علمی پژوهشی

بررسی و مقایسه ویژگی های عملکردی صمغ های کتیرا، خرنوب و قدومه شیرازی جهت پوشش دهی گوجه فرنگی

فاطمه سادات مصطفوی[1*]، رسول کدخدایی[2]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، مجتمع آموزش عالی کشاورزی و دامپروری تربت جام
۲- گروه نانو فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

(تاریخ دریافت: ۹۷ /۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۰۱)

چکیده

با توجه به ضایعات بالای گوجه فرنگی در ایران هدف از این تحقیق معرفی برخی صمغ های بومی ایران شامل کتیرا، خرنوب و قدومه شیرازی جهت پوشش دهی این میوه و نیز بررسی و مقایسه ویژگی های عملکردی آن ها بود. نتایج حاصل حاکی از آن بود که محلول صمغ قدومه شیرازی بیشترین ضریب پخش شوندگی(۲۲/۹۲mN/m-) را بر سطح گوجه فرنگی داشت و پس از آن به ترتیب صمغ های کتیرا (۴۳/۲۳ mN/m-) و خرنوب (mN/m ٤٤/٧٤-) قرار داشتند. همچنین صمغ کتیرا بیشترین و صمغ قدومه شیرازی کمترین ویسکوزیته ظاهری را نشان دادند. ارزیابی ویژگی های فیلم حاصل از صمغ ها نشان داد که صمغ های کتیرا و خرنوب قابلیت تشکیل فیلم هایی شفاف، بی رنگ و انعطاف پذیر را داشتند؛ در حالی که فیلم حاصل از صمغ قدومه شیرازی تا حدی کدر با رنگی متمایل به سبز بود و انعطاف پذیری کمتری نسبت به دو فیلم دیگر داشت. ممانعت فیلم های کتیرا و خرنوب در برابر نفوذ بخار آب به طور معنی داری بیشتر از فیلم قدومه شیرازی بود ($p<۰/۰۵$). با توجه به داده های حاصل می توان نتیجه گیری کرد که با وجود آن که صمغ قدومه شیرازی ضریب پخش شوندگی بالاتری بر سطح گوجه فرنگی داشت اما صمغ های خرنوب و کتیرا به علت ایجاد فیلمی با شفافیت، گرانروی و ممانعت در برابر نفوذ آب بالاتر و حلالیت بیشتر در آب گزینه های مناسب تری جهت به کار گیری به عنوان پوشش گوجه فرنگی می باشند.

کلید واژگان: پوشش دهی، میوه، هیدروکلوئید، قابلیت پخش شوندگی

*مسئول مکاتبات: fatemehs.mostafavi@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]

۱- مقدمه

پس از برداشت گوجه فرنگی فعالیت های متابولیکی و تبادلات گازی در آن تا مدت ها ادامه می یابد. تنفس، تعرق و تولید اتیلن از مهم ترین این فعالیت ها است که منجر به بروز تغییراتی مانند خروج آب از سطح میوه، تجزیه پلی ساکاریدها و ترکیبات پکتیکی، تبدیل اسیدهای آلی به منوساکاریدها، تجزیه کلروفیل و در نهایت بروز علائمی مانند کاهش وزن، چروکیدگی پوست، تغییر رنگ، نرم شدن بافت، کاهش اسیدیته و ایجاد لکه های پوستی در سطح میوه می شود. بدین صورت محصول از لحاظ خواص تغذیه ای، طعم، بافت و سایر ویژگی های کیفی دچار افت کیفیت می شود [۱, ۲].

جهت کاهش میزان ضایعات گوجه فرنگی پس از برداشت تاکنون راهکار های مختلفی ارائه شده است. ذخیره سازی میوه در محیطی با دمای پایین و رطوبت بالا، نگهداری در اتمسفر اصلاح شده[1] و کنترل شده[2] از جمله این روش هاست که معایبی چون هزینه بالای تجهیزات و نیاز به نیروی کار متخصص جهت کنترل دقیق شرایط استفاده از این روش ها را محدود کرده است [۳, ٤].

پوشش دهی سطح میوه ها با لایه نازکی از ترکیبات خوراکی روشی مناسب، ساده و کم هزینه برای کاهش ضایعات آن ها پس از برداشت است که می تواند به تنهایی و یا همراه با دیگر روش های نگهداری به صورت تکمیلی به کار رود. این روش از طریق کاهش سرعت تبادلات گازی و بخار آب از سطح میوه با محیط موجب تاخیر در بروز علائم پیری و افزایش مدت زمان ماندگاری آن می گردد. روش پوشش دهی تاکنون برای کاهش میزان ضایعات میوه های گوناگونی در کشورهای مختلف جهان به کار رفته است [۵, ٦].

پروتئین ها، پلی ساکارید ها و لیپیدها سه دسته عمده از ترکیبات مورد استفاده جهت پوشش دهی میوه ها و سبزی هاهستند. در این میان، پلی ساکاریدها ویژگی های عملکردی مناسب و قیمت پایینی دارند و بنابراین گزینه مناسبی برای پوشش دهی می باشند. ملکول های پلی ساکاریدها قابلیت اتصال به یکدیگر از طریق پیوند هیدروژنی و تشکیل شبکه پیوستهپوشش را دارند. ویژگی های ساختاری پوشش حاصل از پلی ساکارید ها با توجه به وزن ملکولی، نوع مونومر سازنده، حضور یا عدم حضور شاخه و بار الکتریکی در ساختار آن ها متفاوت است. این تفاوت ها میزان پیوند های برقرار شده بین شاخه ها و در نهایت ویژگی های عملکردی پوشش تولید شده را تحت تاثیر قرار می دهد. بنابراین، بدیهی است که پلی ساکارید هایی از منابع مختلف پوشش هایی با ویژگی های متفاوت تشکیل می دهند [۷].

