بررسی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی فیلم زیست تخریب پذیر تهیه شده از صمغ جاوشیر

النار رجایی[۱]، هاجر شکرچی زاده[۲*]

۱- کارشناسی ارشد صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران،
۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران،

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۱۱)

چکیده

هدف این تحقیق ، بررسی امکان تهیه فیلم زیست تخریب پذیر از منبعی جدید به نام صمغ جاوشیر و بررسی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی آن بود. به این منظور ابتدا صمغ جاوشیر بعد از دو مرحله استخراج، خالص سازی شد و سپس فیلم با تهیه محلول ٤ درصد از صمغ استخراج شده و ۲/۵ درصد گلیسرول در آب دیونیزه تهیه شد. ویسکوزیته ظاهری محلول فیلم ساز نشان دهنده رفتار غیرنیوتنی غلیظ شونده با برش محلول بود. نسبت انقباض بدست آمده از فیلم صمغ جاوشیر، ۰/۰۹۵ ± ۰/۲٦۷ – بود. قابلیت نفوذپذیری به بخار آب فیلم جاوشیر، ۰/٦۲۳ ± ۲۵/۰۵۹ cm^2 بود. استحکام کششی بدست آمده برای فیلم صمغ جاوشیر، ۰/۱۲٤ ± ۰/۳۷٦ مگاپاسکال و درصد کشیدگی در نقطه شکست، ۱۰۸/۵۹۹ ± ۳۵۰/٦۲۵ درصد بود. کدورت فیلم، ۰/٤۰٤ ± ۱۵/٦۳۳ بدست آمد که نشان دهنده شفافیت مطلوب این فیلم است. میانگین زاویه تماس برای فیلم، ۱/۹۹۲ ± ۳٤/٦۱۸ درجه بدست آمد که بر اساس آن می توان گفت این فیلم، به صورت نسبی نم پذیر است. طیف سنج پراش اشعه ایکس نشان داد، این فیلم دارای ساختار نیمه کریستالی است. در نمودار حاصل از آزمون گرماسنج روبشی تفاضلی فیلم، دو پیک گرماگیر و دو پیک گرماده مشاهده شد. آنالیز حرارتی فیلم نیز ٤ افت وزنی را نشان داد. ساختار فیلم با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی بررسی شد. طیف FTIR نشان داد که جزء غالب فیلم تهیه شده پلی‌ساکارید می‌باشد. مجموع نتایج بدست آمده از آزمایش های مختلف نشان داد که صمغ جاوشیر قابلیت تشکیل فیلم را دارد. با اینحال فیلم تهیه شده از صمغ جاوشیر، به دلیل ضخامت بالا، حلالیت بسیار زیاد در آب، نفوذپذیری بالا به بخار آب و خواص مکانیکی ضعیف، به تنهایی برای تولید فیلم خوراکی مطلوب نیست. لذا می تواند گزینه ای مناسب برای تلفیق با سایر ترکیبات فیلم ساز باشد تا سبب افزایش زیست تخریب پذیری فیلم حاصل شود.

کلید واژگان: صمغ، جاوشیر، فیلم خوراکی، نفوذپذیری به بخار آب، آنالیز حرارتی

* مسئول مکاتبات: Shekarchizadeh@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۱- مقدمه

بسته بندی یکی از مهمترین روش ها برای حفظ کیفیت فرآورده های غذایی به منظور نگهداری، ذخیره سازی، حمل و نقل و استفاده پایانی است و علاوه بر این مانع از بین رفتن کیفیت غذا می شود و روند توزیع و بازاریابی آن را آسان می سازد [۱]. مواد اولیه بسته بندی باید ویژگی های زیر را داشته باشند:۱- سمی نباشد. ۲- از نظر شکل ظاهری قابل توجه مصرف کننده باشد که بتواند در فروش محصول موثر باشد. ۳-.در مقابل نور، رطوبت، چربی و گاز مقاوم باشد. ٤- از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد به طوری که کارخانجات تولیدکننده بتوانند محصول بسته بندی شده را در بازار رقابت نگه دارند. ٥- در مقابل عوامل خارجی مانند ضربات مکانیکی مقاوم باشد. ٦- درب بسته بندی به سهولت باز شود و دوخت و چاپ آن به سهولت انجام گیرد. ۷- بازیافت زباله آن آسان باشد و کمترین ضایعات را در محیط زیست بر جای بگذارد [۲].

بدون شک آلودگی های زیست محیطی یکی از مهم ترین دغدغه های جوامع امروزی در سراسر جهان است. تجمع انواع مواد سنتزی غیر قابل تجزیه به خصوص انواع مختلف مواد بسته بندی و ترکیبات مضر ناشی از تجزیه طولانی مدت برخی از آنها در طبیعت سبب افزایش نگرانی ها در رابطه با آلودگی های زیست محیطی شده است. از طرف دیگر نیز، نگرانی مصرف کنندگان در رابطه با بحث سلامتی مواد بسته بندی به خصوص برای مواد غذایی سبب شده تا طبیعی بودن مواد بسته بندی غذاها، زیست تخریب پذیر بودن و قابل بازیافت شدن به طور جدی مطرح شود. از این رو در سال های اخیر مواد بسته بندی جدیدی توسعه یافته و استفاده از پلیمر های زیست تخریب پذیر مشتق شده از محصولات مختلف کشاورزی و دریایی به شدت مورد توجه قرار گرفته است [۳].

فیلم های خوراکی به لایه نازکی از ماده خوراکی گفته می شود که به عنوان پوشش بر روی سطح آن یا در لابه‌لای اجزای تشکیل دهنده ماده غذایی قرار داده می شود. فیلم های خوراکی در اثر گستراندن محلول فیلم ساز آماده شده بر روی یک سطح و خشک کردن آن پدید می آیند. سپس فیلم به دست آمده برای بسته بندی استفاده می شود. در مورد فیلم های خوراکی دو اصل وجود دارد: ۱- کلمه Edible نشان می دهد که بایستی از نظر FDA ماده GRAS شناخته شود و از نظر خوراکی ایمن و مطمئن باشد. ۲- بایستی مواد تشکیل دهنده فیلم، یک پلیمر باشد [٤].

مزیت اصلی فیلم های پلی ساکاریدی ثبات ساختاری و توانایی آنها در کاهش انتقال اکسیژن است. به عنوان یک قاعده کلی فیلمی که ویژگی های مناسبی از نظر ممانعت کنندگی در انتقال آب ندارد، باید در مقابل انتقال گازها مقاوم باشد و بالعکس. مقاومت در برابر انتقال گاز برای فیلم های پلی ساکاریدی بسیار موثر است. بنابراین می توان از آنها برای مواد غذایی که در معرض اکسیداسیون قرار دارند استفاده کرد. از آنجا که اغلب پلی ساکارید ها و سایر ترکیبات هیدروفیل در برابر نفوذ رطوبت مقاوم نیستند (بسیار جاذب الرطوبه هستند)، ممکن است از آنها در سطح مواد غذایی به صورت یک فیلم نسبتا ضخیم استفاده شود. هدف از چنین پوششی در سطح ماده غذایی جذب آب و محافظت موقت در برابر از دست رفتن بیشتر رطوبت است. بنابراین محصول پوشش داده شده تا زمانی که فیلم دهیدراته نشود رطوبت از دست نمی دهد [٥].

