طرفه¹ استفاده شد. در مواردی که اختلاف میان نمونه‌ها در سطح اطمینان 95٪ ($p < 0.05$) معنی‌دار بود، از آزمون دانکن² برای تعیین معنی‌داری استفاده گردید. برای ترسیم نمودارها نیز نرم افزار Excel، 2007 تحت ویندوز به کار برده شد. لازم به ذکر است که کلیه آزمون‌ها حداقل 3 بار تکرار و میانگین آن‌ها گزارش گردید.

3- نتایج و بحث

3-1- خواص فیزیکی و شیمیایی صمغ فارسی

صمغ فارسی از لحاظ ظاهری شفاف تا نیمه‌مات بوده و در اشکال و اندازه‌های متفاوتی وجود دارد. این صمغ طعم خاصی نداشته و مقداری بوی قنادی (شیرینی) می‌دهد. با اعمال نیروی کمی، به صورت ذرات ریز زاویه‌داری شکسته می‌شود که کاملاً براق هستند. طبق مشاهدات، صمغ‌های درجه 1 (سفید) و 4 (قهوه‌ای تیره)، حجم کم‌تری را در کل به خود اختصاص دادند و قابل توجه است که تعلیق تهیه شده از درجه‌های مختلف صمغ‌ها در آب نیز تطابق رنگی خوبی داشتند (شکل 3). رنگ صمغ اهمیت زیادی در ارزش‌گذاری تجاری صمغ دارد و صمغ‌هایی که رنگ روشن‌تری دارند ترجیح داده می‌شوند [22] و هرچقدر میزان ناخالصی‌ها یا شدت رنگ در صمغ‌ها زیادتر باشد، از لحاظ درجه‌بندی در رتبه پایین‌تری قرار می‌گیرند [23].

همان‌گونه که در جدول (2) مشاهده می‌شود محلول‌های آبی صمغ فارسی، مشابه اکثر صمغ‌ها، دارای pH اسیدی (4/30 تا 4/62) هستند و منطقه جغرافیایی رویش درخت بادام کوهی روی این ویژگی چندان موثر نیست؛ اگرچه تفاوت معنی‌داری میان آن‌ها دیده می‌شود ولی احتمالاً با ویژگی رنگ و درجه‌بندی صمغ‌ها متناسب است، به‌گونه‌ای که صمغ‌های دارای رنگ روشن‌تر، pH بیشتری نیز دارند که این مساله ممکن است

1. One-way ANOVA
2. Duncan

داده شدند. پس از آن، نمونه‌ها با سرعت با آب سرد شده و برای 1 ساعت در یخچال (4°C) نگاه داشته شدند. حداقل غلظت ژله‌ای شدن با عمودکردن فالدون‌ها برای 1 دقیقه آزمون شد که آیا نمونه قابلیت جاری شدن دارد یا خیر؟ برای یافتن مقدار دقیق این شاخص، نمونه‌های 11، 12، 13 و 14 %w/v نیز تهیه و آزمون شدند [21].

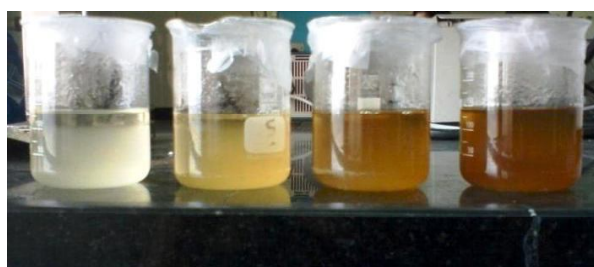
2-4-3- ژل نامحلول در آب سرد و آب داغ

پس از تهیه تعلیق آبی 4 %w/v و جذب کامل آب، نمونه‌ها به مدت 15 دقیقه در 14000 rpm (معادل 20379 g) سانتریفوژ شدند [8-10]. سپس محلول زلال فوقانی هر نمونه، حذف و به ژل نامحلول باقی‌مانده، آب مقطر اضافه شد که پس از هم‌زدن با میله شیشه‌ای برای حداقل 1 دقیقه، مجدداً عملیات سانتریفوژ تکرار شد. این عملیات شستشو و سانتریفوژ حداقل 4 مرتبه تکرار گردید تا در نهایت ژلی کاملاً نامحلول به دست آمد که برای حداقل 12 ساعت درون آون 105°C خشک شد تا به وزن ثابت برسد. در نهایت با توجه به وزن نهایی و مقدار ماده اولیه، درصد ژل نامحلول در آب سرد تعیین شد. برای تعیین ژل نامحلول در آب داغ نیز مشابه شرایط فوق عمل شد، فقط با این تفاوت که تعلیق‌های 4 %w/v بلافاصله پس از تهیه در حمام آب گرم 92-95°C برای مدت 2 ساعت حرارت داده شدند، سپس برای مدتی به منظور جذب کامل آب نگهداری شدند [16].