در طی قرن های اخیر پلی ساکاریدهایی از منابع گوناگونجهتپوشش دهی میوه ها و سبزی هابه کار رفته اند.به عنوان مثال از نشاسته برای پوشش دهی موز [۸] و آلو [۹] از ژل آلوئه ورا برای پوشش دهی پرتقال [۱۰]، از کیتوزان برای پوشش دهی انار [۱۱] و از کاراگینان برای پوشش دهی انبه [۱۲] استفاده شده است.

امروزه با توجه به بالا بودن ضایعات میوه ها همچون گوجه فرنگی در ایران نیاز بسیاری برای به کار گیریترکیباتبومی برای تولید پوشش های خوراکی احساس می شود. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی و مقایسه ویژگی های عملکردی صمغ های خرنوب، کتیرا و قدومه شیرازی به عنوان صمغ های بومی جهت پوشش دهی گوجه فرنگی است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

مواد مصرفی در این پژوهش شامل لوبیای خرنوب، دانه قدومه شیرازی، صمغ کتیرای نواری و گوجه فرنگی واریته کال جی ان ۳[3] از فروشگاه های محلی خریداری شدند. ترکیبات شیمیایی مورد استفاده شامل اتانول، ایزوپروپانول، دی اتیل اتر، استون و هیدروکسید سدیم از نمایندگی شرکت‌های مرک آلمان و دکتر مجللی در ایران تهیه شدند. آب دیونیزه از شرکت آبتین در مشهد خریداری شد.

۲-۲- استخراج و آماده سازی صمغ ها

صمغ لوبیای خرنوب به روش داکیا و همکاران (۲۰۰۷) استخراج و سپس به روش سیلوا و گنزالس (۱۹۹۰) خالص سازی شد

1. Modified Atmosphere Packaging (MAP)
2. Contorlled Atmosphere Packaging (CAP)

3. Cal JN3

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]

[۱۳, ۱٤]. استخراج و خالص سازی صمغ قدومه شیرازی نیز به روش کوچکی و همکاران (۲۰۱۰) در نسبت آب به دانه ۱:٤۰، دمای ۳٦/۳°C ، pH=٤ و زمان ۱ ساعت انجام شد[۱٦]. صمغ ها پس از استخراج به وسیله خشک کن انجمادی خشک شدند. صمغ کتیرای نواری نیز آسیاب و الک و تا زمان انجام آزمون ها در مکان خشک و خنک نگهداری شدند.

۲-۳- آماده سازی گوجه فرنگی جهت پوشش دهی

مقدار ۲ کیلوگرم گوجه فرنگی واریته کال جی ان ۳ در آذر ماه خریداری شدو به آزمایشگاه انتقال یافت. ۱۰ عدد از گوجه فرنگی های هم رنگ، هم شکل و هم اندازه و بدون آسیب دیدگی جدا و به وسیله آب دیونیزه شست و شو داده شد و سپس خشک شد. گوجه فرنگی ها جهت هم دما شدن به مدت ٤ ساعت در دمای ۲۵°C قرار گرفتند.

۲-٤- تهیه محلول صمغ ها

محلول های ۱٪ (وزنی/ وزنی) صمغ های کتیرا، خرنوب و قدومه شیرازی با حل کردن هر یک به طور جداگانه در آب دیونیزه در دمای اتاق و قرار دادن آن ها به مدت ۲ ساعت بر روی همزن مغناطیسی تهیه شد. به منظور حل کردن صمغ خرنوب، محلول آن ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۸۵°C قرار گرفت. پس از حل شدن کامل صمغ ها در آب جهت ممانعت از رشد میکروبی از ۰/۰۲٪ سدیم آزاید استفاده شد و در نهایت جهت هیدراته شدن کامل به مدت یک شب در یخچال قرار داده شدند.

۲-۵- اندازه گیری کشش سطحی محلول صمغ

کشش سطحی محلول هر یک از صمغ ها با غلظت ۱٪ (وزنی/ وزنی) با استفاده از روش صفحه ویلهلمی[4] با استفاده از تنشیومتر آلمانی (Kruss-K100)در دمای ۲۵±۰/۱°C اندازه گیری شد. آب دیونیزه جهت کالیبراسیون دستگاه استفاده شد. آزمون با ۲ تکرار انجام شد.

۲-٦- اندازه گیری قابلیت مرطوب شوندگی سطح گوجه فرنگی به وسیله محلول صمغ ها

زاویه تماس محلول صمغ ها بر سطح میوه به روش قطره سسیل اندازه گیری شد. پس از قرار دادن نمونه روی پایه، مقدار ۵ میکرولیتر از نمونه مایع مورد نظر به وسیله سمپلر برداشته شد و به آرامی به سطح میوه انتقال یافت. برای افزایش دقت اندازه گیری و کاهش خطای ناشی از تغییر شکل قطره بر سطح میوه، عکس برداری به وسیله دوربین میکروسکوپی (AM4815ZT-USADinolite-) از تمامی قطرات پس از ۵ ثانیه انجام شد. عکسبرداری با ۱۰ تکرار برای هر نمونه انجام شد. جهت اصلاح عکس ها و اندازه گیری زاویه تماس قطره بر سطح میوه از نرم افزار Image-J نسخه ۱/٤۷ استفاده شد.