جاوشیر گیاهی است از خانواده Umbellifarae، چندساله، علفی، که ارتفاع ساقه آن حدود یک متر است. برگ های آن سبز و بسیار زبر، گل و برگ های آن معطر و رنگ گل هایش زرد و تخم آن سیاه است. ساقه آن استوانه ای و پوشیده از کرک های تار مانند به رنگ سفید که به ساقه رنگ خاکستری سفید می دهد. ساقه آن در بعضی گونه ها دارای دندانه و بسیار سبز است. از ریشه گیاه در ناحیه یقه با تیغ زدن و خراش و شکاف، شیره‌ای خارج می شود که به تدریج در مقابل هوا سفت می شود، البته از ساقه گیاه نیز گرفته می‌شود ولی کیفیت صمغ ریشه بالاتر است. رنگ سطح خارجی صمغ جاوشیر، زعفرانی و یا قرمز تیره و مقطع آن سفید می‌باشد که در مجاورت هوا تیره می شود. طعم آن تند است و زبان را می گزد و بوی نامطبوع دارد. طبیعت آن گرم و خشک است. باد شکن است و نفخ و گاز را تحلیل می برد. بازکننده گرفتگی ها و انسداد مجاری است. مقوی اعصاب ضعیف می باشد و در عین حال چون اعتدال دهنده است مضعف اعصاب قوی نیز خواهد بود. ضد آسم است و برای بیماری سرد بلغمی خصوصا بیماری های اعصاب و بیماری های دماغی نظیر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

سردرد، فلج، صرع، صرع کودکان و برای درد مفاصل، گرفتگی، درد استخوان شکسته و ترمیم آن، درد پهلو، رفع خونریزی و تسکین سرفه های بلغمی نافع است. نام های دیگر جاوشیر عبارتند از: جاشیر، جوشیر، جواشیر، کوشیر، گاوشیر، جاوشی، جوواشیر و نام های لاتین آن Opopanax، Opoponax و Opoponax tree می‌باشد.

عقیلی مقدم و همکاران (۱۳۹۲) فیلم خوراکی حاصل از صمغ کتیرا را بررسی کردند. فیلم تهیه شده از کتیرا با وجود ظاهر مناسب و شفافیت، به دلیل حلالیت بسیار زیاد در آب برای تولید فیلم خوراکی مطلوب نیست، اما می تواند گزینه ای مناسب برای تلفیق با فیلم های شفاف سنتزی باشد [٦]. ردریگس و همکاران (۲۰۱٦) فیلم خوراکی از صمغ دانه کهور تهیه کرده و تاثیر روغن میوه پالم را بر آن بررسی کردند. روغن میوه پالم باعث بوجود آمدن فیلمی با آبگیری بالا و مقاوم در برابر آب شد. خواص فیزیکی کلی فیلم ترکیبی حاصل از صمغ دانه کهور و روغن میوه پالم نشان دهنده پتانسیل خوب این فیلم برای استفاده در مواد غذایی مختلف بوده است [۷]. امام جمعه و همکاران (۱۳۹۲) خواص فیزیکی، مکانیکی و حرارتی فیلم خوراکی بر پایه ثعلب به همراه نرم کننده گلیسرول به عنوان یک فیلم زیست تخریب پذیر را مورد بررسی قرار دادند. به دلیل اثر نرم کنندگی گلیسرول، نفوذپذیری نسبت به بخار آب، حلالیت و انعطاف پذیری فیلم های تولید شده افزایش پیدا کرد [۸]. خلیقی و همکاران (۱۳۹۰) امکان تشکیل فیلم خوراکی از صمغ فارسی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که صمغ فارسی توانایی تشکیل فلیم را نداشته اما فاز محلول صمغ، فیلمی با ویژگی های ظاهری، شفافیت و انعطاف نسبتا مطلوب تشکیل داد [۹]. شاه نظر و همکاران (۱۳۹۳) از دانه قدومه شیرازی برای تهیه فیلم استفاده کردند. در فیلم های حاصل از دانه قدومه با افزودن گلیسرول، میزان نفوذ پذیری به بخار آب و اکسیژن افزایش معنی داری پیدا کرد. با افزایش درصد گلیسرول، شفافیت فیلم نیز افزایش یافت [۱۰].

هدف این تحقیق، بررسی امکان تولید فیلم خوراکی زیست تخریب پذیر از نوعی صمغ بومی است. جاوشیر صمغی بومی و دارای خواص دارویی است که طبق مطالعات انجام شده تاکنون از جنبه غیر دارویی و به طور خاص کاربرد در صنایع غذایی مورد بررسی قرار نگرفته است. از آنجاییکه امروزه به استفاده از فیلم های خوراکی در بسته بندی مواد غذایی توجه ویژه ای می شود، لذا در این پژوهش امکان استفاده از صمغ جاوشیر در تهیه فیلم خوراکی مورد بررسی قرار گرفته و سپس خواص مکانیکی و فیزیکی فیلم تولید شده بررسی می‌شود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- استخراج صمغ جاوشیر

به منظور استخراج صمغ جاوشیر، ابتدا صمغ ها آسیاب شده و سپس صمغ آسیاب شده با ۳۰ برابر اتانول ۹٦ درصد به مدت ٦ ساعت در دستگاه سوکسله رفلاکس داده شد. سپس آن را صاف کرده و مواد باقی مانده بر روی کاغذ صافی خشک شد و پودر سفید رنگی بدست آمد. در مرحله بعد محلول ۵ درصد از پودر سفید رنگ حاصل و آب دیونیزه تهیه شد و این محلول به مدت ٤ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد روی همزن مغناطیسی قرار داده شد. سپس محلول بدست آمده به مدت ۱۵ دقیقه در g ۱۵۰۰۰ سانتریفیوژ شد. بعد از جدا کردن ناخالصی های باقی مانده، محلول حاصل از سانتریفیوژ به مدت ۲٤ ساعت در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد خشک شد [۹].

۲-۲- تهیه فیلم

محلول ٤ درصد از صمغ استخراج شده و ۲/۵ درصد گلیسرول در ۷۵ میلی لیتر آب دیونیزه تهیه شد. محلول بدست آمده پس از عبور از یک پارچه نازک به منظور حذف حباب های هوا، به صورت یک لایه یکنواخت درون پلیت شیشه ای روکش داده شده با تفلون به قطر ۱۰ سانتی متر ریخته شد و به منظور خشک شدن به مدت ٤۸ ساعت درون آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. بعد از خشک شدن فیلم از صفحه جدا و آزمایشات لازم بر روی آن انجام گرفت [٦].

۲-۳- اندازه گیری ویسکوزیته ظاهری محلول های فیلم ساز

محلول ٤ ٪ از صمغ استخراج شده و ۲/۵ ٪ گلیسرول در ۵۰۰ میلی لیتر آب دیونیزه تهیه شد. ویسکوزیته ظاهری محلول های فیلم ساز به وسیله ویسکومتر بروکفیلد با اسپیندل شماره ۱ در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

rpm ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ اندازه گیری شد [٦].

۲-٤- اندازه گیری ضخامت

ضخامت فیلم های تهیه شده با استفاده از میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ اندازه گیری شد. حداقل ۳ نقطه مختلف در هر فیلم مورد اندازه گیری قرار گرفت و میانگین اعداد بدست آمده در آزمون های مورد نیاز، مورد استفاده قرار گرفت [۱۰].

۲-۵- نسبت انقباض

نمونه های فیلم ($4\times4\ cm^2$) برش داده شدند و ضخامت آنها به وسیله میکرومتر دیجیتالی اندازه گیری شد. دورن آون به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک شدند و سپس بلافاصله سرد شدند. ضخامت آنها پس از خشک شدن دوباره اندازه گیری شد. نسبت انقباض به وسیله رابطه زیر تعیین شد [۱۰]:

$$R = (h_1 - h_2) / h_1$$ رابطه ۲-۱

که در این رابطه h_1 ضخامت فیلم اولیه قبل از خشک کردن و h_2 ضخامت فیلم پس از خشک شدن می باشد.

