علمی پژوهشی

بررسی خصوصیات فیزیکی، ساختاری و آنتی اکسیدانی فیلم نشاسته سیب زمینی حاوی صمغ زدو و اسانس مریم‌گلی و تاثیر آن بر پایداری اکسیداتیو روغن زیتون بکر

مهلا پیروزی فرد[۱*]، رقیه اشرفی یورقانلو[۲]، هاله همتی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، مدرس گروه صنایع غذایی آموزشکده فنی دختران ارومیه، دانشگاه فنی و حرفه ای استان آذربایجان غربی.

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی آموزشکده فنی دختران ارومیه، دانشگاه فنی و حرفه ای استان آذربایجان غربی.

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، مدرس گروه صنایع غذایی آموزشکده فنی دختران ارومیه، دانشگاه فنی و حرفه ای استان آذربایجان غربی.

(تاریخ دریافت: ۹۸ /۰۶/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۱۷)

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی خصوصیات فیزیکی، ساختاری و آنتی اکسیدانی فیلم فعال تهیه شده از نشاسته، صمغ زدو و اسانس مریم گلی و تاثیر آن بر میزان مقاومت اکسیداتیو روغن زیتون می باشد. به همین منظور، فیلم های فعال بر پایه نشاسته سیب زمینی، با دو متغیر صمغ زدو در سطوح مختلف (۰/۵٪، ۱٪ و ۱/۵٪) و اسانس مریم گلی در سطوح (۰ ppm، ۲۵۰ و ۵۰۰) تهیه شدند. نتایج طیف سنجی بیانگر ایجاد پیوندهای CH، CH_2 و CH_3 بین نشاسته و صمغ و همچنین وجود ترکیبات آروماتیک اسانس بود. با افزوده شدن غلظت های بیشتر از صمغ زدو و اسانس، میزان ضخامت فیلم ها افزایش یافته و سبب افزایش کدورت و کاهش میزان عبور نور از فیلم ها شد. نمونه حاوی ۱/۵ ٪ صمغ زدو و ppm ۵۰۰ اسانس بیشترین میزان ضخامت و کدورت را بین نمونه های دیگر داشت. با افزایش غلظت اسانس، خاصیت آنتی اکسیدانی فیلم ها افزایش یافت به گونه ای که نمونه حاوی ۱/۵ ٪ صمغ زدو و ppm ۵۰۰ اسانس بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی به میزان ۶۸/۳٪ را دارا بود. نتایج آزمون پایداری در برابر اکسایش روغن زیتون بکر بر پایه آزمون هایی همچون عدد اسیدی، عدد پراکسید و تیوباربیتوریک اسید نشان داد تفاوت معنی‌داری ($P<0/05$) بین فیلم حاوی اسانس با غلظت ppm ۵۰۰ با نمونه حاوی آنتی اکسیدان سنتزی (TBHQ) وجود ندارد. فیلم نشاسته حاوی صمغ و اسانس مریم‌گلی به دلیل فعالیت آنتی اکسیدانی مناسب، تأثیر مثبتی بر کاهش روند اکسایش روغن زیتون داشته و می‌تواند جایگزین مناسبی برای استفاده از آنتی‌اکسیدان های سنتزی باشد.

کلید واژگان: اسانس مریم‌گلی، روغن زیتون بکر، صمغ زدو، نشاسته سیب زمینی

* مسئول مکاتبات: M.Pirouzifard2016@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

۱- مقدمه

بسته‌بندی از مهم‌ترین روش‌ها برای حفظ کیفیت فرآورده‌های غذایی به منظور نگهداری، ذخیره‌سازی، حمل و نقل و استفاده پایانی است و علاوه بر این، مانع از بین رفتن کیفیت غذا می‌شود و روند توزیع و بازاریابی آن را آسان می‌سازد. آلودگی ناشی از مواد بسته‌بندی تولید شده از مشتقات نفتی و مشکلات ناشی از روش‌های مختلف آلودگی‌زدایی (مانند دفن‌کردن، سوزاندن و بازیافت آن‌ها) توجه پژوهشگران را در طی سال‌های اخیر به یافتن جایگزین‌های مناسب برای این نوع مواد بسته‌بندی معطوف کرده است [۱]. امروزه بیوپلیمرهایی نظیر پروتئین‌ها، پلی ساکاریدها و چربی ها جهت تولید مواد بسته بندی به کار گرفته شده اند. پوشش‌ها و فیلم‌های زیست تخریب‌پذیر خوراکی می‌توانند انتقال رطوبت، اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، چربی‌ها و ترکیبات طعمی را کنترل کرده و با حفظ کیفیت، ماندگاری محصولات غذایی را افزایش دهند [۲]. گرایش به استفاده از پلیمرهای طبیعی و تجدیدپذیر در زمینه‌های مختلف رو به افزایش است که بتوانند جایگزین فیلم‌های بسته‌بندی سنتتیک شوند. نشاسته ماده‌ای زیست‌تخریب‌پذیر و خوراکی بوده، وابسته به منابع فسیلی نمی‌باشد و به میزان زیاد در دسترس است. با توجه به افزایش رو به رشد تقاضا برای مواد زیست‌تخریب‌پذیر، پیش بینی می‌شود این مواد در حجم بیشتری تولید شوند، به‌طوری که نشاسته در فیلم‌های پلاستیکی، ورقه‌ها و فیبرهای کامپوزیتی طبیعی مورد استفاده قرار گرفته است و در نهایت می‌تواند جایگزین فوم‌های پلاستیکی شود [۳]. نشاسته به علت داشتن ماهیت پلیمری قابلیت فیلم‌سازی خوبی دارد ولی به‌دلیل دارا بودن برخی معایب نمی‌تواند به تنهایی فیلم مطلوبی تولید کند. خاصیت آبدوستی شدید نشاسته و مقاومت ضعیف فیلم در برابر رطوبت و همچنین خواص مکانیکی ضعیف آن در مقایسه با پلیمرهای سنتزی، مهمترین معایب فیلم نشاسته می‌باشند که باعث محدود شدن استفاده از این بیوپلیمر در زمینه‌های مختلف می‌شود. برای بهبود خواص مکانیکی فیلم‌های نشاسته و در عین حال افزایش مقاومت آن در برابر رطوبت از راهکارهای مختلفی می‌توان استفاده نمود، که از جمله ترکیب نشاسته با سایر پلیمرهای طبیعی و تولید بیوکامپوزیت‌ها را می توان نام برد [٤].