2-4-4- حلالیت

مطابق روش بتانکور-آنکونا (2003)، پس از تهیه 90 ml تعلیق 1 %w/v از هر صمغ، نمونه به سه قسمت حجمی مساوی تقسیم، سپس هر یک به‌طور جداگانه در حمام آب گرم 30، 60 و 90°C به مدت 30 دقیقه قرار گرفته و به‌طور مداوم هم خوردند. آن‌گاه در شتاب 800 g به مدت 15 دقیقه سانتریفوژ شدند؛ در ادامه مقدار 10 ml از محلول زلال فوقانی هر نمونه به آون 125°C انتقال داده شد تا به وزن ثابت برسد. در نهایت از رابطه زیر برای تعیین درصد حلالیت در دماهای مختلف استفاده شد [20].

$$\text{درصد حلالیت} = \left(\frac{30 \times \text{وزن نهایی پس از خشک کردن}}{\text{وزن اولیه نمونه} \times 10} \right) \times 100 \quad (5)$$



شکل (3) تعلیق‌های آبی تهیه‌شده از صمغ‌های فارسی با درجات رنگی گوناگون

جدول (2) تاثیر منطقه جغرافیایی و رنگ صمغ روی برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی صمغ فارسی

منطقه جغرافیایی جمع‌آوری				
استان فارس				ویژگی‌ها
F4	F3	F2	F1	
$4/36 \pm 0/01^b$	$4/37 \pm 0/00^b$	$4/44 \pm 0/01^c$	$4/62 \pm 0/01^d$	pH
$8/64 \pm 0/15^{ab}$	$9/07 \pm 0/05^b$	$8/85 \pm 0/24^{ab}$	$8/89 \pm 0/30^{ab}$	رطوبت (%)
$91/35 \pm 0/15^{ab}$	$90/93 \pm 0/05^b$	$91/14 \pm 0/24^{ab}$	$91/11 \pm 0/03^{ab}$	ماده خشک (%)
$2/34 \pm 0/27^a$	$2/19 \pm 0/24^a$	$2/30 \pm 0/23^a$	$2/48 \pm 0/26^a$	خاکستر کل (%)
$0/33 \pm 0/03^a$	$0/35 \pm 0/06^a$	$0/34 \pm 0/09^a$	$0/31 \pm 0/06^a$	چربی (%)
$0/032 \pm 0/001^a$	$0/032 \pm 0/001^a$	$0/032 \pm 0/001^a$	$0/033 \pm 0/001^a$	نیترोजن (%)
$0/200 \pm 0/009^a$	$0/203 \pm 0/004^a$	$0/203 \pm 0/004^a$	$0/209 \pm 0/004^a$	پروتئین (%)
$0/88 \pm 0/02^b$	$0/72 \pm 0/05^{ab}$	$0/65 \pm 0/02^a$	$0/58 \pm 0/05^a$	تانن (%)
$-5/99 \pm 0/00^d$	$-6/16 \pm 0/29^d$	$-5/49 \pm 0/00^d$	$-5/99 \pm 0/50^d$	چرخش ویژه (°)
استان آذربایجان شرقی				
A4	A3	A2	A1	ویژگی‌ها
$4/30 \pm 0/02^a$	$4/36 \pm 0/01^b$	$4/42 \pm 0/02^c$	$4/61 \pm 0/06^d$	
$8/41 \pm 0/29^a$	$8/70 \pm 0/18^{ab}$	$8/87 \pm 0/50^{ab}$	$8/89 \pm 0/70^{ab}$	رطوبت (%)
$91/59 \pm 0/29^a$	$91/30 \pm 0/18^{ab}$	$91/13 \pm 0/05^{ab}$	$91/10 \pm 0/07^{ab}$	ماده خشک (%)
$2/91 \pm 0/26^b$	$2/83 \pm 0/22^{ab}$	$3/00 \pm 0/35^{ab}$	$2/87 \pm 0/25^{ab}$	خاکستر کل (%)
$0/31 \pm 0/04^a$	$0/36 \pm 0/01^a$	$0/38 \pm 0/01^a$	$0/37 \pm 0/03^a$	چربی (%)
$0/032 \pm 0/001^a$	$0/031 \pm 0/001^a$	$0/032 \pm 0/001^a$	$0/032 \pm 0/001^a$	نیترोजن (%)
$0/200 \pm 0/009^a$	$0/197 \pm 0/004^a$	$0/203 \pm 0/004^a$	$0/200 \pm 0/009^a$	پروتئین (%)
$1/42 \pm 0/13^c$	$0/82 \pm 0/05^b$	$0/64 \pm 0/04^a$	$0/56 \pm 0/09^a$	تانن (%)
$-7/66 \pm 0/57^c$	$-10/83 \pm 0/76^b$	$-7/83 \pm 0/76^c$	$-12/33 \pm 0/29^a$	چرخش ویژه (°)

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح 95 درصد می‌باشد.

تا حدودی متاثر از ترکیبات به‌وجودآورنده رنگ در صمغ نیز باشد. در میان صمغ‌های تراوشی، صمغ‌های اسیدی بسیاری از جمله صمغ *Acacia senegal* زیرگونه [14]، صمغ‌های جنس *Albizia* [25]، صمغ‌های گونه‌های *Acacia pseudofistula*، *Sterculia quinqueloba* و *Dichrostachys cinerea* [16] گزارش شده‌اند.

رطوبت صمغ فارسی در دامنه 8/41 تا 9/07 قرار دارد و همان‌گونه که در جدول (2) مشاهده می‌شود وابستگی معنی‌داری نیز به رنگ صمغ و منطقه رویش دارد. به همان نسبت نیز مقدار ماده خشک صمغ‌های گوناگون با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشته و مقدار متوسط ماده خشک صمغ کامل فارسی برابر با 91/2٪ است. در همین ارتباط، مقدار رطوبت صمغ‌های عربی معتبر *Acacia senegal* بین 16 تا 12/5٪ گزارش شده [17، 24] درحالی‌که متوسط رطوبت صمغ عربی گونه *Acacia senegal* جمع‌آوری شده از دره Central Rift در کشور اتیوپی برابر با 15٪ [14] و برای صمغ عربی گونه *Acacia glomerosa* برابر با 11/29٪ اندازه‌گیری شده است [26]. صمغ هلو حاوی تقریباً 20/41٪ رطوبت است [13].