۲-٦- میزان رطوبت فیلم

نمونه های فیلم ($4\times4\ cm^2$) برش داده شدند و وزن آنها به وسیله ترازو اندازه گیری شد. درون آون به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک شدند و سپس بلافاصله سرد شدند. وزن آنها پس از خشک شدن دوباره اندازه گیری شد. میزان رطوبت فیلم به وسیله فرمول زیر تعیین شد [۱۱]:

$$MC = ((Mi - Mf) / Mi) \times 100$$ رابطه ۲-۲

در این رابطه Mi وزن اولیه و Mf وزن بعد از خشک کردن می باشد.

۲-۷- حلالیت در آب

نمونه های فیلم ($4\times4\ cm^2$) برش داده شدند، درون آون به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک شدند و سپس بلافاصله سرد شدند.به وسیله ترازو وزن شدند. نمونه ها در مدت زمان ۱، ۲، ۳ و ٤ دقیقه درون آب مقطر قرار داده شدند. تکه های فیلم حل نشده در آب جدا شدند و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲٤ ساعت خشک و وزن شدند. حلالیت به وسیله فرمول زیر تعیین شد [۱۲]:

$$WS\ \% = ((W_0 - W_f) / W_0) \times 100$$ رابطه ۲-۳

که در این رابطه W_0 وزن اولیه و W_f وزن فیلم نامحلول خشک شده می باشد.

۲-۸- نفوذ پذیری به بخار آب

نفوذ پذیری به بخار آب با استفاده از روش E96ASTM اندازه گیری شد.

۲-۹- آزمون کشش

آزمون کشش با استفاده از دستگاه بافت انجام شد. استحکام کششی (TS) و درصد پارگی (E) در نقطه شکست اندازه گیری شد [۸].

۲-۱۰- آزمون سنجش کدورت

برای تعیین کدورت، فیلم های تهیه شده به صورت قطعاتی با ابعاد $4\times1\ cm^2$ سانتی متر بریده شد. سپس این قطعات درون سل دستگاه اسپکتروفتومتر قرار داده شد و جذب آنها در طول موج ٦۰۰ نانومتر خوانده شد. از فرمول زیر برای تعیین کدورت استفاده شد [۱۳]:

کدورت٪ = مقدار جذب ×۱۰۰ رابطه۲-٤

۲-۱۱- رنگ

اندازه گیری رنگ فیلم در تماس با هوا به وسیله colorimeter با استفاده از پارامتر رنگ CIELAB انجام شد.

۲-۱۲- اندازه گیری زاویه تماس

میزان آبگریزی فیلم با استفاده از روشی که در آن زاویه تماس قطره آب با سطح نمونه اندازه گیری می شود، تعیین شد. زاویه تماس با استفاده از نرم افزار Amcap v3.0 مجهز به یک دوربین فیلم برداری و یک پایه کج شونده تعیین شد. قطره های آب ۵ میکرولیتری به صورت تصادفی روی ۵ نقطه از سطح فیلم قرار داده شدند و میانگین آن ها به عنوان زاویه تماس استاتیک گزارش شد [۸].

۲-۱۳- طیف سنج پراش اشعه ایکس (XRD)

در این تحقیق با استفاده از تابش CuKa در محدوده‌ی زاویه‌ی (Θ ۲) ۵ تا ۵۰، الگوی پراش اشعه‌ی ایکس فیلم تهیه شده ثبت شد.

درصد تبلور با استفاده از رابطه شرر توسط نرم افزار origin

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

محاسبه شد.

$$X(\%)=\frac{AC}{AC+Aa}\times 100$$ رابطه ۲-۵

که در این رابطه Ac مساحت ناحیه بلوری و Aa مساحت ناحیه آمورف است.

۲-۱٤- گرماسنج روبشی تفاضلی (DSC) و آنالیز حرارتی (TGA)

آنالیز DSC و TGA برای نمونه فیلم صمغ جاوشیر در بازه دمایی ۵۰۰ – ۰ درجه سانتی گراد، به مدت ٤۵ دقیقه و تغییرات دمای ۱۰ درجه سانتی گراد بر دقیقه انجام شد. محیط آنالیز هلیوم انتخاب شد.

۲-۱۵- میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)

به منظور بررسی ویژگیهای سطحی از میکروسکوپ نیروی اتمی استفاده شد.

۲-۱٦- طیف سنجی مادون قرمز (FTIR)

بخشی از فیلم جهت بررسی در داخل دستگاه قرار داده‌شد و درنهایت طیف‌سنجی در محدوده عدد موج $۴۰۰۰-۴۰۰cm^{-1}$ با درجه تفکیک $۴\ cm^{-1}$ انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- استخراج صمغ

نتایج نشان داد ۲۸ درصد از صمغ اولیه تبدیل به پودر سفید رنگ و ٦۲ درصد از پودر سفید رنگ به صمغ نهایی استخراج شده تبدیل گشت. به طور کلی می توان گفت راندمان استخراج الکلی، ۲۸ درصد، راندمان استخراج آبی، ٦۲ درصد و راندمان کل استخراج ۱۸ درصد می باشد. در مرحله استخراج الکلی، ترکیباتی مانند رزین، الیگوساکاریدها و ترکیبات رنگی در الکل حل شده و جدا می شوند. در مرحله استخراج آبی نیز برخی ترکیبات نامحلول در آب و ناخالصی های باقی مانده جدا می‌شوند. راندمان پایین استخراج می تواند به دلیل ماهیت صمغ- رزین بودن صمغ جاوشیر باشد که سبب می شود در مرحله استخراج الکلی درصد بالایی از صمغ در الکل حل شده و حذف شود.

Table 1 Viscosity of the film solution

Viscosity (centipoise)	rpm
12±0.1[a]	100
15.9±0.2[b]	150
19±0.2[c]	200

a-c Significant differences in columns ($p < 0/05$).

۳-۲- ویسکوزیته ظاهری محلول فیلم ساز

با توجه به جدول ۱ ویسکوزیته ظاهری محلول فیلم صمغ جاوشیر با افزایش rpm افزایش می یابد که نشانگر رفتار غیرنیوتنی غلیظ شونده آن می باشد. قابل ذکر است که ویسکوزیته محلول در یک rpm ثابت با گذر زمان ثابت می ماند. ضامنی و همکاران (۱۳۹٤) اثر انجماد بر ویژگی های رئولوژیکی و بافتی صمغ دانه ریحان را بررسی کردند. ویسکوزیته ظاهری این صمغ با افزایش نیروی برشی کاهش می یابد که نشانگر رفتار غیرنیوتنی رقیق شونده با برش آن می باشد [۱٤].

۳-۳- ضخامت

میانگین ضخامت فیلم تهیه شده ۰/۰۲٤±۰/٤٦۸ میلی متر بود. فیلم حاصل از صمغ جاوشیر در مقایسه با سایر فیلم های خوراکی، ضخامت بالایی دارد. قابل ذکر است این فیلم در ضخامت های پایین تر شکننده بوده و امکان جدا کردن آن از ظرف وجود نداشت. در تحقیقات دیگر ضخامت های مختلفی برای فیلم های تهیه شده از منابع گوناگون بدست آمده است. به عنوان مثال ضخامت ۰/۰۰۲± ۰/۰۳۲ برای فیلم ساخته شده از ثعلب، ۰/۲۵ برای فیلم چرخک، ۰/۰۷ – ۰/۰٤ برای فیلم حاصل از صمغ دانه قدومه شیرازی و ۰/۱۱ میلی متر برای فیلم کیتوزان گزارش شده است.