هیدروکلوئیدها از جمله پلیمرهای طبیعی هستند. اصطلاح صمغ[1] از جنبه تکنیکی در صنعت به پلی‌ساکاریدهای گیاهی یا میکروبی و مشتقات آن‌ها اطلاق می‌شود که قادرند در آب سرد یا داغ پخش شده و مخلوط‌ها یا محلول‌های گرانرو تولید نمایند [۵]. صمغ زدو (صمغ فارسی) در سه رنگ سفید، زرد و قرمز از تنه و شاخه‌های درخت بادام‌کوهی[2] (از خانواده گلسرخیان[3]) ترشح می‌شود، اغلب این درخت در مناطق مرکزی ایران رشد می‌کند [٦]. تانن‌های گیاهی، جزو ترکیبات پلی‌فنل طبیعی بوده و در بسیاری از گیاهان از جمله سبزی‌ها، میوه‌ها، دانه‌ها و نوشیدنی‌های با منشا گیاهی وجود دارند. تانن یا همان اسید تانیک، مخلوطی از استرهای گلوکز با اسیدگالیک و ۳-گالویل‌گالیک اسید می باشد. چون صمغ با بدنه درخت تماس دارد، لذا قادر است تانن‌ها را از درخت جذب نماید 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 گردد [۷]. از مهم‌ترین مزایای فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در مقایسه با پلیمرهای سنتزی عملکرد این نوع پوشش‌ها به عنوان حامل برای افزودنی‌ها و ترکیبات مختلف مانند مواد ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدان ها و غیره است. بسته‌بندی فعال نوعی بسته‌بندی است که علاوه بر داشتن خواص بازدارندگی اصلی بسته‌بندی‌های معمول (مانند خواص بازدارندگی در برابر گازها و بخارآب و تنش‌های مکانیکی)، با تغییر شرایط بسته‌بندی، ایمنی، ماندگاری و یا ویژگی‌های حسی ماده غذایی را بهبود می‌بخشد و در عین حال کیفیت ماده‌غذایی نیز حفظ می‌گردد [۸]. چربی‌ها و روغن‌ها در طی نگهداری موادغذایی متحمل تغییراتی در طعم و بو می‌شوند که از ارزش تغذیه ای آن‌ها می‌کاهد و از نظر حسی نیز برای مصرف‌کننده نامطلوب هستند. رنسیدیتی یا تندشدگی اکسیداتیو که در اثر اکسیداسیون چربی‌ها روی می‌دهد مهمترین علت تندشدگی روغن‌ها محسوب می‌شود. افزودن آنتی‌اکسیدان به روغن و یا نگهداری ماده‌غذایی حاوی چربی تحت خلاء یا در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده از جمله متداول‌ترین روش‌های کاهش سرعت اکسیداسیون در موادغذایی محسوب می‌شوند [۹]. پایداری

1. Gum
2. *Amygdalus scoparia*
3. *Rosaceae*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

اکسایشی روغن ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است، زیرا بر اثر آن محصولات اولیه و ثانویه اکسایشی نظیر آلدئیدهای زنجیرکوتاه، هیدروپراکسیدها و مشتقات کتونی تولید می شوند که موجب بروز طعم و بوی نامطلوب در روغن می گردند. ترکیبات مزبور به آسانی جذب خون انسان شده و آثار نامطلوبی از جمله اختلال در عملکرد سلول های اندوتلیال شریانی و تسریع در بروز تصلب شرایین را از خود برجای می گذارند [۱۰]. تحقیقات صورت گرفته در رابطه با ویژگی های تغذیه ای روغن زیتون در طی سال های اخیر موجب افزایش تمایل مردم نسبت به مصرف آن و در نتیجه افزایش رشد و تولید این محصول شده است. علاوه بر ایجاد طعم و بوی مطلوب در موادغذایی و ارزش تغذیه ای بالا، میزان بالای اسیدچرب تک غیراشباعی اولئیک، میزان کم اسیدهای چرب چندغیراشباعی و حضور آنتی اکسیدان های طبیعی مانند ترکیبات توکوفرولی و فنولی، روغن زیتون را از دیدگاه پایداری اکسایشی کاملا متمایز ساخته است [۱۱].

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که می‌توانند واکنش‌های اتواکسیداسیون را به تاخیر انداخته و در واقع با تامین اتم هیدروژن، مرحله انتشار واکنش‌های زنجیره‌ای اتواکسیداسیون را خاتمه می‌دهند و از تشکیل رادیکال‌های جدید جلوگیری می‌کنند [۹]. برای افزایش ماندگاری روغن‌ها از انواع مختلف آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی استفاده می‌شود. یافته‌های متخصصان تغذیه نشان داده که اثرات جانبی مضر آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی افزوده شده در فرآوری موادغذایی مانند BHT، BHA و TBHQ ثبت شده است [۱۲]. ترکیبات فنولی و پلی فنول‌ها از مهم‌ترین ترکیبات فیتوشیمیایی می باشند که به‌علت داشتن گروه هیدروکسیل در ساختمان شیمیایی خود، به عنوان یکی از منابع آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مطرح می باشند [۱۳]. در روش مرسوم اضافه کردن آنتی‌اکسیدان به داخل روغن، از مقدار زیادی آنتی‌اکسیدان برای حفظ ماندگاری روغن در طول مدت نگهداری استفاده می‌شود که می‌تواند سلامتی مصرف‌کننده را به‌خطر بیاندازد و همچنین استفاده از مقادیر زیاد آنتی‌اکسیدان برای کل ماده‌غذایی یا روغن داخل بسته، لزومی ندارد زیرا اکسیژنی که مسئول اکسیداسیون چربی است از سطح ماده‌غذایی به داخل آن نفوذ می‌کند و بنابراین اکسیداسیون از سطح روغن آغاز خواهد شد. در روش استفاده از بسته‌بندی فعال، نیازی به استفاده از غلظت‌های بالاتر آنتی‌اکسیدان در داخل روغن نبوده و مهاجرت مقادیر کم آنتی‌اکسیدان به سطح روغن، می‌تواند اکسیداسیون آن را به‌تاخیر بیاندازد. بنابراین استفاده از بسته‌بندی فعال حاوی آنتی‌اکسیدان، با رهایش کنترل شده آن به سطح ماده‌غذایی، می‌تواند روش مناسبی برای مهار واکنش‌های اکسیداسیون در سطح آن باشد [۱٤]. تولیدات گیاهی مانند اسانس و عصاره های گیاهی به دلیل دارا بودن پتانسیل نگهدارنده موادغذایی به‌عنوان عامل‌های طبیعی شناخته شده‌اند و گیاهان یکی از منابع مهم آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشند. گیاهانی که غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان بوده می‌توانند باعث حفاظت سلول‌ها از آسیب‌های اکسیداتیو شوند [۱۵]. مریم‌گلی متعلق به خانواده *Lamiaceace* بوده و برگ این گیاه دارای اسانس و تانن می باشد. اسانس آن که معمولا از نوع وحشی گیاه تهیه می‌گردد، مایعی به رنگ زرد یا زرد مایل به سبز و دارای بوی مخصوص است. به‌علاوه این اسانس دارای پینن، سینئول و بورنئول راست و چپ می‌باشد [۱٦].