از نظر مقدار خاکستر کل، در صمغ‌های فارسی درجه‌بندی شده استان فارس اختلاف معنی‌داری دیده نشد درحالی‌که به‌غیر از صمغ A4 با مقدار خاکستر $3/58 \pm 0/60$ ؛ سایر صمغ‌های جمع‌آوری شده از استان آذربایجان شرقی با یکدیگر و با صمغ‌های استان فارس نیز تفاوت معنی‌داری نداشتند. احتمالاً تفاوت میان خاک این دو استان، سبب متغیربودن مقدار خاکستر در صمغ‌های مورد آزمون شده که البته این ویژگی بین صمغ‌های مختلف بسیار متفاوت است؛ همان‌طور که طبق گزارش‌هایی نشان داده شده که مقدار خاکستر صمغ‌های عربی، گوار و زانتان به‌ترتیب برابر با 1/2، 11/9 و 1/5٪ هستند [27] و در تحقیقات دیگری مقدار خاکستر صمغ عربی استخراج شده از گونه‌های *Acacia senegal* و *Acacia glomerosa* به‌ترتیب معادل 3/8 و 7/98 برآورد شده است [26، 28]. درحالی‌که مینزی در سال 2003 میانگین خاکستر کل 5 نمونه از صمغ‌های *Acacia senegal* رقم *senegal* و *Acacia seyal* رقم *fistula* را به‌ترتیب برابر با 3/91 و 2/70 w/w گزارش نمود [24].

تقریباً مشابه تمامی صمغ‌ها، مقدار چربی در صمغ فارسی نیز بسیار ناچیز است (جدول 2) و اختلاف معنی‌داری نیز میان آن‌ها مشاهده نمی‌شود. سیارینی و همکاران (2009) گزارش کرده‌اند که مقدار چربی صمغ زانتان برابر با 0/59٪ بوده درحالی‌که مقدار چربی صمغ استخراج شده از دانه‌های خرنوب سیاه *Gleditsia triacanthos* تیمار شده با سود 2 نرمال جوشان برابر با 0/76٪ و نمونه‌های تیمار شده با آب برابر با 0/98٪ اندازه‌گیری شدند [4].

مقدار میانگین نیتروژن در صمغ‌های فارسی آزمون شده برابر با $0/032 \pm 0/001$ ٪ بر مبنای وزن خشک به‌دست آمد و طبق نتایج، منطقه جغرافیایی رویش و هم‌چنین رنگ صمغ، تاثیر معنی‌داری بر این ویژگی نداشتند. مقدار نیتروژن و اسیدهای آمینه یک صمغ گیاهی، شاخصی مناسب برای تشخیص هویت صمغ‌ها از گونه‌های مختلف محسوب می‌شود [25].

مشابه مقدار نیتروژن، متوسط مقدار پروتئین صمغ فارسی نیز نسبتاً کم بود (0/200 \pm 0/006 w/w) و با عنایت به منطقه رویش یا رنگ صمغ‌ها اختلاف معنی‌داری نیز دیده نشد. مطابق با نتایج پژوهش کیان و همکاران، هیچ‌گونه پروتئینی در هیچ یک از اجزاء محلول در آب و محلول در قلیای صمغ تراوشی هلو مشاهده نشد [13] و هم‌چنین مقدار پروتئین در بسیاری‌قندی‌های استخراج شده با قلیای صمغ میوه و تنه درخت هلو نیز کم‌تر از 1٪ اندازه‌گیری شد [8]. مقدار پروتئین برای صمغ‌های عربی معتبر *Acacia senegal* بین 1/5 تا 2/6٪ [17، 29] و برای صمغ عربی از گونه *Acacia glomerosa* برابر با 17/63٪ گزارش شده است [26].

تانن‌های گیاهی، جزو ترکیبات پلی‌فنلی طبیعی هستند که در بسیاری از گیاهان و از جمله در بسیاری از غذاها مثل سبزی‌ها، میوه‌ها، دانه‌ها و نوشیدنی‌های با منشأ گیاهی وجود دارند [30]. تانن یا همان اسید تانیک، مخلوطی از استرهای گلوکز با اسید گالیک و 3-گالویل گالیک اسید است [31]. اندازه‌گیری‌ها نشان دادند که رنگ صمغ می‌تواند همبستگی با مقدار تانن موجود در آن داشته باشد، به‌طوری‌که صمغ‌های درجه 4 نسبت به صمغ‌های درجات پایین‌تر، تانن بیشتری را دارا بودند و بنابر نتایج به‌دست‌آمده، صمغ A4، حاوی بیشینه

پژوهشی که توسط ادريس و همکاران در سال 1998 روی 8 نمونه صمغ *Acacia senegal* معتبر که از دو منطقه جغرافیایی مختلف در کشور سودان جمع‌آوری شده بودند، صورت گرفت، اثبات شد که اختلاف معنی‌داری مابین چرخش نوری ویژه نمونه‌ها وجود نداشته و همگی چپ‌گرد بودند [17].