۳-٤- نسبت انقباض

نسبت انقباض بدست آمده از فیلم صمغ جاوشیر ۰/۰۹۵ ± ۰/۲٦۷- می باشد. ضخامت نمونه بعد از ۲٤ ساعت خشک کردن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد، افزایش یافت. این افزایش ضخامت را می توان به خروج بخار آب از درون فیلم به دلیل تبدیل رطوبت فیلم به بخار آب در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد و ایجاد حباب های ریز در فیلم نسبت داد. احتمالا فشار حاصل از بخار آب درون فیلم باعث ایجاد حباب های محبوس شده در فیلم در حال خشک شدن می شود که به دلیل ضخامت نسبتا زیاد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

فیلم، بخار آب به سختی خارج شده و در نتیجه ضخامت فیلم پس از خشک شدن، بر خلاف تصور کمی افزایش می یابد.

۳-۵- میزان رطوبت فیلم

محتوی رطوبت فیلم ها با حجم فضای خالی اشغال شده توسط مولکول های آب در میکروساختار شبکه فیلم در ارتباط است. میزان میانگین درصد رطوبت فیلم پس از خشک شدن ۱۲/٤۹±۱/۰۳٦ درصد بود. عواملی مانند دما، زمان و سایر شرایط خشک کردن می‌تواند بر رطوبت نهایی فیلم ها تاثیرگذار باشد.

۳-٦- حلالیت در آب

فیلم حاصل از صمغ جاوشیر بعد از ٤ دقیقه به طور کامل در آب حل شد که این امر استفاده از این فیلم را به تنهایی برای تولید فیلمهای مربوط به مواد غذایی مرطوب نامناسب می سازد زیرا فیلم تولید شده بالافاصله در اثر تماس با سطح ماده غذایی مرطوب، حل شده و ساختار خود را از دست خواهد داد. عقیلی مقدم و همکاران (۱۳۹۲) حلالیت فیلم خوراکی تهیه شده از کتیرا را بررسی کردند. نتایج نشان داد فیلم های کتیرا ۱۰۰ درصد در آب محلول می باشند [٦].

۳-۷- نفوذ پذیری به بخار آب

قابلیت نفوذپذیری به بخار آب بدست آمده برای فیلم صمغ جاوشیر، ۰/٦۲۳ ± ۲۵/۰۵۹ cm^2 می باشد. میزان بالای این فاکتور نسبت به سایر فیلم های خوراکی می تواند به دلیل درصد بالای صمغ و نرم کننده در فرمول فیلم باشد. به منظور بهبود خصوصیات مکانیکی فیلمها اغلب از نرم کننده ها استفاده می شود که این نرم کننده ها نیز اکثرا آبدوست هستند و میزان نفوذ پذیری فیلم به رطوبت را افزایش می‌دهند. شرایط تهیه فیلم نیز در خصوصیات فیلم های تهیه شده موثر است که از جمله می توان به نوع نرم کننده استفاده شده در فرمول تهیه فیلم و مقدار آن، دما و pH اشاره کرد. به طور کلی فیلم های زیست تخریب پذیر در مقایسه با انواع فیلم های سنتزی از میزان نفوذپذیری بالایی به رطوبت برخوردارند و در واقع این مورد یکی از نقاط ضعف عمده آنها به شمار می رود. رضایی تقی آبادی و همکاران (۱۳۸۹) فاکتور نفوذپذیری به بخار آب فیلم های خوراکی بر پایه صمغ کتیرا را بررسی کردند. قابلیت نفوذپذیری به بخار آب در فیلم های بر پایه صمغ کتیرا تحت تاثیر اثر خطی غلظت صمغ کتیرا و گلیسرول بود. به گونه ای که نفوذپذیری فیلم به بخار، با افزایش غلظت صمغ کتیرا و گلیسرول افزایش یافت.

۳-۸- آزمون بافت سنجی

استحکام کششی بدست آمده برای فیلم تهیه شده از صمغ جاوشیر، ۰/۱۲٤ ± ۰/۳۷٦ مگا پاسکال و درصد کشیدگی در نقطه شکست، ۱۰۸/۵۹٦ ± ۳۵۰/٦۲۵ درصد بود. آزمون بافت سنجی فیلم حاصل از صمغ جاوشیر نشان داد این فیلم دارای درصد کشیدگی بالا و استحکام کششی پایین می باشد. درصد کشیدگی بالا و استحکام کششی پایین می تواند به دلیل درصد بالای گلیسرول موجود در فرمول تهیه فیلم باشد. درصد بالای کشیدگی فیلم تهیه شده از صمغ جاوشیر بسیار مطلوب است، اما به دلیل استحکام کششی پایین، این فیلم نیازمند تغییراتی جهت افزایش و بهبود این ویژگی است. رضایی تقی آبادی و همکاران (۱۳۸۹) خواص مکانیکی فیلم های خوراکی بر پایه صمغ کتیرا را بررسی کردند. مقاومت کششی فیلم های بر پایه صمغ کتیرا، تحت تاثیر اثرات خطی غلظت صمغ کتیرا و گلیسرول بود. به این ترتیب که با افزایش غلظت کتیرا، مقاومت کششی افزایش و با افزایش غلظت گلیسرول، مقاومت کششی کاهش یافت [۱۵]. در تحقیقات دیگر مقدار استحکام کششی و درصد کشیدگی در نقطه شکست مختلفی برای فیلم های تهیه شده از منابع گوناگون بدست آمده است. به عنوان مثال استحکام کششی ۰/۹۸ ± ۲۳/۲۸ مگا پاسکال برای فیلم ساخته شده از ثعلب و ۰/۱۲ ± ۱/٤۵ مگا پاسکال برای فیلم چرخک و کشیدگی در نقطه شکست ۲/۹٤ ± ۵۸/۸۵ درصد برای فیلم ساخته شده از ثعلب و ۰/۳۸ ± ۳۰/۰٦ درصد برای فیلم چرخک گزارش شده است.

۳-۹- ارزیابی کدورت

میانگین کدورت فیلم حاصل از صمغ جاوشیر ۰/٤۰٤ ± ۱۵/٦۳۳ درصد بدست آمد. مقایسه میزان کدری فیلم صمغ جاوشیر با سایر نمونه های فیلم های خوراکی طبیعی، بیانگر شفافیت مطلوب این فیلم می باشد. حسینی و همکاران (۱۳۹۲) خصوصیات سه نمونه فیلم نشاسته معمولی، پری ژلاتینه و نشاسته اکسید شده را با هم مقایسه کردند. نتایج نشان داد فیلم های نشاسته اکسید شده شفاف تر از سایر فیلم ها می باشند (کدورت = ۲۲)، که نشان دهنده اندازه ذرات کوچکتر گرانول های نشاسته اکسید شده می باشد [۱٦]. همچنین در تحقیق دیگر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

امام جمعه و همکاران (۱۳۹۲) کدورت فیلم خوراکی ساخته شده از ثعلب را ۲/۱٤ ± ٤۹/۲ درصد گزارش کردند [۸].

۳-۱۰- رنگ

پارامتر های رنگی بدست آمده از فیلم صمغ جاوشیر در جدول ۲ آورده شده است. *L نسبتا بالای فیلم حاصل از صمغ جاوشیر نشان دهنده رنگ نسبتا روشن این فیلم می باشد. همچنین *a و *b مثبت نشان می دهد که این فیلم دارای ته رنگ قرمزی و زردی می باشد. لازم به ذکر است که رنگ زرد آن غالب بر رنگ قرمزی است.