قابلیت مرطوب شوندگی سطح گوجه فرنگیاز طریق روابط ۱، ۲ و ۳ محاسبه شد.

$$W_a = \gamma_l(1+\cos\theta) \quad (۱)$$

$$W_c = 2\lambda_l \quad (۲)$$

$$W_s = W_a - W_c \quad (۳)$$

در این روابطη کشش سطحی محلول صمغ، θ زاویه تماس محلول صمغ بر سطح گوجه فرنگی، W_a ضریب پیوستگی (نیروهای بین ملکولهای مایع)، W_c ضریب چسبندگی (نیروهای بین مایع و سطح جامد) و W_s ضریب پخش شوندگی مایع بر سطح جامد است [۱۷].

۲-۷- اندازه گیری گرانروی ظاهری محلول صمغ ها

گرانروی ظاهری محلول ۱٪ (وزنی/ وزنی) هر یک از صمغ ها به صورت مجزا به وسیله گرانروی سنج چرخشیدر درجه برش $11s^{-1}$ در دمای ثابت ۲۵°C و با استفاده از دوک SC4-18 با دو تکرار اندازه گیری شد.

۲-۸- تهیه فیلم

تمامی فیلم ها به روش قالب ریزی و با استفاده از محلول ۱٪ (وزنی/ وزنی) صمغ ها تهیه شد. برای خروج حباب های هوای محصور شده در محلول صمغ ها، محلول های تهیه شده به مدت ۵ دقیقه در ۱۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ (*Hermle Z36HK*، آلمان) شدند. ٤۰ میلی لیتر از هر محلول صمغ بر روی پلیت های تفلون به قطر ۱۰ سانتی متر ریخته و در آون ۳۵°C به مدت ۲٤

4. Wilhelmy plate method

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]

ساعت خشک شدند. سپس فیلم ها با احتیاط از پلیت ها جدا شده و جهت یکسان سازی رطوبت در دسیکاتور حاوی نیترات منیزیم اشباع (رطوبت ٪۰/۲۰± ۵۲/۸) در دمای ۲۵°C تا رسیدن به وزن ثابت نگهداری شدند.

۲-۹- اندازه گیری درصد رطوبت فیلم

جهت اندازه گیری این پارامتر فیلم ها در ابعاد ۲×۲ سانتی متر بریده شد و پس از مشروط شدن و رسیدن به وزن ثابت در دسیکاتور حاوی نیترات منیزیم اشباع، به وسیله ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن شدند (M_i). سپس به مدت ۲٤ ساعت در آون با دمای ۱۰۳°C قرار داده شده و دوباره وزن شدند (M_f). درصد رطوبت فیلم ها (MC) با استفاده از رابطه ٤ محاسبه شد[۱۸].

$$MC = \frac{Mi - Mf}{Mi} \times 100 \qquad (٤)$$

آزمون با سه تکرار انجام شد.

۲-۱۰- اندازه گیری درصد جذب رطوبت فیلم

برای اندازه گیری درصد جذب رطوبت فیلم، قطعات فیلم در ابعاد ۲×۲ سانتی متر برش داده شد و پس از رسیدن به وزن ثابت در دسیکاتور حاوی سیلیکاژل به وسیله ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن شد (W_0). سپس در دسیکاتور حاوی سوربات پتاسیم اشباع قرار گرفت و پس از رسیدن به وزن ثابت در رطوبت ۹۸٪ و دمای ۲۵°C دوباره وزن شد (W_t). درصد جذب رطوبت فیلم ها (MA) با استفاده از رابطه ۵ محاسبه شد [۱۸].

$$MA = \frac{Wt - W0}{W0} \times 100 \qquad (٥)$$

آزمون با سه تکرار انجام شد.

۲-۱۱- اندازه گیری حلالیت فیلم در آب

اندازه گیری درصد حلالیت فیلم ها در آب به روش وو و همکاران (۲۰۱۲) با اندکی تغییرات انجام شد. برای انجام این آزمون، فیلم ها در ابعاد ۲×۲ بریده شد و به مدت ۲٤ ساعت داخل آون (دمای ۱۰۳°C) قرار گرفتند. سپس نمونه های خشک شده با ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین (وزن اولیه فیلم=W_i) و در بشر های حاوی ۵۰ میلی لیتر آب مقطر غوطه ور شدند. نمونه ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق به وسیله همزن مغناطیسی با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه به طور ملایم هم زده شدند. در ادامه محلول از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ که از پیش خشک و وزن شده بود، عبور داده شد تا ذرات حل نشده از محلول جدا شود. سپس کاغذ صافی در آون در دمای ۱۰۳°C به مدت ۲٤ ساعت خشک شد و مجدداً توزین گردید (وزن فیلم خشک نهایی=W_f). درصد حلالیت فیلم ($FS\%$) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$FS\% = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100 \qquad (٦)$$

آزمون با سه تکرار انجام شد.

۲-۱۲- اندازه گیری نفوذپذیری به بخار آب فیلم

اندازه گیری نفوذپذیری به بخار آب فیلم های خوراکی طبق روش ASTM E0096 با اختلاف رطوبت ۱۰۰٪ بین دو سطح فیلم و در دمای ۲۵°C صورت گرفت. برای انجام این آزمون از فنجانک های فلزی با مساحت دهانه ۰/۰۰۳۳۱۷cm^2 استفاده شد. هر فنجانک محتوی ۹۸ میلی لیتر آب مقطر بود و فاصله ای ۲ سانتی متری بین سطح آب و فیلم در نظر گرفته شد. آب دیونیزه باعث ایجاد رطوبت نسبی ۱۰۰٪ در فضای داخل فنجانک گردید. نمونه های فیلم بدون ترک و آسیب دیدگی روی فنجانک ها قرار گرفت و با واشر لاستیکی محکم گردید. سپس فنجانک ها درون دسیکاتور حاوی سیلیکاژل قرار گرفتند و دسیکاتور در اینکوباتور دمای ۲۵°C نگهداری شد. فنجانک ها به صورت مجزا هر ساعت یک بار توزین و میزان افت وزن آن ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد. میزان تراوش پذیری به بخار آب بر اساس افزایش وزن فنجانک‌ها محاسبه و نمودار وزن فنجانک‌ها با زمان برای هر نمونه ترسیم گردید. مقدار شیب نمودارها بدست آمده و نهایتاً میزان نفوذپذیری به بخار آب با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$WVP = \frac{\Delta m.X}{\Delta t.A.\Delta P} \qquad (٧)$$