هدف از انجام این مطالعه، مقایسه اثرات استفاده از اسانس مریم‌گلی به عنوان یک ترکیب آنتی اکسیدان طبیعی و آنتی‌اکسیدان سنتزی (TBHQ) در فیلم های خوراکی فعال، جهت بهبود پایداری اکسایشی و افزایش مدت زمان ماندگاری روغن زیتون بکر می‌باشد.

۲- مواد و روش ها

مواد اولیه تولید فیلم شامل نشاسته سیب زمینی از شرکت مرک-آلمان، صمغ زدو از شرکت رنگ و طعم فریر-اصفهان، اسانس مریم‌گلی از شرکت زردبند-یاسوج تهیه گردید. روغن زیتون بکر مورد استفاده تولید کارخانه روغن نباتی گنجه رودبار (اتکا) از فروشگاه های سطح شهر خریداری شد. پودر ۲ و ۲- دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل جهت تعیین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه ها از شرکت سیگما-آمریکا تهیه شد. آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ و سایر مواد شیمیایی مورد نیاز برای آزمون ها همچون گلیسرول و کلسیم کلرید بدون آب، یدیدپتاسیم و تیوسولفات سدیم، اسیداستیک، کلروفرم، اتانول و پتاسیم هیدروکسید از شرکت مرک-آلمان خریداری شدند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

۲-۱- تهیه محلول صمغ زدو

کلوخه‌های صمغ زدو با رنگ روشن جدا و توسط آسیاب آزمایشگاهی پودر شدند. صمغ‌ها از الک با چشمه ۶۰ (۲۵۰ میکرون) عبور داده شده و پودرهای حاصل، تا زمان مصرف در کیسه‌های پلاستیکی غیرقابل نفوذ نگهداری شدند. جهت تهیه غلظت‌های مختلف از صمغ زدو، مقادیر مختلف (۰/۵، ۱ و ۱/۵گرم) از پودر صمغ در۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کرده و به مدت یک ساعت در دمای ۵۰C° بر روی همزن مغناطیسی همزده شد. محلول‌های به‌دست آمده جهت تکمیل فرایند هیدراته‌شدن، به مدت یک شب در دمای ٤C° نگهداری شدند [۱۷].

۲-۲- تهیه فیلم

۵ گرم نشاسته و ۲ میلی‌لیتر گلیسرول در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شده و همراه با همزدن، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۰C° حرارت داده شد. درصدهای مختلف از محلول صمغ زدو (۰/۵، ۱ و ۱/۵٪) به محلول نشاسته افزوده شده و محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۷۵C° نگهداری شد. سپس محلول تا ٤۰C° خنک شده و اسانس مریم‌گلی در سه سطح مختلف صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ ppm به محلول افزوده شده و به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط گردید. محلول نهایی به مدت ۶۰ دقیقه جهت خروج حباب‌های هوا به آرامی همزده شد. در ادامه ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول داخل ظروف تفلونی با قطر ۱۸ cm پخش و در دمای ۶۰C° به مدت ۱۸ ساعت خشک شد [٤].

۲-۳- آزمون ها

۲-۳-۱-تعیین ضخامت فیلم ها

جهت تعیین ضخامت فیلم‌ها از میکرومتر با دقت ۰/۰۱ mm استفاده شد. اندازه‌گیری در ۵ ناحیه مختلف فیلم انجام گرفته و سپس میانگین آن‌ها محاسبه شد [۱۸].

۲-۳-۲- میزان عبور نور و شفافیت

ویژگی ممانعت‌کنندگی در برابر نور مرئی در فیلم‌ها با استفاده از روش هان و فلوروس (۱۹۹۷) و با استفاده از دستگاه UV-Vis اسپکتروفتومتر مدل UV-2100 ساخت آمریکا در طول موج تعیین شده اندازه‌گیری گردید. بدین منظور قطعات ۱×٤ سانتی‌متری از فیلم‌ها بریده شده و ضخامت آن‌ها در ۵ نقطه در امتداد فیلم اندازه‌گیری شد و سپس قطعه فیلم در دیواره شفاف داخل سل کوارتزی دستگاه قرار داده شده و میزان جذب نمونه قرائت گردید. میزان عبور نور از رابطه زیر محاسبه شد [۸].

$$Opacity = \frac{A600}{X} \times 100$$

در این معادله A600 میزان جذب در طول موج ۶۰۰ نانومتر و Xمتوسط ضخامت فیلم بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

۲-۳-۳- تعیین ظرفیت آنتی اکسیدانی فیلم ها

توانایی از دست دادن اتم هیدروژن توسط ترکیبات فنولیک یا میزان بی‌رنگ‌گردن کردن محلول بنفش ۲ و ۲-دی‌فنیل-۱-پیکریل-هیدرازیل (DPPH) عصاره متانولی فیلم‌ها مورد سنجش قرار گرفت. دراین آزمون از DPPH به‌عنوان ترکیبات رادیکالی پایدار استفاده گردید. قطعاتی از فیلم به ابعاد ٦ cm^2 در داخل اتانول غوطه ور شده و به مدت ۱۰ دقیقه تحت همزدن شدید و ورتکس قرار گرفت تا فیلم هضم شده و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آزاد شوند. پس از سانتریفوژ کردن به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰rpm، محلول رویی اتانول، برای تعیین قدرت مهارکنندگی DPPH مورد استفاده قرار گرفت. ۲ml از محلول اتانولی DPPH (۰/۰٦ mM) با ۱ml از محلول رویی نمونه و ۱ml اتانول مخلوط گردید. نمونه شاهد نیز با افزودن ۲ml اتانول و عدم حضور محلول نمونه فیلم تهیه شد. مخلوط پس از یک دقیقه همزدن، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ C° در محلی تاریک قرار داده شد و سپس میزان جذب آن در ۵۱۷ nm توسط اسپکتروفتومتر مدل UV-2100 ساخت آمریکا اندازه‌گیری گردید. قدرت مهارکنندگی فعالیت رادیکال آزاد DPPH با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید [۱۹].