Table 2 Hunter Lab parameters of opopanax gum film

Parameter	L*	a*	b*
Results	77.073±4.032	2.223±0.202	20.04±1.45

رنگ از جمله مهمترین ویژگی های یک فیلم خوراکی است که نقش مهمی در ظاهر و بازار پسندی آن دارد. به طور کلی، هر چه یک فیلم پلیمری شفاف تر بوده و به پلاستیک های حاصل از پلیمرهای سنتزی شبیه تر باشد، میزان پذیرش و کاربرد آن افزایش خواهد یافت زیرا ویژگی های ظاهری محصول مورد بسته بندی در آن به طور کامل قابل مشاهده خواهد بود [۱۷]. اغلب فیلم های بسته بندی خوراکی شفاف و بدون رنگ هستند. اما در برخی موارد به دلیل حساسیت فرآورده غذایی به نور و از بین رفتن ترکیبات مغذی آن در اثر اکسیداسیون نوری و همچنین تطابق رنگی محتویات با ماده بسته بندی به منظور جلب نظر مصرف کننده، استفاده از ترکیبات بازدارنده عبور نور و ایجاد کننده رنگ در ماتریکس مواد بسته بندی ضروری به نظر می رسد [۱۸]. حسینی و همکاران (۱۳۹۰) پارامتر های رنگی فیلم خوراکی تولید شده از نشاسته اکسید شده ذرت را بدست آوردند. پارامتر*L ، ۰/۸۳ ± ۲۱/۳۲۷ و پارامتر *a ، ۰/۰۹ ± ۰/۰۹۵ – و پارامتر *b ، ۰/۱ ± ۰/۸۲۷ – بود [۱٦].

۳-۱۱- زاویه تماس

میانگین زاویه تماس فیلم تهیه شده از صمغ جاوشیر ۱/۹۹۲±٦۱۸/ ۳٤ درجه می باشد. بر اساس این نتایج، می توان گفت که فیلم حاصل از صمغ جاوشیر، به صورت نسبی نم پذیر است. برخی محققین سطوح را بر اساس اندازه زاویه تماس به سه دسته تقسیم می‌کنند. اگر زاویه تماس کمتر از ۳۰ درجه باشد، قطره آب سطح را کاملا مرطوب می کند و سطح نم پذیر خواهد بود. اگر زاویه تماس بین ۳۰ تا ۸۹ درجه باشد، سطح به طور نسبی نم پذیر است و اگر زاویه تماس بیش از ۹۰ درجه باشد، سطح آبگریز در نظر گرفته می شود. زاویه ای که از تقاطع دو خط مورب به سطح مایع و جامد در محل تماس با هوا تشکیل می شود به عنوان زاویه تماس در نظر گرفته شده و ملاکی از میزان آبگریزی سطح مورد مطالعه می باشد. در واقع آزمون زاویه تماس یک معیار مناسب برای تعیین میزان حساسیت به رطوبت فیلم های بیوپلیمری که از آبدوستی بالایی برخوردارند، می باشد و یکی از آزمون های رایج در مورد تعیین میزان آبدوستی و قابلیت ترشوندگی سطحی فیلم‌ها است. سطوح آبدوست نظیر سطوح فیلم های کربوهیدراتی به دلیل تمایل به واکنش با مولکول های آب باعث پهن شدگی قطره آب بر روی سطح می شوند. هر چه آبدوستی سطح کمتر شود قطره را وامیدارد به شکلی در آید که سطح کمتری را داشته باشد. به عبارت دیگر زاویه تماس افزایش می یابد. مواد مورد استفاده در بسته‌بندی باید تا حد امکان حساسیت به رطوبت کمتری را داشته باشند. بنابراین هر چه زاویه تماس قطره آب با فیلم بسته بندی بیشتر باشد، آن ماده قابلیت بیشتری برای بسته بندی دارا می باشد و بالعکس. شرایط انجام واکنش عامل مهم تاثیرگذار بر خاصیت آبگریزی فیلم ها به شمار می رود. انتخاب دما، زمان و pH مناسب در مراحل تهیه فیلم سبب می شود تا گروه های آبگریز موجود، بیشتر در معرض سطح قرار گرفته و در نتیجه میزان آبگریزی سطحی فیلم تشکیل شده افزایش یابد. البته باید توجه داشت که نوع و مقدار نرم کننده ای که به منظور بهبود خواص مکانیکی فیلم ها استفاده می شود نیز بر میزان آبگریزی آنها موثر است و اغلب به دلیل آبدوست بودن (به استثنای ترکیبات چرب) سبب کاهش خاصیت آبگریزی فیلم ها می شوند. به هر حال میزان آبگریزی یکی از خواص بسیار مهم فیلم های زیست تخریب پذیر به شمار می رود و با انتخاب شرایط بهینه واکنش و انجام تیمارهای خاص می توان آن را بهبود بخشید [۷].

۳-۱۲- بررسی ریز ساختار فیلم با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی

در شکل۱ تصاویر دو بعدی (سطح) و سه بعدی فیلم حاصل از صمغ جاوشیر قابل مشاهده است. با توجه به تصاویر، فیلم مورد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

نظر سطح نسبتا نرم و زبری سطح به ترتیب ۹/۸ و ۱/۳۲ نانومتر را نشان می دهد. در تحقیقات دیگر زبری سطح ۱۹/۷ نانومتر برای فیلم تهیه شده از زئین ذرت با نرم کننده گلیسرول و ۷۹/۱ میکرومتر برای فیلم حاصل از پروتئین آب پنیر و نرم کننده گلیسرول (ابعاد اسکن ۱۰×۱۰ میکرومتر) بدست آمده است [۱۹].

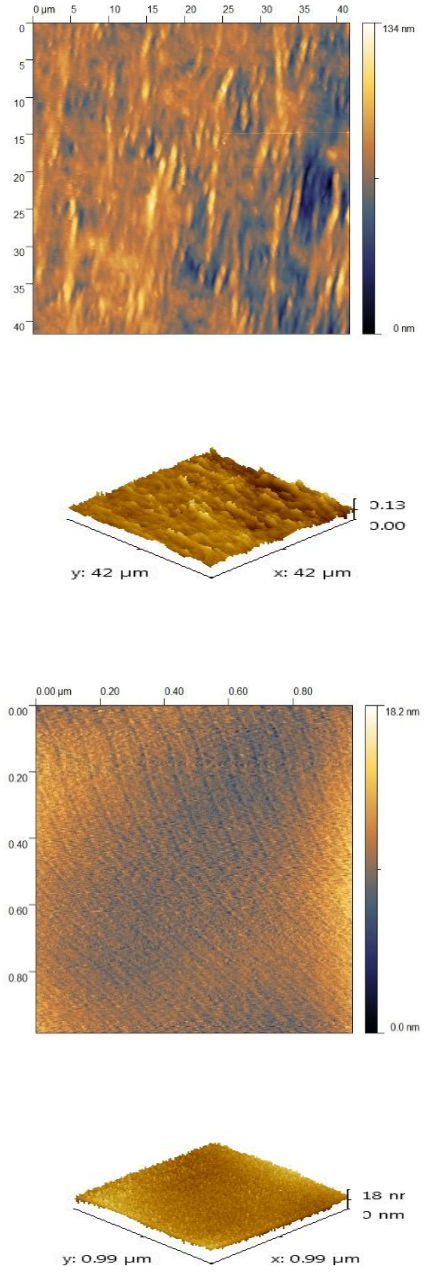

Fig 1 Two-dimensional and three-dimensional images of opopanax gum film

۳-۱۳- طیف سنج پراش اشعه ایکس

نمودار حاصل از آزمون پراش پرتو ایکس فیلم حاصل از صمغ جاوشیر در شکل ۲ نشان داده شده است. ظاهر شدن یک پیک در ۲۰ درجه می تواند به دلیل قسمت کریستالی پلیمر باشد. به این ترتیب و با توجه به شکل می‌توان ساختار فیلم حاصل از صمغ جاوشیر را نیمه بلورین در نظر گرفت. آندریا و همکاران (۲۰۱٤) پراش پرتو ایکس فیلم حاصل از نشاسته-پکتین را بررسی کردند. آنها وجود دو پیک شارپ در ۲۱° و ۱۳° را به وجود نواحی کریستالی در فیلم نسبت دادند و ساختار فیلم حاصل از نشاسته-پکتین را نیمه کریستالی گزارش کردند [۲].