در این رابطه $m\Delta$ افت وزنی مربوط به فنجانک، A سطح در معرض، $t\Delta$ زمان، x ضخامت و $p\Delta$ اختلاف فشار جزئی بین درون و بیرون فنجان می باشد که این اختلاف فشار در رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد و دمای ۲۵°C، ۳/۱۷۹ کیلوپاسکال (با استفاده از جدول بخار اشباع) در نظر گرفته شده است. سه تکرار برای آزمون در نظر گرفته شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]

۲-۱۳- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق آزمایش ها بر اساس طرح کاملا تصادفی در قالب فاکتوریل انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن با سطح اطمینان ۹۵٪ و با استفاده از نرم افزار MSTATC نسخه ۲/۱۰ (۱۹۸۹) انجام شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل (۲۰۱۰) صورت گرفت.

۳- بحث و بررسی نتایج

۳-۱- قابلیت مرطوب کنندگی سطح گوجه فرنگی

هر یک از صمغ های مورد بررسی در این پژوهش ممکن است توانایی تشکیل فیلمی با ویژگی های مکانیکی و ممانعت کنندگی مطلوب را داشته باشند. اما توجه به اینویژگی ها به تنهایی کافی نیست؛ بلکه صمغ ها باید علاوه بر این، توانایی برقرار کردن اتصال مناسب با سطح میوه و پخش شدن بر سطح آن را داشته باشند. بدین منظور پارامتری تحت عنوان قابلیت مرطوب کنندگی صمغ ها تعریف شده است. مقادیر ضریب چسبندگی، ضریب پیوستگی و ضریب پخش شوندگی محلول هر یک از صمغ ها بر سطح میوه در جدول ۱ نمایش داده شده است. با توجه به داده ها، ضریب پخش شوندگی محلول صمغ های مختلف به طور معنی داری با هم تفاوت داشت ($p<۰/۰۵$). صمغ قدومه شیرازی بیشترین ضریب پخش شوندگی(۲۲/۹۲mN/m-) را نشان داد و پس از آن به ترتیب صمغ های کتیرا (۴۳/۲۳mN/m-) و خرنوب (۴۴/۷۴mN/m-) قرار داشتند. به عبارت دیگر این نتایج نشان داد که محلول پوشش بر پایه صمغ قدومه شیرازی راحت تر از دیگر صمغ ها بر سطح گوجه فرنگی پخش شده و با آن اتصال برقرار می کند. علت این امر می تواند به کشش سطحی پایین صمغ قدومه شیرازی نسبت به دیگر صمغ ها مربوط باشد. کازاریگو و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که محلول پوشش با کشش سطحی پایین تر ضریب پخش شوندگی بالاتری بر سطح گوجه فرنگی و هویج داشتند[۱۷]. همچنین کارنیرو دا کونها و همکاران (۲۰۰۹) نتایج مشابهی را برای پوشش اعمال شده بر سطح سیب گزارش کردند. از طرف دیگر ضریب پخش شوندگی پایین محلول دیگر صمغ ها ممکن است موجب جمع شدن پوشش بر سطح میوه و در نهایت تشکیل لایه ای نازک و ضعیف در اطراف آن شود. بنابراین، اصلاح ترکیب یا فرمولاسیون ماده غذایی در جهت اتصال بهتر محلول پوشش انجام می شود. برای دستیابی به این هدف معمولا از سورفاکتانت ها، نرم کننده ها یا لیپیدها استفاده می شود [۲۰].

اساسا میزان پخش شدن قطره مایع بر سطح جامد تحت تاثیر نیروهای بین ملکولی قرار می گیرد. نیروهای جاذبه بین ملکول های پوشش و نیز نیروهای جاذبه بین ملکول های پوشش و سطح جامد بر قابلیت پخش شدن پوشش بر سطح میوه تاثیر گذارند. نیروهای جاذبه بین ملکول های پوشش با ضریب پیوستگی و نیروهای جاذبه بین ملکولهای پوشش و سطح جامد با ضریب چسبندگی معرفی می شوند. با افزایش ضریب پیوستگی و کاهش ضریب چسبندگی، میزان اتصال پوشش بر سطح میوه افزایش می یابد.

با توجه به داده های ارائه شده در تحقیقات پیشین، مولفه پراکن سطح گوجه فرنگی (۳۳/۴۲ mN/m) بسیار بالاتر از مولفه قطبی (۲/۴۵ mN/m) آن بود[۲]. بنابراین علت پایین بودن ضرایب پخش شوندگی محلول صمغ های مورد استفاده در این تحقیق، به بالاتر بودن مولفه قطبی آن ها نسبت به سطح گوجه فرنگی مربوط می شود. در تحقیقات پیشین مقادیر مشابهی از ضریب پخش شوندگی محلول های پوشش بر پایه صمغ ها گزارش شده است [۱۷, ۲۰, ۲۱].