مطابق جدول (3)، عناصر اندازه‌گیری شده از لحاظ مقداری تقریباً چنین روندی را نشان دادند: $Zn > K > Mg > Ca > Na$ که شاخص‌های رنگ و منطقه رویش روی مقدار عناصر Zn ، Mg و Ca بی‌اثر بود در حالی که مقدار عناصر K و Na در میان صمغ‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را با یکدیگر نشان دادند. از آنجایی که ماهیت و ترکیب یون‌های معدنی در صمغ‌ها نشان‌دهنده ترکیب خاکی است که گیاه در آن رشد کرده است لذا ممکن است در نمونه‌هایی که از مناطق جغرافیایی گوناگون جمع‌آوری شده‌اند، متفاوت باشد [32]. همچنین در میان نمونه‌هایی که از گونه‌های یکسان هستند، نیز احتمال بروز اختلاف وجود دارد [30، 34]. صمغ عربی استخراج شده از گونه *Acacia senegal* نیز حاوی عناصر قلیایی Ca ، Mg و K می‌باشد [28] که در گزارش‌هایی روند $K > Ca > Mg > Na$ و $Ca > K > Mg > Na$ را برای آن مشاهده نمودند [14، 24].

در این تحقیق چون اساساً صمغ‌ها بر مبنای رنگ درجه‌بندی شده بودند، لذا از لحاظ شاخص‌های رنگی اندازه‌گیری شده نیز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند (جدول 4). نتایج حاکی از آن بودند که مقدار مولفه‌های a^* ، b^* و C^* که به ترتیب نشانگر قرمزی، زردی و رنگینی هستند، به تدریج با افزایش درجه صمغ‌ها افزایش و مولفه‌های H^* و L^* که به ترتیب بیانگر زاویه تهرنگ و روشنی هستند، به تدریج با افزایش درجه صمغ‌ها کاهش یافت.

با توجه به شکل (4) مشاهده می‌شود که با استفاده از غلظت‌های کم صمغ فارسی می‌توان میزان کشش سطحی آب را کاهش داد که البته با افزایش غلظت صمغ، این روند نزولی چشم‌گیرتر خواهد شد، به طوری که صمغ A4 در غلظت $0/9\% w/v$ توانست بیشتر از سایر صمغ‌ها مقدار کشش سطحی آب را کاهش دهد (از $72/5\text{ mN/m}$ به 56 mN/m). سایر مطالعات نیز نشان داده‌اند که اغلب، محلول‌های آبی صمغ‌ها توانایی کمی در کاهش کشش سطحی دارند که در محدوده 45 تا

تانن ($0/13 \pm 1/42\%$) در میان کلیه صمغ‌های آزمون شده بود (جدول 2). چون صمغ با تنه درخت تماس دارد، لذا قادر است تانن‌ها را از درخت جذب نماید [23] و همچنان که از عمر صمغ روی درخت می‌گذرد، پیش‌بینی می‌شود که مقدار تانن افزایش یافته و طی آن، درجات متفاوتی از رنگ زرد در صمغ پدیدار می‌گردد [23، 32]. اگرچه برخی تحقیقات نشان داده‌اند که رابطه قوی میان محتوای تانن و شدت رنگ محلول صمغی وجود ندارد [16]، ولی برخی دیگر اشاره کرده‌اند که مقدار تانن در یک صمغ بیانگر مدت زمانی است که صمغ روی درخت باقی مانده و با یکدیگر رابطه مستقیم دارند. صمغ‌های گونه‌های *Accacia* در سری *Gummiferae* تا حدودی حاوی تانن هستند در حالی که صمغ‌های سری *Vulgares* عاری از آن می‌باشند [32]. مقدار تانن در *Acacia senegal* زیرگونه *senegal* بین $0/28$ تا $0/58\% w/w$ [24] و گونه *Acacia polyacantha* زیرگونه *campylacantha* نیز $0/58\% w/w$ گزارش شده است [25]. عابدالقادر و همکاران (2003) نیز مقدار تانن صمغ‌های تراوشی *Acacia glomerosa* و *Acacia macracantha* را به ترتیب برابر با $0/22$ و $1/86\%$ اندازه‌گیری کرده و پیشنهاد نمودند که از صمغ نخست می‌توان در صنعت غذا استفاده نمود در حالی که صمغ دوم به دلیل محتوای بالای تانن، قابل استفاده در سایر موارد صنعتی است [33]. لذا کاربرد صمغ‌های فارسی با درجات کم‌تر (رنگ‌های روشن‌تر)، به دلیل تانن ناچیزشان، جهت استفاده در موارد غذایی توصیه می‌گردد.

مطابق با جدول (2)، چرخش نوری ویژه کلیه صمغ‌های آزمون شده منفی یا چپگرد است در حالی که، به طور کلی صمغ‌های جمع‌آوری شده از استان فارس در مقایسه با صمغ‌های جمع‌آوری شده از استان آذربایجان شرقی، چرخش نوری ویژه بیشتری داشتند و کمینه آن برابر با $0/29 \pm 12/33^\circ$ در صمغ A1 اندازه‌گیری گردید. چرخش نوری ویژه بسیار قندی صمغ‌های تراوشی، تابع خطی از ترکیب کربوهیدراتی آن است [32]. اختلاف مقدار چرخش نوری ویژه صمغ‌ها را می‌توان به تنوع درخت تراوش‌کننده صمغ نسبت داد، هم‌چنان که محققان نشان دادند که مقدار چرخش ویژه برای 75 نمونه از صمغ‌های *Acacia senegal* از -25° تا -62° متغیر است [24]. در