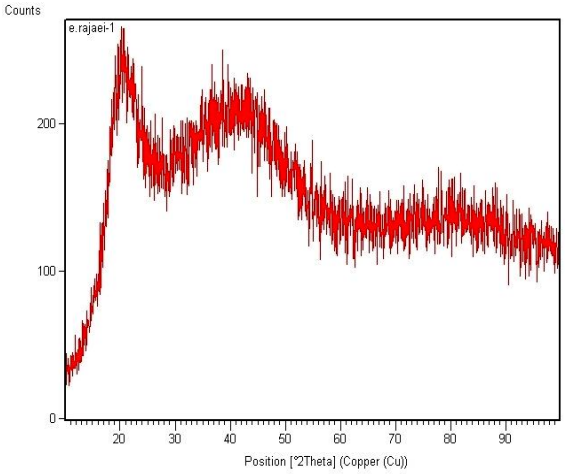

Fig 2 XRD pattern of opopanax gum film

۳-۱٤- گرماسنج روبشی تفاضلی

دستگاه گرمایشی روبشی تفاضلی، انرژی ای که به صورت گرمایی (در فشار ثابت) طی یک فرآیند فیزیکی یا شیمیایی مبادله می‌شود را اندازه گیری می کند. به کمک این تست تعیین گذارهای حرارتی پلیمرها در دامنه بین ۱۸۰- تا ٦۰۰ درجه سانتی گراد انجام می شود. در شکل ۳ نمودار حاصل از آزمون گرماسنج روبشی تفاضلی فیلم حاصل از صمغ جاوشیر نشان داده شده است. نمونه فیلم صمغ جاوشیر در محدوده دمایی ۵۰۰-۰ درجه سانتی گراد با سرعت ۱۰ درجه سانتی گراد بر دقیقه آنالیز شد. در دمای حدود ۵۰ درجه سانتی گراد می‌توان انتقال شیشه ای را مشاهده کرد. انتقال شیشه ای پدیده ای مختص پلیمر هاست و یک از خواصی است که پلیمرها را منحصر به فرد می کند .در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

شکل مربوط به نمونه فیلم، دو پیک گرماگیر و دو پیک گرماده مشاهده می شود. محدوده دمایی اول از ۱۵۰ تا ۱۷۵/۸ ، دوم از ۱۷۵/۸ تا ۲۵۰ ، سوم از ۲۵۰ تا ۳۲۵/۹ و پیک نهایی در دمای ۳۲۵/۹ درجه سانتی گراد می باشد. محدوده دمایی پیک گرماگیر اول را می توان به خروج آب از پلیمر و از دست دادن رطوبت نمونه نسبت داد. تخریب گرمایی معمولا با یک واکنش گرمازا همراه است. در محدوده دمایی ۳۲۵/۹-۱۷۵/۸ درجه سانتی گراد دو پیک گرمازا قابل مشاهده است و در دو مرحله افت وزن داریم که احتمالا مربوط به دپلیمره شدن و تجزیه شدن زنجیره پلیمری در دو مرحله می باشد.

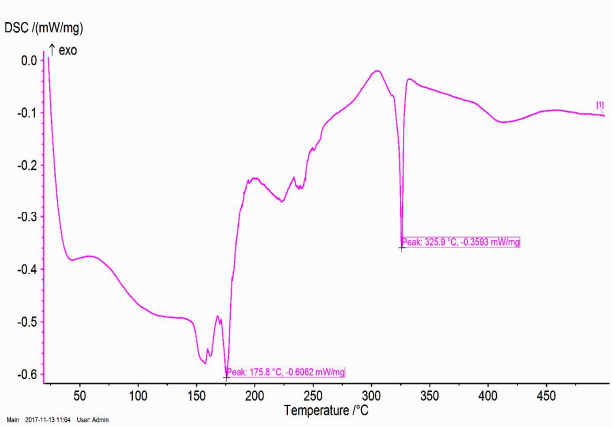

Fig 3 DSC of opopanax gum film

تعیین خلوص نمونه پلیمری نیز در این روش امکان پذیر است و آن هنگامی است که پیک های اضافی در منحنی مشاهده می شود. پس به این ترتیب پیک های اضافی را می توان به ناخالصی های موجود در نمونه نسبت داد. ذوب شدن که پدیده‌ای گرماگیر است در قسمت های بلورین پلیمرها اتفاق می افتد. ذوب شدن زمانی رخ می‌دهد که زنجیره های پلیمری از ساختارهای بلورین خود خارج شده و تبدیل به مایعی نامنظم شوند. در دمای ۳۲۵/۹ درجه سانتی گراد پیک شارپ گرماگیر مشاهده می شود که احتمالا به دلیل تبدیل بخش کریستالی نمونه به آمورف می باشد که به صورت پیک شارپ گرماگیر خود را نشان داده است. نتایج این قسمت از نمودار با نتایج نمودار XRD تطابق دارد. ظهور

پیک های گرماگیر ناشی از تبخیر آب پیوندی و پیک های گرماده ناشی از تجزیه پلیمر، در پژوهش های انجام شده توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است. رابیا و همکاران (۲۰۱۶) ویژگی های گرمایی چند صمغ طبیعی آکاسیا را بررسی کردند. آنها پیک های گرماگیر در محدوده دمایی ۱۵۰-۱۰۰ درجه سانتی گراد را به خروج رطوبت از نمونه پلیمری و پیک های گرماده در محدوده دمایی ۳۱۵-۳۰۰ درجه سانتی گراد را به تجزیه شدن پلیمر نسبت دادند [۲۰].

۳-۱۵- آنالیز حرارتی (TGA)

شکل ٤ نتایج آنالیز حرارتی فیلم تهیه شده از صمغ جاوشیر را نشان می دهد. کاهش جزئی وزن اولیه (۲/٤٤ درصد) در محدوده دمایی ۰ تا ۱۷۵/۸ درجه سانتی گراد را می توان به از دست دادن رطوبت نسبت داد. این محدوده دمایی برای از دست دادن رطوبت با پیک های گرماگیر آزمون DSC در این محدوده دمایی تطابق دارد. دومین افت وزنی نمونه در محدوده دمایی ۲۵۰-۱۷۵/۸ درجه سانتی گراد و سومین افت وزنی در محدوده دمایی ۲۵۰-۳۲۵/۹ درجه ساتی گراد می باشد که با دو پیک گرمازای آزمون DSC در این محدوده دمایی تطابق دارند و می توان به دپلیمره شدن و تجزیه شدن پلیمر نسبت داد. در این محدوده دمایی حدود ٦۹/٤۹ درصد افت وزن نسبت به کل نمونه داریم. افت وزن نهایی در محدوده دمایی ٤۹۹—۳۲۵/۹ درجه سانتی گراد را می توان به تجزیه املاح نسبت داد. در نهایت در دمای ٤۹۹ درجه سانتی گراد حدود ۱٦/۵۵ درصد از جرم اولیه باقی می ماند که می توان گفت این مقدار املاح باقی مانده تجزیه نشده می باشند. با توجه به کل زمان آزمون که حدود ٤۵ دقیقه بوده است، احتمالا تمامی املاح فرصت تجزیه شدن نداشته و ۱٦/۵۵ درصد از آنها در نهایت باقی مانده است. یافته های این تحقیق در ارتباط با تخریب گرمایی نمونه، مشابه نتایج بدست آمده برای صمغ های آکاسیا توسط رابیا و همکاران (۲۰۱٦) می باشد. محدوده دمایی تخریب گرمایی صمغ های آکاسیا، ۱۵۰-۳۲۵ درجه سانتی گراد گزارش شده است [۲۰].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