Table 1 W_a, W_c and W_s values of tragacanth gum, locust bean gum and *Alyssum homolocarpum* seed gum solutions on tomato surface

	W_a (mN/m)	W_c (mN/m)	W_s (mN/m)
Tragacanth	71.47 [b]	114.70 [a]	-43.23 [b]
Alyssum homolocarpum seed gum	71.02 [c]	93.94 [b]	-22.92 [c]
Locust bean gum	71.92 [a]	116.66 [a]	-44.74 [a]

[a–c] Means in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]

۳-۲- گرانروی ظاهری

اطلاع از گرانروی ظاهری محلول پوشش به منظور پیش بینی ضخامت آن و نیز حضور ترک یا آسیب دیدگی در ساختار آن بر سطح مواد غذایی ضروری است[۲۲].جدول۲ گرانروی ظاهری محلول صمغ های مورد بررسی را در غلظت ۱٪ نشان می دهد. با توجه به داده ها محلول صمغ کتیرا بیشترین گرانروی ظاهری (٤٦/٣٥-٢٥٨٤/٧٢pa.s) را نشان داد و پس از آن به ترتیب صمغ های خرنوب، قدومه شیرازی قرار داشتند. این تفاوت می تواند به علت گوناگونی ساختار شیمیایی آن ها باشد. نتایج به دست آمده حاکی آن است که در غلظت مساوی، صمغ های کتیرا و خرنوب قادرند پوششی با ضخامت بیشتر در اطراف میوه ایجاد کنند و بنابراین نقش خود را به عنوان ممانعت کننده بهتر ایفا می کنند. نتایج تحقیقات سیزنروز-زوالوس و کروچتا (۲۰۰۳) نیز نشان داد که ضخامت پوشش بر سطح میوه پس از خشک شدن رابطه مستقیمی با گرانروی آن دارد[۲۳].

Table 2 Apparent viscosity of tragacanth, locust bean gum and *Alyssum homolocarpum* seed gum solutions

	Apparent viscosity (mPa.s)
Tragacanth	30.51 [a]
Locust bean gum	19.91 [b]
Alyssum homolocarpum seed gum	2.28 [c]

[a–c] Means in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

۳-۳- قابلیت تشکیل فیلم

آزمایش های اولیه جهت بررسی امکان تهیه فیلم های خوراکی بر پایه هر یک از صمغ ها خرنوب، کتیرا و قدومه شیرازی صورت پذیرفت. شکل ۱ تصاویر فیلم های حاصل از صمغ های نامبرده را نشان می دهد. فیلم های حاصل از کلیه صمغ ها در غلظت های کمتر از ۱٪ ضخامت کمی داشت و جدا کردن آن ها از سطح پلیت مشکل بود. حل کردن غلظت های بالاتر از ۱٪ صمغ ها نیز در آب مشکل بود. در حالی که این صمغ ها در غلظت ۱٪ قابلیت تشکیل فیلم هایی یکنواخت و صاف و بدون آسیب دیدگی با ظاهر و انعطاف پذیری مناسب را داشتند که به راحتی از سطح پلیت جدا می شد. بنابراین غلظت ۱٪ به عنوان غلظت بهینه برای تولید این فیلم ها انتخاب شد.

با وجود آن که هر سه صمغ خرنوب، کتیرا و قدومه شیرازی قابلیت تشکیل فیلم را داشتند اما تفاوت هایی در ویژگی های ظاهری آن ها قابل مشاهده بود. فیلم های کتیرا و خرنوب شفاف و کاملا انعطاف پذیر بودند در حالی که فیلم قدومه شیرازی تا حدی کدر با رنگی متمایل به سبز بود و انعطاف پذیری کمتری نسبت به فیلم های کتیرا و خرنوب داشت. تفاوت در قابلیت صمغ ها جهت تشکیل فیلم احتمالا به تفاوت در نظم زنجیره های پلی ساکاریدی آن ها مرتبط می باشد. چرا که قابلیت تشکیل فیلم یک پلی ساکارید بستگی زیادی به ساختار شیمیایی، نحوه قرار گرفتن زنجیره های آن ها در کنار هم و در نهایت تعداد و قدرت پیوندهای هیدروژنی بین ملکولی در زنجیره های پلی ساکاریدی دارد [٢٤].قابلیت صمغ های خرنوب و کتیرا در تشکیل فیلم در تحقیقات پیشین نیز گزارش شده است [٢٥, ٢٦].

Fig 1 Illustrative picture of films made from (a) *Alyssum homolocarpum* seed gum, (b) tragacanth gum and (c) locust bean gum

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]

۳-٤- مقدار رطوبت فیلم

ملکول های آب در ساختار فیلم اثر نرم کنندگی دارند و مقدار آن ها بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی فیلم مانند میزان نفوذپذیری به بخار آب و ویژگی های مکانیکی آن اثر بسزایی دارند. بنابراین مطالعه مقدار رطوبت موجود در فیلم حائز اهمیت است [۲۷].

در این تحقیق مقادیر رطوبت فیلم های کتیرا، خرنوب و قدومه شیرازی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت (جدول ٤). با توجه به نتایج مقدار رطوبت فیلم های کتیرا، خرنوب و قدومه شیرازی به ترتیب ۱٦/۲۰، ۱۲/۰۲ و ۱۱/۱۵٪ گزارش شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده ها نشان داد که مقدار رطوبت فیلم کتیرا به طور معنی داری بالاتر از فیلم های خرنوب و قدومه شیرازی بود($P<۰/۰۵$). اساسا تفاوت در مقدار رطوبت فیلم ها می تواند به علت تفاوت در ساختار شیمیایی آن ها باشد. این تفاوت تعداد برهمکنش های برقرار شده بین ملکول های پلی ساکارید و آب را تحت تاثیر قرار می دهد. مقادیر مشابهی برای مقدار رطوبت فیلم ها در تحقیقات گذشته برای فیلم های پلی ساکاریدی گزارش شده است [۲۸, ۲۹].کرت و کاهایاگلو (۲۰۱٤) نیز گزارش کردند که مقدار رطوبت فیلم خرنوب به طور معنی داری کمتر از فیلم های گوار و گلوکومانان ثعلب بود($P<۰/۰۵$) [۷].