جدول (3) تاثیر منطقه جغرافیایی و رنگ صمغ روی برخی از عناصر موجود در صمغ فارسی

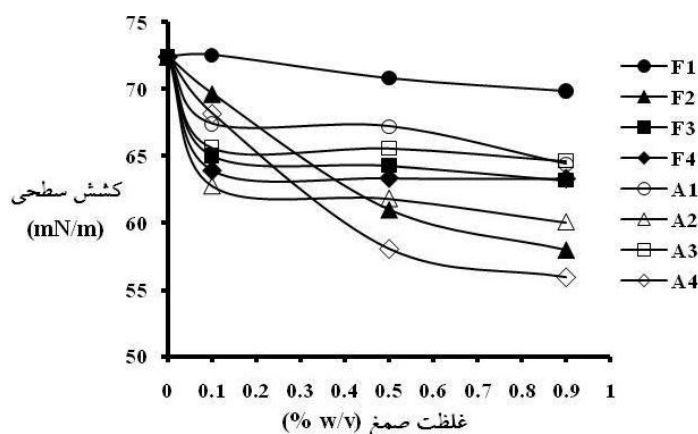
منطقه جغرافیایی جمع‌آوری				
استان فارس				
F4	F3	F2	F1	عناصر (mg/100g)
16/40 ± 0/13 ^a	13/16 ± 0/17 ^a	19/18 ± 0/11 ^a	17/98 ± 0/03 ^a	Zn
5/96 ± 0/13 ^a	4/90 ± 0/62 ^a	6/16 ± 0/28 ^a	6/35 ± 0/23 ^a	Mg
2/58 ± 0/37 ^a	4/11 ± 0/58 ^a	4/55 ± 0/24 ^a	3/49 ± 0/50 ^a	Ca
2/69 ± 0/00 ^a	4/74 ± 0/06 ^b	3/10 ± 0/17 ^{ab}	2/28 ± 0/05 ^a	Na
7/18 ± 0/00 ^a	9/21 ± 0/05 ^c	8/80 ± 0/00 ^b	7/59 ± 0/06 ^a	K
استان آذربایجان شرقی				
A4	A3	A2	A1	
23/35 ± 0/82 ^a	16/31 ± 0/29 ^a	20/06 ± 0/32 ^a	18/35 ± 0/44 ^a	Zn
6/57 ± 0/21 ^a	6/38 ± 0/22 ^a	6/22 ± 0/27 ^a	5/62 ± 0/19 ^a	Mg
3/58 ± 0/51 ^a	3/69 ± 0/52 ^a	5/74 ± 0/03 ^a	3/49 ± 0/50 ^a	Ca
2/28 ± 0/06 ^a	3/10 ± 0/06 ^{ab}	2/69 ± 0/00 ^a	3/10 ± 0/05 ^{ab}	Na
9/61 ± 0/00 ^c	9/61 ± 0/00 ^c	10/83 ± 0/03 ^d	10/43 ± 0/00 ^d	K

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح 95 درصد می‌باشد.

جدول (4) تاثیر منطقه جغرافیایی و رنگ صمغ روی برخی شاخص‌های رنگی صمغ فارسی

منطقه جغرافیایی جمع‌آوری				
استان فارس				
F4	F3	F2	F1	شاخص‌های رنگی
5/60 ± 0/00 ^d	3/61 ± 0/01 ^c	2/13 ± 0/01 ^b	1/06 ± 0/01 ^a	a*
18/68 ± 0/00 ^d	14/97 ± 0/04 ^c	11/13 ± 0/02 ^b	7/33 ± 0/02 ^a	b*
80/23 ± 0/01 ^a	85/09 ± 0/00 ^b	88/60 ± 0/00 ^c	91/51 ± 0/01 ^d	L*
19/51 ± 0/01 ^d	15/40 ± 0/04 ^c	11/34 ± 0/17 ^b	7/41 ± 0/02 ^a	C*
73/32 ± 0/00 ^a	76/43 ± 0/06 ^b	79/14 ± 0/09 ^c	81/75 ± 0/09 ^d	H* (درجه)
استان آذربایجان شرقی				
A4	A3	A2	A1	
5/60 ± 0/10 ^d	3/62 ± 0/02 ^c	2/15 ± 0/02 ^b	1/05 ± 0/01 ^a	a*
18/67 ± 0/01 ^d	14/99 ± 0/01 ^c	11/15 ± 0/01 ^b	7/35 ± 0/01 ^a	b*
80/24 ± 0/01 ^a	85/08 ± 0/02 ^b	88/61 ± 0/01 ^c	91/51 ± 0/01 ^d	L*
19/49 ± 0/03 ^d	15/42 ± 0/01 ^c	11/36 ± 0/01 ^b	7/41 ± 0/02 ^a	C*
73/31 ± 0/02 ^a	76/42 ± 0/09 ^b	79/05 ± 0/09 ^c	81/87 ± 0/06 ^d	H* (درجه)

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح 95 درصد می‌باشد.



شکل (4) نمودار تاثیر غلظت‌های مختلف صمغ‌های فارسی روی کاهش کشش سطحی آب مقطر در دمای محیط

ژل ژلاتین، یک ژل واقعی تلقی کرد چون دارای بافت و نسج نرم و چسبناکی است که تنها مولکول‌های آب را در ساختار خود اسیر کرده است که در غلظت‌های پایین و با اعمال نیروی گریز از مرکز سانتیفریوژ می‌تواند به راحتی دوفاز شود که با مشاهدات عباسی و همکاران (1390) مطابقت دارد [9]. محلول آبی صمغ عربی گونه *Acacia senegal* در غلظت 25٪، ژل متوسطی را ایجاد می‌نماید [14] در حالی که صمغ تنه درخت هلو در غلظت بیش از 3٪ در آب، تشکیل ژل می‌دهد [11].