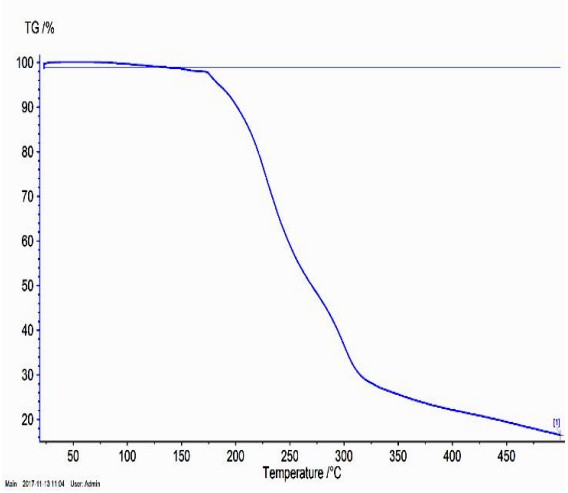

Fig 4 TGA of opopanax gum film

۳-۱۶- آزمون FTIR

برای بررسی خصوصیات ساختاری فیلم تهیه شده از صمغ جاوشیر از روش تبدیل فوریه مادون قرمز استفاده شد. روش تبدیل فوریه مادون قرمز در پلی‌ساکاریدها معمولا برای بررسی نوع پیوندهای گلیکوزیدی، نوع مونوساکاریدها و گروه‌های عاملی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج مربوط به طیف تبدیل فوریه مادون قرمز نمونه‌های پلی‌ساکارید در شکل ۵ نشان داده شده است. نوار گسترده در محدوده عدد موج ۳۲۹۰ cm^{-1} مربوط به ارتعاشات کششی گروه های هیدروکسیل است. این گروه مربوط به رطوبت فیلم، حضور گلیسرول یا گروه های هیدروکسیل حلقه قند است. نوار مشاهده شده در محدوده cm^{-1} ۲۸۹۵ و ۲۹۵٦ مربوط به پیوندهای CH کششی است. این نوار جذبی به عنوان شاخص حضور قندها و گلیسرول نمونه است. همچنین این ناحیه معیاری از مناطق آمورف است. شانه‌ای که در قسمت cm^{-1} ۱۷۰۰ ظاهر شده احتمالا به خاطر وجود مقدار اندک پروتئین در فیلم تهیه شده می‌باشد. نوار cm^{-1} ۱٦۰٤ مربوط به پیوند C =C و نوار موجود در cm^{-1} ۱٤۲۵ ممکن است به دلیل کشش متقارن گروه‌های کربوکسیل اسید اورونیک باشد. نوار cm^{-1} ۱۳٦۱ ممکن است به دلیل خمش گروه CH_3 باشد. نوار مربوط به عدد موج cm^{-1} ۱۰۲۱ عمدتا توسط ارتعاشات تغییر شکل در پیوندهای C-C و C-O فرم پیرانوزی قندها ایجاد می‌شوند. ناحیه cm^{-1} ۹۵۰-۷۵۰ در طیف تبدیل فوریه مادون قرمز پلی‌ساکاریدها برای تفسیر وضعیت آنومری (آلفا و بتا) در فرم پیرانوزی قندها استفاده می‌شود. وجود پیوندهای شاخص پلی‌ساکاریدها در این طیف نشان می‌دهد که جزء غالب فیلم تهیه شده پلی‌ساکارید می‌باشد.

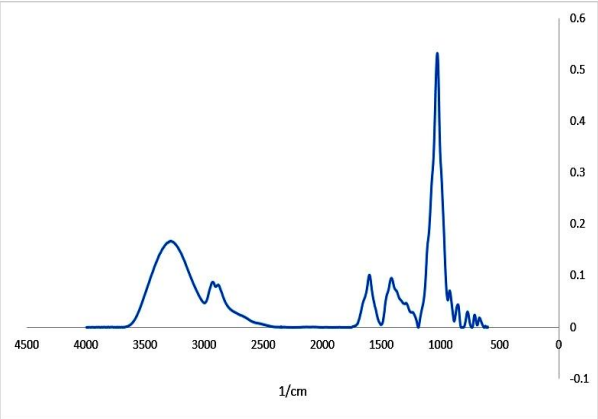

Fig 5 FTIR spectra of opopanax gum film

٤- نتیجه گیری

بررسی های انجام شده نشان داد صمغ جاوشیر قابلیت تشکیل فیلم را دارد. اندازه گیری ویسکوزیته ظاهری محلول فیلم ساز نشان داد که محلول تشکیل دهنده فیلم، با افزایش نیروی برشی، رفتار غیرنیوتنی غلیظ شونده با برش را از خود نشان می دهد. نتایج مربوط به اندازه گیری ضخامت نشان داد، فیلم تهیه شده از صمغ جاوشیر، نسبت به سایر فیلم های خوراکی، ضخامت بیشتری دارد. با توجه به نتایج حاصل از آزمایش نسبت انقباض، ضخامت فیلم های تهیه شده از صمغ جاوشیر، پس از خشک شدن، افزایش می یابد که می تواند به دلیل فشار بخار آب به هنگام خروج از فیلم در زمان تبخیر شدن باشد. رطوبت فیلم های تهیه شده از صمغ جاوشیر حدود ۱۲ درصد بدست آمد. آزمایش مربوط به حلالیت نشان داد فیلم تهیه شده از صمغ جاوشیر، بعد از ٤ دقیقه به طور کامل در آب حل می شود. نفوذپذیری به بخار آب فیلم حاصل از صمغ جاوشیر، نسبت به سایر فیلم های خوراکی بسیار بالا بدست آمدکه می تواند به دلیل درصد بالای صمغ و نرم کننده در فرمول فیلم باشد. با توجه به آزمون بافت سنجی، فیلم تهیه شده از صمغ جاوشیر، استحکام کششی پایین و درصد کشیدگی بالایی دارد که به دلیل استحکام کششی بسیار