$$DPPH_{scavengingactivity}(\%) = \frac{(Abs_{control} - Abs_{sample})}{Abs_{control}} \times 100$$

$Abs_{control}$: میزان جذب نمونه اتانولی DPPH

Abs_{sample}: میزان جذب نمونه اتانولی فیلم در طول موج ۵۱۷ nm

۲-۳-٤- آزمون میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

بررسی ریز ساختار فیلم‌های تولیدی به وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی TescanVegan-3 موجود در دانشگاه علمی محققی اردبیل انجام پذیرفت. به‌منظور بررسی تاثیر افزودن صمغ

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

زدو و اسانس مریم‌گلی بر روی ریزساختارهای فیلم تولید شده، تصاویر میکروسکوپ الکترونی از سطح فیلم‌ها تهیه گردید. تصویربرداری از نمونه‌ها به وسیله‌ی میکروسکوپ الکترونی روبشی با کاربری ۱۵کیلووات و در بزرگ‌نمایی ۲µm انجام پذیرفت [۲۰].

۲-۳-۵- آزمون طیف سنجی فروسرخ (FTIR)

برای طیف سنجی IR، قرص های نازک با ضخامت کمتر از یک میلی متر از اختلاط و آسیاب نمونه فیلم پوشش‌دار شده با پتاسیم برمید خشک به نسبت ۱:۲۰ و اعمال فشار حدود ۶۰ Kpa به مدت ۱۰دقیقه در دستگاه تهیه قرص، به‌دست آمد و طیف عبور نمونه‌ها در محدوده عدد موجی ۵۰۰ تا ۴۰۰۰ cm^{-1} و با قدرت تفکیک ۰/۵cm^{-1} در دستگاه Spectrum Two, Perkin Elm گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه ارومیه مورد آنالیز قرارگرفت.

۲-۳-۶- فعالیت آنتی اکسیدانی فیلم‌های خوراکی در نمونه روغن زیتون

جهت کنترل فعال بودن فیلم‌های خوراکی تهیه شده از نظر آنتی‌اکسیدانی، از دو نمونه فیلم در غلظت های ۲۵۰ و ppm ۵۰۰ اسانس استفاده شد. فیلم‌های تهیه شده به نمونه‌های روغن زیتون بکر بدون آنتی‌اکسیدان و دارای ppm ۱۰۰ آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ اضافه تا تأثیر آن‌ها در روند اکسایشی روغن زیتون مشخص شود. بررسی های انجام شده طبق روش های زیر انجام گرفت:

روغن زیتون بدون آنتی‌اکسیدان درون شیشه‌های درب دار به ابعاد مشخص به میزان ۱۰۰ گرم ریخته شد. نمونه‌های فیلم به صورت تکه‌های مربعی شکل (در ابعاد ۵×۵ سانتی‌متر) بریده شده و درون روغن قرار گرفت. از هر نمونه ۳ تکرار جهت نمونه برداری در زمان های ۱۵روزه تهیه و شیشه ها داخل آون با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. مدت انبارداری ۶۰ روز در نظر گرفته شد و در این مدت هر ۱۵ روز یک بار اندیس‌های مربوط به اکسیداسیون روغن در نمونه‌های ذکر شده اندازه‌گیری و ثبت گردید [۲۱].

۲-۳-۷- تعیین اندیس پراکسید

عدد پراکسید (میلی اکی والان اکسیژن/کیلوگرم روغن) در نمونه های روغن بر اساس روش AOAC 965/33 تعیین شد. حدود ۲ گرم نمونه روغن زیتون در ارلن ml ۲۵۰ وزن شده و ml ۳۰ مخلوط اسیداستیک و کلروفرم (v/v ۳:۲) اضافه شده و محتوای نمونه ها جهت انحلال کامل روغن به طور مداوم همزده شد. سپس ml ۱ محلول اشباع یدید پتاسیم به نمونه افزوده شده و عمل اختلاط به مدت ۱ دقیقه انجام شد. در نهایت ml۳۰ آب مقطر افزوده شده و با تیوسولفات سدیم N ۰/۰۲ تیتر شد. چسب نشاسته ۱٪ (ml ۰/۵) به عنوان معرف استفاده شد. عدد پراکسید براساس رابطه زیر محاسبه شد [۲۲].

$$PV = \frac{(S-B)\times N}{G}\times 1000$$

در این رابطه، S حجم تیوسولفات مصرفی در تیتراسیون نمونه برحسب میلی لیتر، B حجم تیوسولفات مصرفی در تیتراسیون نمونه شاهد برحسب میلی لیتر، N نرمالیته تیوسولفات و G میزان وزن نمونه برحسب گرم می باشد.

۲-۳-۸- تعیین میزان تیوباربیتوریک اسید

جهت تعیین شاخص تیوباربیتوریک اسید در یک ارلن ۲۵۰ میلی لیتری، یک گرم نمونه، یک میلی لیتر محلول ۰/۷۵ درصد اسید تیوباربیتوریک و ۲ میلی لیتر محلول ۳۵ درصد اسید تری کلرواستیک اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. پس از این مدت مخلوط به مدت ۳ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. فاز آبی با سرنگ خارج و به سل اسپکتروفتومتری منتقل شد. جذب نمونه در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت شد. به این ترتیب مقدار جذب نمونه در طول موج مذکور به عنوان شاخص تیوباربیتوریک اسید در نظر گرفته شد [۲۳].

۲-۳-۹- تعیین اندیس اسیدی

عدد اسیدی طبق استاندارد AOAC Cd 3d-63 بر روی نمونه های روغن تعیین شد بدین صورت که ابتدا ۵ گرم روغن با ۳۰-۲۰ میلی لیتر اتانول مخلوط شده و با سود ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل فتالئین تیتر گردید [۲۴].