ژل نامحلول در آب سرد و ژل نامحلول در آب داغ متناسب با مقدار صمغی هستند که حتی پس از تماس طولانی مدت با آب، به ترتیب، نمی‌توانند در آب سرد و داغ حل شوند [24]. در رابطه با مقدار ژل نامحلول در آب سرد و هم‌چنین آب داغ صمغ‌های فارسی مورد آزمون نیز تفاوت معنی‌داری بین رنگ‌های مختلف و مناطق جغرافیایی رویش مشاهده شد (جدول 5) و همان‌طور که قابل انتظار است مقدار شاخص ژل نامحلول در آب داغ برای هر یک از صمغ‌های متناظر، کم‌تر از شاخص ژل نامحلول در آب سرد است، زیرا با حرارت‌دهی هنگام تهیه محلول، به قدرت انحلال افزوده شده و از مقدار ژل نامحلول نیز کاسته می‌گردد. مقدار ژل نامحلول مقیاسی برای نشان دادن کیفیت صمغ محسوب می‌شود که عموماً در میان صمغ‌های تراوشی درختان بسیار متغیر است؛ برای صمغ‌های *Albizia amara*، *Albizia harveyi* و *Albizia petersiana* مقدار هر یک از بخش‌های نامحلول در آب سرد و داغ به ترتیب برابر با 16/1 و 14/0، 20/8 و 17/6

اصولاً یک بسیارقندی تنها زمانی ممکن است فعالیت سطحی قابل توجهی از خود نشان بدهد که یا دارای گروه‌های جانبی آب‌دوست باشد و یا اینکه بخش‌های پروتئینی یا گلیکولیپیدی به زیست‌بسیار متصل باشند. مقدار کشش سطحی صمغ‌های گالاکتومانانی گوار، لوبیای خرنوب و شنبلیله در محدوده 40 تا 55 mN/m اندازه‌گیری شده است [19].

2-3- خصوصیات ژل‌شوندگی صمغ فارسی

طبق داده‌های ارائه شده در جدول (4)، ظرفیت جذب آب صمغ فارسی در محدوده 11/07 تا 14/26 g/g است یعنی به‌طور میانگین هر g از آن قادر است 12/65 g آب را به خود جذب نماید که منطقه جغرافیایی جمع‌آوری صمغ و رنگ صمغ نیز می‌توانند تا حدودی روی آن تاثیرگذار باشند. اصولاً ظرفیت جذب آب یکی از عوامل مهم در رابطه با کاربرد گسترده صنعتی صمغ‌های تراوشی محسوب می‌شود که منجر به تولید ژل یا محلول‌های بسیار گرانبه می‌گردد [2]. مقدار ظرفیت جذب آب صمغ‌های زانتان و گوآر به ترتیب برابر با 22/77 و 27/33 g/g برآورد شده‌اند [2].

با آزمون غلظت‌های گوناگون از صمغ فارسی نشان داده شد که حداقل غلظت صمغ فارسی برای تشکیل ژل، 11 الی 12 ٪w/v است؛ البته در غلظت‌های کم‌تر نیز ژل ضعیفی تشکیل می‌شود ولی از ساختار پایدار و منسجمی برخوردار نبوده و روانی بالایی دارد. قابل ذکر است که ژل صمغ فارسی را نمی‌توان هم‌چون

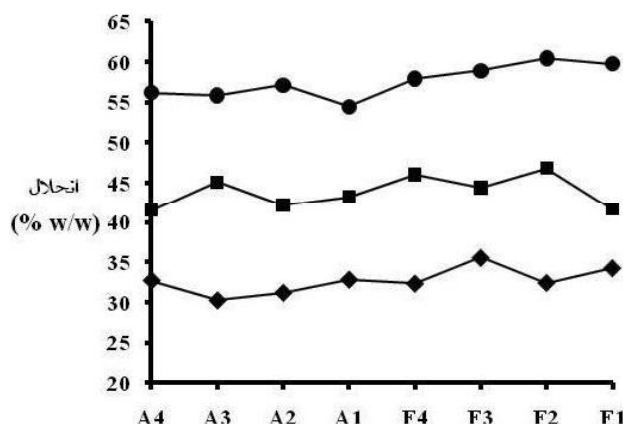
و هم‌چنین 7/7 و 7/4 %w/w گزارش شده‌اند [25].
 مطابق شکل (5)، با افزایش دما از 30 به 90°C درصد حلالیت کلیه صمغ‌ها به‌طور معنی‌داری از 30 تا 60 %w/w افزایش یافت. افزایش شدید حلالیت با افزایش دما، می‌تواند به علت شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی میان زنجیره‌های بسپارقندی باشد که منجر به عرضه شدن گروه‌های هیدروکسیل برای آب می‌گردد؛ از طرف دیگر، کاهش درصد حلالیت با افزایش دما ممکن است به سبب اثرات ژله‌ای شدن

باشد. طی تحقیقی مشاهده شد که با افزایش دما از 30 به 60°C، حلالیت صمغ گوار از تقریباً 65% به 60% کاهش می‌یابد، درحالی‌که برای صمغ زانتان، با افزایش دما از 30 به 60°C، حلالیت در ابتدا افزایش و سپس دوباره با افزایش دما، از 60 به 90°C مقدار حلالیت کاهش یافت؛ مشابه صمغ فارسی مقدار حلالیت صمغ استخراج‌شده از دانه‌های خرنوب سیاه *Gleditsia triacanthos* نیز با افزایش دما، کلا روند افزایشی نشان داد [4].