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

پایین، این فیلم، نیازمند تغییراتی جهت افزایش و بهبود این ویژگی است. نتایج حاصل از آزمون سنجش کدورت نشان داد، فیلم حاصل از صمغ جاوشیر نسبت به سایر فیلم های خوراکی از شفافیت بالایی برخوردار است. نتایج بدست آمده از آزمون رنگ سنجی، رنگ نسبتا روشن این فیلم و ته رنگ قرمزی و زردی را نشان می دهد. بر اساس نتایج بدست آمده از تست زاویه تماس، می توان گفت فیلم حاصل از صمغ جاوشیر، به صورت نسبی نم پذیر است. به وسیله میکروسکوپ نیروی اتمی تصاویر دو بعدی و سه بعدی از سطح فیلم تهیه شد. طیف سنج پراش پرتو ایکس، ساختار فیلم حاصل از صمغ جاوشیر را نیمه کریستالی تعیین کرد. در شکل مربوط به DSC فیلم، دو پیک گرماگیر و دو پیک گرماده مشاهده شد. نتایج بدست آمده از تست TGA گویای ٤ افت وزنی در آنالیز حرارتی فیلم می باشد. طیف FTIR نشان داد جزء غالب فیلم تهیه شده، پلی ساکارید می باشد. به طور کلی نتایج نشان می دهد که صمغ جاوشیر به عنوان یک منبع بومی و ارزان قابلیت استفاده به منظور تهیه فیلم خوراکی را دارد که البته همچون سایر فیلم های پلی ساکاریدی معایبی همچون حلالیت بالا و استحکام کششی پایین دارد که برای رفع آن استفاده از پلیمرهای طبیعی دیگر به عنوان پلیمر کمکی، استفاده از نانومواد و همچنین استفاده از ترکیبات نامحلول در آب به همراه صمغ جاوشیر برای اصلاح خواص فیلم نهایی پیشنهاد می شود.

۵- منابع

[1] Vermeiren, L., Devlieghere, F., Van Bees, M., de Kruijf, N. and Debevere, J. 1999. Developments in the active packaging of foods. Trends Food Sci. Technol. 10: 77-86.

[2] Restuccia, D., Spizzirri, U. G., Parisi, O. I., Cirillo, G., Curcio, M., Iemma, F., Puoci, F., Vinci, G. and Picci, N. 2010. New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry application. Food Control, 21: 1425-1435.

[3] Kumar, P. 2009. Development of bio-nanocomposite films with enhanced mechanical and barrier properties using extraction processing. K. P. Sandeep and V. D. Truong., North Carolina.

[4] Gennadios, A. 2002. In: Gennadios, A. (Ed.), Protein-Based Films and Coatings. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA.

[5] Fatemi, H. 1390. Chemistry of Food Science. Enteshar Corporation Company.

[6] Aghili Moghaddam, H. S., Emadi, B., Hosseini, F. and Sadr Nia, H. 2013. Production of biodegradable edible films from Tragacanth and investigation of their physical and mechanical properties. The 8th National Congress on Agriculture Machinery Eng. (Biosystem) and Mechanization. Sep 10. Mashhad.

[7] Rodrigues, D. C., Cunha, A. P., Brito, E. S., Azeredo, H. M. C. and Gallao. M. I., 2016. Mesquite seed gum and palm fruit oil emulsion edible films: Influence of oil content and sonication. Food Hydrocoll. 56: 227-235.

[8] Emamjome, Z. and Ekrami, M. 2013. Investigation of physical, mechanical, permeability, and thermal properties of edible film prepared from salab. 21th National Congress of Food Science and Technology. Shiraz.

[9] Khalighi, S. and Abbasi, S. 2011. Possility of edible film forming from zedo gum. 20th National Congress of Food Science and Technology. Tehran.

[10] Shahnazar, Sh. and Mohammadi Nafchi, A. 2014. Use of prepared hydrocolloid from ghodome shirazi gum as a new source for edible film forming in order to increase food safety. 3rd |National Conference on Food Science and Technology. Ghoochan.

[11] Seyedi, S., Koockek, A., Mohebbi, M. and Zahedi. Y. 2014. Lepidium perfoliatum seed gum: A new source of carbohydrate to make a biodegradable film. Carbohydrate Polymers 101: 349-358.

[12] Ryu, S., Rhim, J., Roh, H. and Kim, S. 2002. Preparation and physical properties of zein coated high-amylose corn starch film. LWT-Food Science and Technology 35: 680-686.

[13] Bertan, L. C., Tanada-Palmu, P .S., Siani, A. C. and Grosso, C. R. F. 2005. Effect of fatty acids and Brazilian elemi on composite films based on gelatin. Food Hydrocolloids 19: 73-82.

[14] Zamani, A., Kashaninejad, M., Aalami, M. and Salehi, F. 2014. Effect of freezing on rheological and textural properties of basol

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

seed gum. Journal of Food Research (Agricultural Science) 1:23-38.

[15] Rezaei Taghiabadi, M., Maftoonazad, N., Badii, F. and Hosseini, S. F.2010. Evaluation of factors affecting barrier, mechanical and optical properties of tragacanth gum-based edible films using Response surface methodology. FSCT. 9 (37):123-134.

[16] Hosseini, F., Oromiehie, A. and Habibi Najafi, M. B. 2011. Investigation of physical and mechanical properties of prepared edible film from oxidized corn starch. National Conference of Food Science. Ghoochan.

[17] Hosseini, F., Habibi Najafi, M.B., Oromiehie, A., Nasiri Mahalati, M. and Yavarmanesh, M. 2013. Production of biodegradable edible films from corn based products and investigation of their physical and mechanical peoperties. . Journal of Food Research (Agricultural Science) 2: 323-325.

[18] oliaei, A., Moayedi, A., Poorsani, P. and Khatamian, M. 2015. Preparation and characterization of nanostructural and physicochemical properties of starch-TiO2 Biocomposite Films. JIFT. 8: 87-101.

[19] Ghanbarzadeh, B., and A. R. Oromiehi, 2008. Biodegradable biocomposite films based on whey protein and zein: Barrier, mechanical properties and AFM analysis. International Journal of Biological Macromolecules 43: 209-215.

[20] Rabeea, M. A. D., Aarif, H. E., M. Misni, A. H. Elfatih and E.O. Mohammed. 2016. Characterization and functional properties of some natural Acasia gums. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 17(3): 241-249.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Investigation of physical and mechanical properties of edible film prepared from opopanax gum (*Commiphora guidottii*)

Rajaei, E. [1], Shekarchizadeh, H. [2*]

1. M. Sc., Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2. Assist. Prof., Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

(Received: 2019/03/02 Accepted:2019/11/02)

The purpose of this study was to investigate the possibility of producing a biodegradable film from a new source known as opopanax gum and investigating its physical and mechanical properties. Opopanax gum was purified after two extraction steps and the film was prepared with 4% gum solution and 2.5% glycerol in deionized water. The apparent viscosity of the film solution showed the non-Newtonian shear thickening behavior of the solution. The contraction ratio obtained from opopanax gum film was -0.267 ± 0.095. Water vapor permeability (WVP) of opopanax film was 25.059 ± 0.623 cm^2. The tensile strength and the elongation percentage at break point obtained for opopanax gum film were 0.376 ± 0.124 MPa and 350.625±108.599 %, respectively. The opacity percentage of the film was 15.633 ± 0.404, which indicates the desirable clarity of the film. The average contact angle for the film was 34.618º ± 1.992, which can be said that the film is relatively sensitive to humidity. The X-ray diffraction spectrometer pattern showed the semi-crystalline structure of the film. Two endothermic peaks and two exothermic peaks were observed in the DSC thermograms. The thermal analysis of the film also showed 4 mass losses. The structure of the film was investigated using Atomic Force Microscopy. The FTIR test showed that the main part of the film is polysaccharide. The total results from different experiments showed that opopanax gum has the ability to form film. However, opopanax gum is not alone desirable to produce edible film due to its high thickness, high solubility in water, high permeability to water vapor and poor mechanical properties. Therefore, it could be an appropriate option for combining with other films to enhance biodegradability of the films.

Keywords: Gum, Opopanax, Edible film, Water vapor permeability, Thermal analysis.

*Corresponding Author E-Mail Address: elnaz.rajaei@ag.iut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]