۲-۴- آنالیز آماری

در این مطالعه برای بررسی متغیرهای صمغ زدو (۰/۵ تا ۱/۵٪) و اسانس مریم‌گلی (۰ تا ppm ۵۰۰) به تعداد ۹ نمونه فیلم، داده ها

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

با استفاده از طرح آماری فاکتوریل آنالیز و جهت بررسی اثر برهمکنش متغیرها از نرم‌افزار Design Expert استفاده شد. همچنین سطوح معنی‌دار داده‌ها در سطح احتمال ($P<$۰/۰۵) لحاظ گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس مریم‌گلی به روش مهار رادیکال آزاد DPPH

فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس با غلظت ppm ۵۰۰ با روش مهار رادیکال DPPH، ۸۲٪ و اسانس با غلظت ppm ۲۵۰، ۵۱٪ به دست آمد. ترکیبات فنلی به دلیل دارا بودن ساختارهای احیا کننده و الکترون دهنده نظیر پیوندهای دوگانه و گروه های هیدروکسیل، از جمله ترکیبات مهم آنتی اکسیدانی گیاهان محسوب می شوند که نقش مهمی در حذف رادیکال های آزاد و جلوگیری از تبدیل هیدروپراکسیدها به رادیکال های آزاد را دارند. در اسانس مریم‌گلی، مونوترپن‌های اکسیژن‌دار با مقدار نزدیک به ٦۰ درصد و بعد از آن هیدروکربن‌های اکسیژن‌دار با حدود ۲۰ درصد وجود دارند و مهم‌ترین ترکیبات این گروه‌ها، آلفاتوژن، کامفور، ویریدی فلورول، بورنئول، ۱ و ۸- سینئول، بتاتوژن و بورنیل استات هستند که مقدار این ترکیبات در شرایط مختلف، قدرت آنتی‌اکسیدانی مختلفی خواهند داشت [۲۵]. در این مطالعه، میتوان فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس را به حضور ترکیبات اصلی مسئول مهارکنندگی رادیکال های DPPH از جمله مونوترپن های آزاد اکسیژن دار مانند آلفا و بتا توجن، بورنیل استات و کامفور، ۱ و ۸ سینئول، ترپن ٤ ال، لینالول و کارون و مخلوط هیدروکربن های مونوترپنی و سزکوئی ترپنی نسبت داد؛ که با افزایش غلظت آن ها، فعالیت مهارکنندگی در اسانس نیز افزایش می یابد. این ترکیبات در حضور سایر سایر ترکیبات موجود در اسانس، می توانند دارای فعالیت سینرژیستی آنتی اکسیدانی باشند [۲٦]. در تحقیقی مشابه، یزدی نژاد و ملک زاده در تعیین خواص آنتی اکسیدانی عصاره متانولی گیاه مریم گلی یک ساله جمع آوری شده از زنجان گزارش کردند که غلظتی معادل ۱/٤٥ µg/ml ± ۳۵/۷ از عصاره متانولی گیاه مریم گلی سبب ۵۰ درصد بازدارندگی فعالیت های اکسیداتیو رادیکال های DPPH می شود [۲۷]. عزیزی و خسروی نیز در بررسی فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس مریم گلی ارغوانی بومی ایران، گزارش کردند کارایی عصاره آبی این گیاه در به دام اندازی رادیکال های آزاد DPPH بیشتر از اسانس روغنی آن است. طبق گزارش این پژوهشگران غلظتی از عصاره آبی و اسانس که باعث شد تا فعالیت رادیکال های آزاد DPPH به میزان ۵۰ درصد کاهش یابد، به ترتیب ۲/۳٦ ± ۳۸/۱٦ و ۱/۲۳± ۷۳/۱٤ میکروگرم/ میلی لیتر بود [۲۸].

۳-۲- ضخامت

ضخامت از فاکتورهای مهم فیلم‌ها می‌باشد که به‌طور مستقیم روی ویژگی‌های نفوذپذیری به بخارآب و اکسیژن و همچنین روی خواص مکانیکی و در نتیجه بر ویژگی‌های بیولوژیکی و ماندگاری محصول بسته‌بندی‌شده تأثیر می‌گذارد. فیلم‌های به‌دست آمده ضخامت کمی داشته و به آسانی از سطح پلیت‌ها جدا شدند. نتایج بررسی داده‌های حاصل از ضخامت نمونه فیلم‌های تولیدی در شکل ۱ ارائه شده است. چنانچه مشاهده می‌شود، ضخامت فیلم های حاوی صمغ فاقد اسانس مریم گلی نسبت به نمونه های حاوی اسانس از تفاوت معنی داری برخوردار بودند ($P<$۰/۰۵). بدین صورت که وجود اسانس در ترکیب فیلم ها سبب افزایش ضخامت آن ها شد. همچنین با افزایش درصد صمغ و اسانس در ترکیب فیلم ها، ضخامت نمونه ها نسبت به نمونه های مشابه ولی با درصد صمغ و اسانس کمتر، تفاوت معنی داری داشت ($P<$۰/۰۵). به طوری که با افزایش درصد صمغ زدو و اسانس مریم گلی، ضخامت فیلم ها افزایش یافت. علت افزایش ضخامت فیلم‌ها با افزودن صمغ زدو، افزایش ماده خشک فیلم‌ها و همچنین جذب آب در ناحیه تک‌لایه توسط این ترکیب هیدروکلوئیدی می‌باشد، به‌طوریکه هنگام خشک‌کردن رطوبت کمتری از فیلم‌ها خارج می‌گردد و مجموع این تغییرات سبب افزایش ضخامت فیلم‌های تولیدی می‌گردد. در مطالعه مشابه، داشی پور و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که با به‌کاربردن اسانس میخک در ساختار فیلم کربوکسی‌متیل‌سلولز، ضخامت فیلم‌ها نسبت به انواع بدون اسانس افزایش معنی‌داری پیدا کرد [۲۹].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