جدول (5) تاثیر منطقه جغرافیایی و رنگ صمغ روی برخی ویژگی‌های ژل‌شوندگی صمغ فارسی

منطقه جغرافیایی جمع‌آوری				
استان فارس				
F4	F3	F2	F1	خصوصیات ژل‌شوندگی
11/74 ± 0/33 ^a	11/07 ± 0/18 ^a	13/10 ± 0/13 ^b	13/96 ± 0/41 ^b	ظرفیت جذب آب (g/g)
12	12	11	11	حداقل غلظت ژله‌ای شدن (%w/v)
71/16 ± 0/42 ^{bc}	70/59 ± 0/27 ^{ab}	71/24 ± 0/06 ^{bc}	71/68 ± 0/05 ^{cd}	ژل نامحلول در آب سرد (%w/w)
45/49 ± 0/42 ^{ab}	46/46 ± 0/54 ^{bc}	46/79 ± 0/14 ^{bc}	46/68 ± 0/37 ^{bc}	ژل نامحلول در آب داغ (%w/w)
استان آذربایجان شرقی				
A4	A3	A2	A1	خصوصیات ژل‌شوندگی
11/28 ± 0/34 ^a	12/78 ± 0/43 ^b	14/26 ± 0/68 ^c	13/04 ± 0/58 ^b	ظرفیت جذب آب (g/g)
12	12	12	11	حداقل غلظت ژله‌ای شدن (%w/v)
70/18 ± 0/52 ^a	71/20 ± 0/03 ^{bc}	72/41 ± 0/29 ^d	71/82 ± 0/43 ^{cd}	ژل نامحلول در آب سرد (%w/w)
47/70 ± 0/20 ^c	46/04 ± 0/46 ^{ab}	45/83 ± 0/58 ^{ab}	45/04 ± 1/00 ^a	ژل نامحلول در آب داغ (%w/w)

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح 95 درصد می‌باشد.



شکل (5) نمودار تاثیر دماهای مختلف (●، 30، ■، 60 و ●، 90°C) روی حلالیت صمغ فارسی (% w/v 1 و pH طبیعی)

4- نتیجه‌گیری

شاخص‌های دیگر تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. علاوه بر این، منطقه جغرافیایی جمع‌آوری و رنگ صمغ بر ظرفیت جذب آب و مقدار ژل نامحلول در آب سرد و داغ اثرات کمی داشته درحالی‌که این عوامل روی حداقل غلظت ژله‌ای شدن و حلالیت تأثیری نداشتند. به سبب محتوای ناچیز چربی، پروتئین و خاکستر آشکارا مشخص است که صمغ فارسی نیز همانند غالب صمغ‌ها ماهیت بسیارقندی داشته که قسمت اعظم آن را تشکیل می‌دهد.

منطقه جغرافیایی جمع‌آوری صمغ به‌غیر از شاخص‌هایی از قبیل رطوبت، ماده خشک و چرخش ویژه (متاثر از ویژگی‌های شیمیایی صمغ) و مقادیر خاکستر کل و عناصر Na و K (متاثر از خاک رویش گیاه) روی سایر شاخص‌ها بی‌اثر است؛ درحالی‌که، عامل رنگ صمغ نیز بر شاخص‌هایی نظیر مقدار تانن، pH و شاخص‌های رنگی موثر بوده و

منابع

- [8] محمدی، س.؛ عباسی، س.؛ حمیدی، ز. (1389). تاثیر برخی هیدروکلوئیدها بر پایداری فیزیکی، ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی مخلوط شیر-آب پرتقال. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی/ایران*، سال 5، شماره 4، ص 1-12.
- [9] عباسی، س.؛ محمدی، س.؛ رحیمی، س. (1390). جایگزینی بخشی از ژلاتین با صمغ فارسی و استفاده از کندر برای تولید پاستیل فراسودمند. *مجله مهندسی بیوسیستم/ایران*، سال 1، شماره 42، ص 121-131.
- [10] رحیمی، س.؛ عباسی، س.؛ سحری، م. ع.؛ عزیزی، م. ح. (1392). جداسازی و تعیین برخی ویژگی‌های شیمیایی و کاربردی بخش‌های محلول و نامحلول صمغ تراوشی درخت بادام کوهی (صمغ فارسی). *مجله علوم و صنایع غذایی*، شماره 40، ص 1-10.
- [11] Simas, F. F., Gorin, P. A. J., Wagner, R., Sasaki, G. L., Bonkerner, A., Iacomini, M. (2008). Comparison of structure of gum exudate polysaccharides from the trunk and fruit of the peach tree (*Prunus persica*). *Carbohydr, Polym*, 71, 218-228.
- [12] Simas Tosin, F. F., Wagner, R., Santos, E. M. R., Sasaki, G. L., Gorin, P. A. J., Iacomini, M. (2009). Polysaccharide of nectarine gum exudates: composition with that of peach gum. *Carbohydr, Polym*, 76, 485-487.
- [13] Qian, H. F., Cui, S. W., Wang, Q., Wang, C., Zhou, H. M. (2011). Fractionation and physicochemical characterization of peach gum polysaccharides. *Food Hydrocolloid.*, 25, 1285-1290.
- [1] Nussinovitch, A. (2003). *Water-Soluble Polymer Applications in Foods*. Blackwell Science Ltd., pp 29.
- [2] Simas Tosin, F. F., Barraza, R. R., Petkowicz, C. L. O., Silveira, J. L. M., Sasaki, G. L., Santos, E. M. R., Gorin, P. A. J., Iacomini, M. (2010). Rheological and structural characteristics of peach tree gum exudates. *Food Hydrocolloid.*, 24, 486-493.
- [3] Verbeke, D., Dierckx, S., Dewettinck, K. (2003). Exudate gums: occurrence, production and applications. *Appl. Microbiol. Biot.*, 63, 10-21.
- [4] Sciarini, L. S., Maldonado, F., Ribotta, P. D., Pérez, G. T., León, A. E. (2009). Chemical composition and functional properties of *Gleditsia triacanthos* gum. *Food Hydrocolloid.*, 23, 306-313.
- [5] Singthong, J., Ningsanond, S., Cui, S. W. (2009). Extraction and physicochemical characterization of polysaccharide gum from Yanang (*Tiliacora triandra*) leaves. *Food Chem.*, 114, 1301-1307.
- [6] Miyoshi, E., Nishinari, K. (2000). Rheological and thermal properties near the sol-gel transition of gellan gum aqueous solutions. in: Williams, P. A., Phillips, G. O. (Eds.), *Gums and Stabilizers, for Food Industry 10*, The Royal Society of Chemistry, pp 111-128.
- [7] عباسی، س.؛ رحیمی، س. (1387). معرفی یک نوع صمغ گیاهی بومی ناشناخته: صمغ زدو. *نشریه آرد و غذا*، سال 4، شماره 13، ص 46-50.