۳-۵- جذب رطوبت فیلم

اندازه گیری مقدار جذب رطوبت فیلم برای پیش بینی پایداری آن ها در شرایط رطوبت بالا در طی نگهداری مورد نیاز است[۷]. نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار جذب رطوبت فیلم ها تفاوت معنی داری با هم داشت($P<۰/۰۵$)؛ به گونه ای که فیلم خرنوب بالاترین و فیلم کتیرا کمترین جذب رطوبت را داشتند (جدول ٤). با توجه به اینکه فیلم های مورد بررسی در این مرحله برای کاربرد پوشش دهی میوه گوجه فرنگی مورد مقایسه قرار می گیرند، جذب رطوبت بیشتر فیلم خرنوب در مقایسه با فیلم های کتیرا و قدومه شیرازی از یک طرف موجب افزایش نفوذپذیری آن ها نسبت به بخار آب می گردد که نامطلوب است و از طرف دیگر ویژگی های مکانیکی آن را مانند درصد ازدیاد طول را بهبود می بخشد [۷].

۳-٦- حلالیت در آب فیلم

اساسا صمغ مورد استفاده جهت پوشش دهی میوه ها نیاز است که حلالیت بالایی در آب داشته باشد تا به هنگام شستشوی میوه قبل از مصرف به راحتی از سطح میوه همراه با آب جدا شود [۳۰]. نتایج این تحقیق حاکی از تفاوت معنی دار مقدار حلالیت فیلم های مورد بررسی در آب بود ($P<۰/۰۵$). بر اساس این نتایج فیلم خرنوب بیشترین و فیلم قدومه شیرازی کمترین حلالیت را در آب داشتند (جدول ٤). حلالیت فیلم ها در آب به نوع و شدت برهمکنش های بین ملکول های هیدروکلوئید در ساختار فیلم بستگی دارد[۱۸]. بالاتر بودن حلالیت در آب فیلم خرنوب در مقایسه با فیلم های کتیرا و قدومه شیرازی نشان از آن است که برهمکنش های بین ملکولی در ساختمان فیلم خرنوب به اندازه ای محکم نیستند که در برابر هیدراسیون به وسیله ملکول های آب مقاومت کنند.

۳-۷- نفوذپذیری به بخار آب فیلم

با توجه به اینکه یکی از مهم ترین اهداف پوشش دهی میوه ها کاهش خروج رطوبت از سطح آن هاست، اندازه گیری میزان نفوذپذیری فیلم حاصل هر یک صمغ ها اهمیت بسیاری دارد. جدول ٤ نتایج حاصل از اندازه گیری نفوذپذیری به بخار آب و سرعت عبور بخار آب فیلم های مورد بررسی را نشان می دهد. با توجه به داده ها، میزان نفوذپذیری به بخار آب فیلم های قدومه شیرازی، کتیرا و خرنوب به ترتیب ۰/٤۸، ۰/۳۸ و ۰/۲۷ $g.m/m^2.h.kpa$ گزارش شد. نتایج حاکی از آن بود که فیلم های قدومه شیرازی و خرنوب به ترتیب بیشترین و کمترین نفوذپذیری به بخار آب را داشتند ($P<۰/۰۵$).

اساسا نفوذپذیری نسبت به بخار آب فیلم ها پارامتری است که تحت تاثیر حلالیت و نفوذپذیری ملکول های بخار آب از ساختار فیلم قرار دارد. این پارامتر به عوامل متعددی مانند ساختار شیمیایی صمغ ها و انعطاف پذیری زنجیره های پلی ساکاریدی بستگی دارد[۲۷]. ممانعت ضعیف فیلم های تولید شده در این تحقیق نسبت به بخار آب به علت ماهیت آبدوست هیدروکلوئیدهاست که به ملکول های بخار آب اجازه حل شدن در ساختار فیلم و عبور راحت از آن را می دهد. نتایج مشابهی در تحقیقات پیشین گزارش شده است [۷, ۱۸].

نتایج حاصل در بخش ۳-۷ حاکی از بالاتر بودن درصد جذب رطوبت فیلم خرنوب در مقایسه با فیلم های کتیرا و قدومه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]

شیرازی بود. اما با این وجود نفوذپذیری نسبت به بخار آب فیلم خرنوب کمتر از فیلم های کتیرا و قدومه شیرازی گزارش شد. با این توصیف می توان عنوان کرد که با اینکه مقدار بیشتری رطوبت جذب سطح فیلم خرنوب شده ولی ساختار متراکم تر آن مانع از نفوذ ملکول های بخار آب از ساختار آن شده است. برعکس، ساختار باز و متخلخل فیلم های قدومه شیرازی و کتیرا موجب افزایش نفوذپذیری این فیلم های نسبت به نفوذ بخار آب شده است. تفاوت در تراکم زنجیره های پلیمری در فیلم های مورد بررسی نیز ناشی از تفاوت در ساختار شیمیایی آن ها است. در تحقیقات پیشین نیز به تاثیر ساختار شیمیایی پلی ساکاریدها بر نفوذپذیری فیلم حاصل از آن ها به بخار آب اشاره شده است. قاسملو و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تراکم و یکپارچگی کمتر ساختار فیلم های کفیران حاوی مقادیر متفاوتی نرم کننده موجب افزایش نفوذپذیری آن ها نسبت به بخار آب شد[۳۰]. کرت و کاهایاگلو (۲۰۱٤) نیز گزارش کردند که نفوذپذیری به بخار آب فیلم خرنوب به طور معنی داری کمتر از فیلم گوار بود و آن را به ساختار شیمیایی متفاوت صمغ خرنوب نسبت دادند($P<0.05$)[۷].