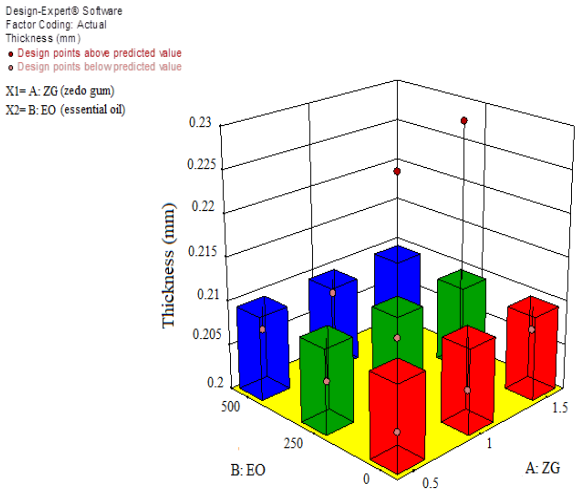

Fig 1 Influence of zedo gum and *salvia officinalis* essential oil on thickness of films

۳-۳- آزمون عبور نور و شفافیت

تابش نور یکی از مهم‌ترین عوامل فساد موادغذایی می‌باشد، برخی از محصولات به حدی نسبت به نور حساس‌اند که رنگ، بو و طعم آن‌ها با حداقل اکسیداسیون حاصل از تاثیرات نور دچار تغییرات شدیدی می‌شود. چالش عمده برای چنین محصولاتی محافظت از محتویات بسته در برابر ورود نور از منابع مختلف می‌باشد [۳۰]. میانگین داده‌های حاصل از رنگ فیلم‌ها در شکل ۲ ارائه شده است. در بررسی میزان شفافیت فیلم‌ها، نمونه نشاسته حاوی ۰/۵ درصد صمغ زدو نسبت به دیگر نمونه‌ها از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود ($P<$۰/۰۵). بدین‌معنی که این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها از شفافیت بالا و کدورت کمتری برخوردار بود. در حالت‌کلی با اضافه شدن مقادیر متفاوت از صمغ زدو به فیلم‌ها، میزان کدورت فیلم‌ها حالت افزایشی داشته است. این افزایش میزان کدورت فیلم‌ها با اضافه‌شدن مقدار بیشتری از اسانس به ترکیب فیلم، افزایش معنی‌داری داشته است ($P<$۰/۰۵). فابرا و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند که خواص نوری فیلم‌های خوراکی به ساختار داخلی شبکه تشکیل‌شده در طول خشک‌کردن فیلم، قابلیت مخلوط شدن فازها، رنگ بخش‌های افزوده شده، نوع دیسپرسیون و اندازه ذرات پراکنده بستگی دارد [۳۱]. مطالعات پژوهشگران نشان داده است که شفافیت فیلم‌ها تحت‌تاثیر ضخامت فیلم‌ها قرار می‌گیرد. که نتایج به‌دست آمده از این تحقیق بیانگر این موضوع بود به‌طوری‌که نمونه نشاسته حاوی ۰/۵ درصد صمغ زدو با کمترین میزان ضخامت، نسبت به سایر نمونه‌ها از میزان شفافیت بالا و کدورت کمتری برخوردار بود. با افزودن درصدهای مختلف از صمغ زدو به فیلم ها، ضخامت فیلم‌ها افزایش یافته و میزان شفافیت نمونه‌ها کمتر شد. با اضافه‌شدن اسانس مریم گلی به ترکیب فیلم، ضخامت فیلم‌های تولیدی نسبت به نمونه‌های فاقد اسانس بیشتر بود که موجب افزایش کدورت و کاهش شفافیت فیلم‌ها شد. تاثیر صمغ‌ها بر میزان کدورت به نوع صمغ و شرایط تهیه آن وابسته است. برخی از صمغ‌ها مانند صمغ کهور چون تیره رنگ و کدر هستند، باعث افزایش میزان کدورت می‌شوند [۳۲]. فاضل و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی مشابه گزارش کردند که افزودن صمغ ثعلب به فیلم‌های نشاسته سیب‌زمینی باعث افزایش کدورت شد [۳۳] که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

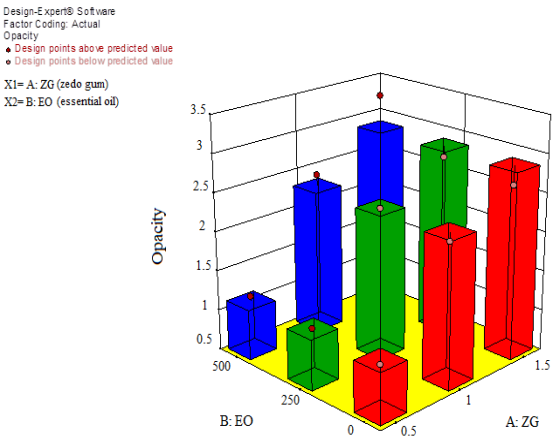

Fig 2 Influence of zedo gum and *salvia officinalis* essential oil on Opacity of films

۳-٤- تعیین خاصیت آنتی اکسیدانی فیلم ها

نتایج بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی فیلم‌ها در شکل ۳ ارائه شده است. طبق بررسی انجام شده، نمونه نشاسته حاوی ۰/۵ درصد صمغ زدو نسبت به سایر نمونه‌ها از اختلاف معنی‌داری در شاخص آنتی اکسیدانی برخوردار بود ($P<$۰/۰۵). با افزوده شدن صمغ زدو در درصدهای مختلف، قدرت آنتی‌اکسیدانی فیلم‌ها افزایش معنی‌داری داشت ($P<$۰/۰۵). با افزودن مقادیر مختلفی از اسانس مریم گلی به فیلم‌های حاوی صمغ، قدرت آنتی‌اکسیدانی این فیلم‌ها نسبت به نمونه‌های فاقد اسانس افزایش معنی‌داری از خود نشان دادند ($P<$۰/۰۵). به‌طوریکه کمترین