- Applications*. CRC Press, Taylor & Francis Group, PP 4–5.
- [23] Whistler, R. L. (1993). Exudate gums. in: Whistler, R. L., BeMiller, J. N. (Eds.), *Industrial Gums: Polysaccharide and their Derivatives*, Academic Press, Inc., UK, London, pp 309–339.
- [24] Mhinzi, G. S. (2003). Intra- species variation of the properties of gum exudates from *Acacia Senegal* var. *senegal* and *Acacia seyal* var. *fistula* from Tanzania. *B. Chem. Soc. Ethiopia*, 17, 67–74.
- [25] Mhinzi, G. S. (2002). Properties of gum exudates from selected *Albizia* species from Tanzania. *Food Chem.*, 77, 301–304.
- [26] León de Pinto, G., Martínez, M., Sanabria, L. (2001). Structural features of the polysaccharide gum from *Acacia glomerosa*. *Food Hydrocolloid.*, 15, 461–467.
- [27] Amin, A. M., Ahmad, A. M., Yin, Y. Y., Yahya, N., Ibrahim, N. (2007). Extraction, purification and characterization of durian (*Durio zibethinus*) seed gum. *Food Hydrocolloid.*, 21, 273–279.
- [28] Nussinovitch, A. (1997). *Hydrocolloid Applications, Gum Technology in the Food and other Industries*. Blackie Academic Professional, pp 123–139.
- [29] Verbeken, D., Dierckx, S., Dewettinck, K. (2003). Exudate gums: Occurrence, production and exudates ones. *App. Microbiol. Biot.*, 63, 10–21.
- [30] Obrique-Slíer, E., Peña-Neira, A., López-Solís, R., Ramírez-Escudero, C., Zamora-Marín, F. (2009). Phenolic characterization of commercial enological tannins. *Eur. Food Res. and Technol.*, 229, 859–866.
- [31] Anonymous. (2008). *Brithish Pharmacopoeia*. Volume II, London, The Stationary Office, 2085. (www.pharmacopoeia.org.uk).
- [32] Mhinzi, G. S. (2008). Intra-species variation of the properties of gum exudates from two *Acacia* species of
- [14] Yebeyen, D., Lemenih, M., Feleke, S. (2009). Characteristics and quality of gum arabic from naturally grown *Acacia senegal* (Linne) Willd. trees in the Central Rift Valley of Ethiopia. *Food Hydrocolloid.*, 23, 175–180.
- [15] Horwitz, W. (2002). *Official Methods of Analysis* (17th ed.), Association of Official Analytical Chemists, Inc. : Gaithersburg, USA.
- [16] Mbuna, J. J., Mhinzi, G. S. (2003). Evaluation of gum exudates from three selected plant species from Tanzania for food pharmaceutical applications. *J. Sci. Food Agr.*, 83, 142–146.
- [17] Idris, O. H. M., Williams, P. A., Phillips, G. O. (1998). Characterization of the gum from *Acacia senegal* trees of different age and location using multidection gel permeation chromatography. *Food Hydrocolloid.*, 12, 379–388.
- [18] Uresti, R. M., Ramirez, J. A., López-Arias, N., Vázquez, M. (2003). Negative effect of combining microbial transglutaminase with low methoxyl pectins on the mechanical properties and colour attributes of fish gels. *Food Chem.*, 80, 551–556.
- [19] Garti, N., Slavin, Y., Aserin, A. (1999). Surface and emulsification properties of a new gum extracted from *Portulaca oleraceae* L. *Food Hydrocolloid.*, 13, 145–155.
- [20] Betancur Ancona, D., Lpez Luna, J., Chel Guerrero, L. (2003). Comparison of the chemical composition and functional properties of *Phaseolus lunatus* prime and tailing starches. *Food Chem.*, 82, 217–225.
- [21] Iwe, M. O., Obaje, P. O., Akpapunam, M. A. (2004). Physicochemical properties of Cissus gum powder extracted with the aid of edible starches. *Plant Food Hum. Nut.*, 59, 161–168.
- [22] Nussinovitch, A. (2010). *Plant Gum Exudates of the World: Sources, Distribution, Properties, and*



- the series Gummiferae. *Food Chem.*, 107, 1407–1412.
- [33] Abed El Kader, D., Molina, E., Colina, G., Montero, L., León de Pinto, G. (2003). Cationic composition and the tannin content of five gums from Venezuelan *Mimosaceae* species. *Food Hydrocolloid.*, 17, 251–253.
- [34] de Paula, R. C. M., Santana, S. A., Rodrigues, J. F. (2001). Composition and rheological properties of *Albizia lebbek* gum exudate. *Carbohydr. Polym.*, 44, 133–139.