بدیهی است که برای پوشش دهی میوه ها کمتر بودن نفوذپذیری پوشش نهایی به بخار آب مطلوب تر است. بنابراین در مقایسه صمغ های مورد بررسی در این تحقیق با هم خرنوب بهترین انتخاب از این جهت خواهد بود.

Table 4 Moisture content, moisture absorption, WVP and transparency of edible films based on *Alyssum homolocarpum* seed gum, tragacanth gum and locust bean gum

	Moisture content (%)	Moisture absorption	Solubility in water (%)	WVP ($g.mm/m^2.h.kpa$)
Alyssum homolocarpum seed gum	11.15 [b]	75.09 [b]	17.20 [c]	0.48 [a]
Tragacanth gum	16.20 [a]	43.80 [c]	47.50 [b]	0.38 [ab]
Locust bean gum	12.02 [b]	95.84 [a]	61.37 [a]	0.27 [b]

[a–c] Means in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

٤- نتیجه گیری

در این تحقیق صمغ های خرنوب، کتیرا و قدومه شیرازی جهت پوشش دهی میوه گوجه فرنگی معرفی و ویژگی های عملکردی آن ها با یکدیگر مقایسه شد. با توجه به داده های حاصل می توان نتیجه گیری کرد که با توجه به قابلیت صمغ های خرنوب، کتیرا و قدومه شیرازی جهت برقراری اتصال مناسب با سطح میوه گوجه فرنگی و تشکیل فیلمی یکنواخت در اطراف آن ها این صمغ ها پتانسیل به کار گیری به عنوان پوشش این میوه را دارند. اگرچه نتایج حاصل از مقایسه این صمغ ها با یکدیگر نشان داد با وجود آن که صمغ قدومه شیرازی ضریب پخش شوندگی بالاتری بر سطح گوجه فرنگی داشت اما صمغ های خرنوب و کتیرا به علت ایجاد فیلمی با شفافیت، گرانروی، ممانعت در برابر نفوذ آب بالاتر و حلالیت بیشتر در آب گزینه های مناسب تری جهت به کار گیری به عنوان پوشش گوجه فرنگی می باشند.

٥- منابع

[1] Abugoch, L.E., Tapia, C., Villamán, M.C., Yazdani-Pedram, M., Díaz-Dosque, M., 2011. Characterization of quinoa protein–chitosan blend edible films. Food Hydrocolloids 25, 879-886.

[2] Candir, E., Ozdemir, A.E., Aksoy, M.C., 2018. Effects of chitosan coatingand modified atmosphere packaging on postharvest quality and bioactive compounds of pomegranate fruit cv. 'Hicaznar'. Scientia Horticulturae 235, 235-243.

[3] Carneiro-da-Cunha, M.G., Cerqueira, M.A., Souza, B.W., Souza, M.P., Teixeira, J.A., Vicente, A.A., ۲۰۰۹a. Physical properties of edible coatings and films made with a polysaccharide from Anacardium occidentale L. Journal of Food Engineering 95, 379-385.

[4] Carneiro-da-Cunha, M.G., Cerqueira, M.A., Souza, B.W.S., Souza, M.P., Teixeira, J.A., Vicente, A.A۲۰۰۹ ,.b. Physical properties of edible coatings and films made with a polysaccharide from Anacardium occidentale

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]

L. Journal of Food Engineering 95, 379-385.
[5] Casariego, A., Souza, B., Vicente, A., Teixeira, J., Cruz, L., Díaz, R., 2008. Chitosan coating surface properties as affected by plasticizer, surfactant and polymer concentrations in relation to the surface properties of tomato and carrot. Food hydrocolloids 22, 1452-1459.
[6] Cerqueira, M.A., Lima, Á.M., Teixeira, J.A., Moreira, R.A., Vicente, A.A., 2009 .Suitability of novel galactomannans as edible coatings for tropical fruits. Journal of Food Engineering 94, 372-378.
[7] Cisneros-Zevallos, L., Krochta, J., 2003. Dependence of coating thickness on viscosity of coating solution applied to fruits and vegetables by dipping method. Journal of Food Science 68, 503-510.
[8] Dakia, P.A., Blecker, C., Robert, C., Wathelet, B., Paquot, M., 2008. Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. Food hydrocolloids 22, 807-818.
[9] Falguera, V., Quintero, J.P., Jiménez, A., Muñoz, J.A., Ibarz, A., 2011. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. Trends in Food Science & Technology 22, 292-303.
[10] Farber, J., 199 .١Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology-a review. Journal of Food Protection 54, 58-70.
[11] Ghasemlou, M., Khodaiyan, F., Oromiehie, A., 2011. Physical, mechanical, barrier, and thermal properties of polyol-plasticized biodegradable edible film made from kefiran. Carbohydrate Polymers 84, 477-483.
[12] Koocheki, A., Mortazavi, S.A., Shahidi, F., Razavi, S., Kadkhodaee, R., Milani, J.M., 2010a. Optimization of mucilage extraction from Qodume shirazi seed (Alyssum homolocarpum) using response surface methodology. Journal of Food Process Engineering 33, 861-882.
[13] Koocheki, A., Mortazavi, S.A., Shahidi, F., RAZAVI, S.M., Kadkhodaee, R., Milani, J.M., 2010b. Optimization of mucilage extraction from Qodume shirazi seed (Alyssum homolocarpum (using response surface methodology. Journal of Food Process Engineering 33, 861-882.
[14] Kurt, A., Kahyaoglu, T., 2014. Characterization of a new biodegradable edible film made from salep glucomannan. Carbohydrate polymers 104, 50-58.
[15] Maran, J.P., Sivakumar ,V., Sridhar, R., Immanuel, V.P., 2013. Development of model for mechanical properties of tapioca starch based edible films. Industrial Crops and Products 42, 159-168.
[16] Martins, J.T., Cerqueira, M.A., Bourbon, A.I., Pinheiro, A.C., Souza, B.W., Vicente, A.A., 2012. Synergistic effects between κ-carrageenan and locust bean gum on physicochemical properties of edible films made thereof. Food Hydrocolloids 29, 280-289.
[17] Meindrawan, B., Suyatma, N.E., Wardana, A.A., Pamela, V.Y., 2018. Nanocomposite coating based on carrageenan and ZnO nanoparticles to maintain the storage quality of mango. Food Packaging and Shelf Life 18, 140-146.
[18] Mostafavi, F.S., 2018. The surface characteristics of biopolymer-coated tomato and cucumber epicarps: effect of guar, Persian andtragacanth gums.
[19] Mostafavi, F.S., Kadkhodaee, R., Emadzadeh, B., Koocheki, A., 2016. Preparation and characterization of tragacanth–locust bean gum edible blend films. Carbohydrate polymers 139, 20-27.
[20] Nieto, M.B., 2009. Structure and function of polysaccharide gum-based edible films and coatings, Edible films and coatings for food applications. Springer, pp. 57-112.
[21] Olivas, G.I., Barbosa-Cánovas, G., 2009. Edible films and coatings for fruits and vegetables, Edible films and coatings for food applications. Springer, pp. 211-244.
[22] Parry, R., 2012. Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods. Springer Science & Business Media.
[23] Prajapati, V.D., Jani, G.K., Moradiya, N.G., Randeria, N.P., Maheriya, P.M., Nagar, B.J., 2014. Locust bean gum in the development of sustained release mucoadhesive macromolecules of aceclofenac. Carbohydrate polymers 113, 138-148.
[24] Rasouli, M., Koushesh Saba, M., Ramezanian, A., 2019. Inhibitory effect of salicylic acid and Aloe vera gel edible coating on microbial load and chilling injury of orange