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

خاصیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به نمونه نشاسته حاوی ۰/۵ درصد صمغ زدو به میزان ٤٨/٢٢٧ ٪ و بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به نمونه حاوی ۱/۵٪ صمغ زدو و ppm ۵۰۰ اسانس مریم گلی به میزان ٦٨/٣٥٦٧ ٪ بوده است. به‌طورکلی با اضافه‌شدن درصدهای مختلف از صمغ زدو، فیلم ها به‌دلیل دارا بودن ترکیبات پلی فنولی تانن دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشند. همچنین با افزودن اسانس مریم‌گلی در غلظت‌های مختلف به ترکیب فیلم‌ها، خاصیت آنتی‌اکسیدانی فیلم‌ها نسبت به سایر نمونه‌های فاقد اسانس افزایش معنی‌داری داشته است که بیانگر تشدید خاصیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌ها به‌دلیل وجود همزمان اسانس و صمغ زدو می‌باشد. [۲۰]. در تحقیقی مشابه رضایی و الماسی (۱۳۹٦) گزارش کردند که با افزودن ۵٪ عصاره آویشن در فیلم‌های حاصل از کربوکسی متیل سلولز، بالاترین فعالیت مهارکنندگی در بین تیمارها به‌دست آمد که برابر ٦٤٪ بود. همچنین با افزودن نانورس و اسیدسیتریک در غلظت‌های مختلف، خاصیت آنتی‌اکسیدانی فیلم حاوی عصاره، به‌طور قابل توجهی کاهش یافت که دلیل این امر را افزایش انسجام ساختاری، کاهش تورم فیلم در محلول متانول و احتمالاً کاهش میزان ترکیبات فنولی آزاد شده از فیلم، در حین اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیان کردند [٤]. بیگ زاده و همکاران (۲۰۱٦) نیز در مورد تأثیر نانورس در کنترل رهایش و به تبع آن کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیلم کیتوزان حاوی عصاره خارمریم به نتایج مشابهی با این تحقیق دست یافتند [۳٤].

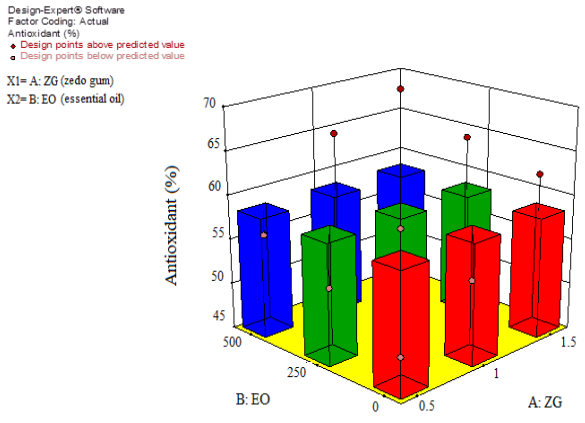

Fig 3 Influence of zedo gum and *salvia officinalis* essential oil on Antioxidant property of films

۳-۵- آزمون میکروسکوپ الکترونی روبشی

جهت مشاهده و ارزیابی مورفولوژی فیلم‌ها و پلیمرها از آزمون SEM استفاده می‌شود. تصویر میکروسکوپی (SEM) گرفته شده از سطح فیلم‌های تولیدی در شکل ٤ نشان داده شده است. با توجه به تصاویر با افزودن ۱٪ صمغ زدو به ترکیب فیلم، سطح فیلم حاصل صاف‌تر شده و از میزان شکاف‌های سطح فیلم به‌طور قابل توجهی کاسته شده است. که نشان‌دهنده ترکیب شدن مناسب دو پلیمر و ایجاد پیوندهای مناسب با یکدیگر می‌باشد. به‌طوری‌که کمترین ناهمواری و یا زبری در فیلم مشاهده می‌گردد که می‌تواند نشان‌دهنده توانایی ترکیب مناسب و سازگاری نسبی دو پلیمر نشاسته و صمغ زدو باشد. با افزودن غلظت‌های مختلف از اسانس مریم‌گلی به فیلم‌ها، سطح فیلم‌ها نسبت به نمونه فاقد اسانس صاف‌تر و هموارتر شده و از میزان ترک‌ها و شکاف‌های موجود در سطح فیلم به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاسته شده است که به عنوان یکی از دلایل این امر می‌توان به ساختار روغنی اسانس اشاره کرد که به‌دلیل آب‌گریز بودن، سطح فیلم را پوشش داده و موجب بسته شدن شکاف‌ها شده است. بدیهی است با کاهش میزان ترک و شکاف‌های سطح فیلم، از میزان نفوذپذیری فیلم‌ها در برابر بخارآب و میزان حلالیت فیلم‌ها به‌دلیل ایجاد اتصالات عرضی در ساختار آن‌ها کاسته شده و این گونه فیلم‌ها برای بسته‌بندی موادغذایی که سطحی مرطوب دارند ارجحیت پیدا می‌کنند. با افزایش درصد صمغ، و همچنین غلظت‌های بالای اسانس، سطح فیلم‌ها هموارتر شده و فیلم مطلوب‌تری تولید شده است. همچنین وجود اسانس در سطح فیلم می‌تواند به‌دلیل دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی اسانس‌ها موجب جلوگیری از آلودگی محتوای غذایی داخل بسته‌بندی شده و سلامت ماده‌غذایی را تامین کند. پناهی و همکاران (۱۳۹٦) با تولید و ارزیابی خصوصیات فیلم‌خوراکی نشاسته‌ای حاوی اسانس صمغ بنه گزارش دادند که فیلم بدون اسانس سطح یکنواخت، منسجم و نسبتا صافی دارد که دلیل این امر پیوستگی شبکه پلیمری فیلم نشاسته‌ای می‌باشد. در حالی‌که فیلم‌های حاوی ۲ درصد اسانس بنه نسبت به نمونه شاهد دارای منافذ بسیاری در سرتاسر فیلم می‌باشند [۳۵]. این در حالی بود که طبری کوچکسرایی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی تصاویر SEM سطح

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

فیلم کربوکسی‌متیل‌سلولز شاهد و فیلم مرکب کربوکسی‌متیل‌سلولز- کتیرا با نسبت ۵۰:۵۰ بیان کردند که فیلم کربوکسی‌متیل‌سلولز شاهد دارای سطحی صاف و به‌هم فشرده و یک‌دست بود و فیلم مرکب با نسبت ۵۰:۵۰ دو پلیمر نیز دارای سطحی نرم و هموار و نمای سطحی بدون ترک (منفذ) است که نشان می‌دهد دو پلیمر به شکل مناسب و یکنواختی با یکدیگر ترکیب شده‌اند به‌طوری‌که هیچ‌گونه ناهمواری و یا زبری در فیلم مشاهده نمی‌گردد. بنابراین یک‌دست بودن سطح فیلم مرکب ممکن است به دلیل سازگاری طبیعی دو پلیمر با یکدیگر باشد [۳۶].