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]

fruit. Scientia Horticulturae 247, 27-34.
[25] Rojas-Argudo, C., Del Río, M., Pérez-Gago, M., 2009. Development and optimization of locust bean gum (LBG)-based edible coatings for postharvest storage of 'Fortune'mandarins. Postharvest Biology and Technology 52, 227-234.
[26] Salas-Méndez, E.d.J., Vicente, A., Pinheiro, A.C., Ballesteros, L.F., Silva, P., Rodríguez-García, R., Hernández-Castillo, F.D., Díaz-Jiménez, M.d.L.V., Flores-López, M.L., Villarreal-Quintanilla, J.Á ,.Peña-Ramos, F.M., Carrillo-Lomelí, D.A., Jasso de Rodríguez, D., 2019. Application of edible nanolaminate coatings with antimicrobial extract of Flourensia cernua to extend the shelf-life of tomato (Solanum lycopersicum L.) fruit. Postharvest Biology and Technology 150, 19-27.
[27] Seyedi, S., Koocheki, A., Mohebbi, M., Zahedi, Y., 2014. Lepidium perfoliatum seed gum: A new source of carbohydrate to make a biodegradable film. Carbohydrate polymers 101, 349-358.
[28] Silva, J., Gonçalves, M., 1990. Studies on a purification method for locust bean gum by precipitation with isopropanol.
[29] Thakur, R., Pristijono, P., Bowyer, M., Singh, S.P., Scarlett, C.J., Stathopoulos, C.E., Vuong, Q.V., 2019. A starch edible surface coating delays banana fruit ripening. LWT 100, 341-347.
[30] Thakur, R., Pristijono, P., Golding, J.B., Stathopoulos, C.E., Scarlett, C.J., Bowyer, M., Singh, S.P., Vuong, Q.V., 2018. Development and application of rice starch based edible coating to improve the postharvest storage potential and quality of plum fruit (Prunus salicina). Scientia Horticulturae 237, 59-66.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]

Investigating and Comparing the Functional Properties of Tragacanth Gum, Locust Bean and Gum *Alyssum homolocarpum* Seed Gum for Coating Tomato

Mostafavi, F. S.[1*], Kadkhodaee, R.[2]

1. Department of Food Science and Technology, University of Torbat-e Jam, Iran
2. Department of Food Nanotechnology, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran

(Received: 2019/01/19 Accepted: 2020/01/21)

According to the high tomato loss in Iran, the aim of the present study was to introduce Iranian endemic gums including tragacanth, locust bean and *Alyssum homolocarpum* seed gums for coating this fruit and also to investigate and compare their functional properties. The results showed that the solution of *Alyssum homolocarpum* seed gum had the highest wettability (-22.92 mN/m) on the fruits surface following by tragacanth gum (-43.23 mN/m) and locust bean gum (-22.92 mN/m). Moreover, the tragacanth and *Alyssum homolocarpum* seed gums showed the highest and the lowest apparent viscosities respectively. Investigating the physical features of the films revealed that tragacanth gum and locust bean gum had the ability to form transparent and flexible film; while, *Alyssum homolocarpum* seed gum film was more opaque and had a greenish hue with less flexibility. The water vapor permeability of tragacanth and locust bean gum films was significantly higher than that of *Alyssum homolocarpum* seed gum film ($P<0.05$). According to the results, it can be concluded that although *Alyssum homolocarpum* seed gum film had higher wettability on the surface of tomato, locust bean gum and tragacanth gum were more appropriate choices for tomato coating due to the higher transparency, apparent viscosity, water vapour inhibition and solubility in water.

Keywords: Coating, Fruit, Hydrocolloid, Wettability

[*] Corresponding Author E-Mail Address: fatemehs.mostafavi@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.195]