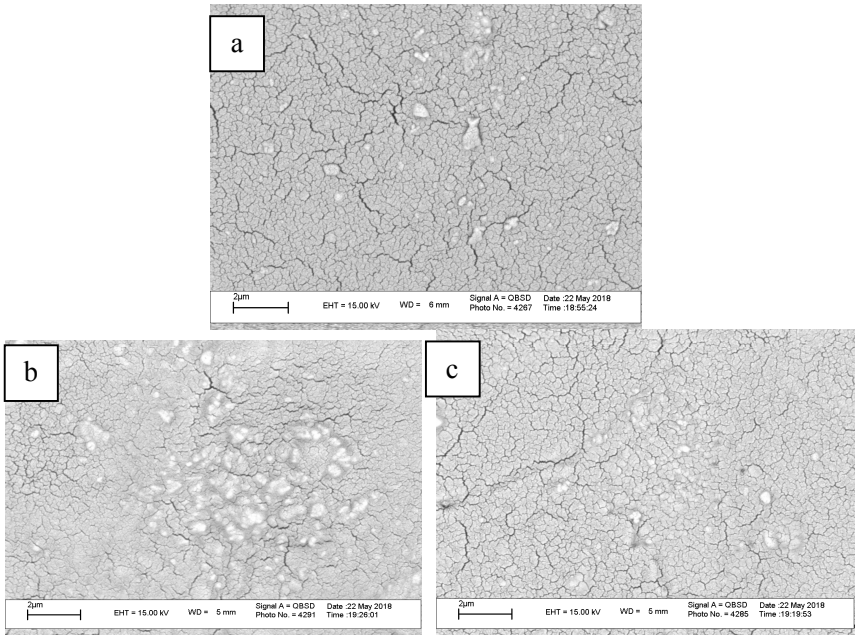

Fig 4 Scanning electron microscopy image of edible film samples ((a) Starch film containing 0.5% zedo gum and 250 µl *salvia officinalis* essential oil, (b) Starch film containing 1% zedo gum without *salvia officinalis* essential oil, (c) Starch film containing 1.5% zedo gum and 500 µl *salvia officinalis* essential oil)

۳-٦- آزمون طیف سنجی فروسرخ FT-IR

شکل ۵ طیف‌های مربوط به فیلم‌های حاوی صمغ زدو و اسانس مریم‌گلی را نشان می‌دهد. طبق طیف‌های به‌دست آمده، نمونه های مورد بررسی دارای تفاوتی جزئی در پیک‌های تولیدی داشتند. پیک ظاهر شده در طول موج cm^{-1} ۵۷۲/۳۹ نشانگر پیوند قوی C بین اجزاء نشاسته، فرکانس‌های cm^{-1} ۹۳۲/۸۷ و ۸۵٤/٦۸ نیز مربوط به ارتعاش حلقه C-O-C نشاسته، و فرکانس cm^{-1} ۲۹۲٦/۹٤ مربوط به ارتعاش کششی پیوند C-H و وجود عوامل CH_2 در حلقه‌های گلوکز زنجیره نشاسته می‌باشد. زمانی که دو یا چند ماده با هم ترکیب می‌شوند، ترکیبات فیزیکی در برابر تعاملات شیمیایی، با تغییرات پیک‌های طیفی مشخص می‌شوند [۳۷]. نمونه فیلم های حاوی صمغ زدو فاقد اسانس مریم‌گلی و نمونه های حاوی صمغ زدو و و اسانس مریم‌گلی نسبت به یکدیگر تفاوت کمتری داشتند. در نمونه‌های حاوی اسانس، پیک‌های جدید در فرکانس‌های cm^{-1} ۱۵۰۰-۵۰۰ ایجاد شد که این تغییرات می‌توانند بیانگر برهمکنش میان ترکیبات اسانس مریم گلی و صمغ زدو و همچنین نشان‌دهنده برهم‌کنش میان ترکیبات موجود در اسانس از جمله ترکیباتی چون اسیدهای چرب باشند؛ با افزودن اسانس به ترکیب فیلم‌ها، پیک‌های جدیدی مبنی بر وجود ترکیبات آروماتیک موجود در اسانس مریم گلی موجود در ساختار فیلم تولیدی ایجاد شد بدین‌صورت که پیک‌های ایجاد شده در عدد موجی cm^{-1} ٦۷۳/۳۱، ٦۹٦/۵۱ (C-H) و ۱۵۰۸/٦۲ (C=C) بیانگر وجود ترکیبات معطر اسانس در نمونه‌های حاوی اسانس بودند. پالشکوویچ و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی طیف‌های حاصل از فیلم زیست تخریب‌پذیر کیتوزان/ نانورس گزارش کردند که باند ظاهر شده بین اعداد موجی ۲۷۵۰- ۳۰۰۰ در طیف فیلم کیتوزان مربوط به باند کششی گروه‌های CH، CH_2 و CH_3 می‌باشد که مطابق پیک های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]
[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

حاصل از فیلم های حاوی صمغ در این تحقیق بود [۳۸]. پیک‌های بین فرکانس‌های ۳۵۰۰ و ۳۰۰۰ به ترتیب مربوط به باندهای کششی هیدروکسیل‌های آزاد و باندهای کششی متقارن و نامتقارن N-H در گروه آمین می‌باشد [۳۹].

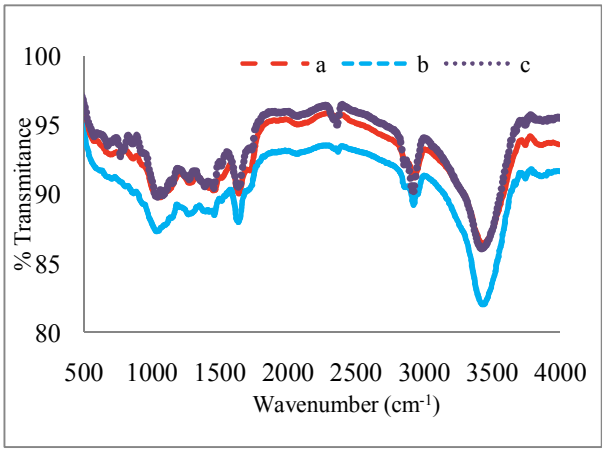

Fig 5 Infrared spectroscopy of edible films ((a) Starch containing 0.5 % zedo gum and 250 ppm *salvia officinalis* essential oil, (b) Starch containing 1% zedo gum without *salvia officinalis* essential oil, (c) Starch containing 1.5% zedo gum and 500 ppm *salvia officinalis* essential oil)

۳-۷- عدد پراکسید

اکسیداسیون چربی ها عامل اصلی فساد آن هاست و هیدروپراکسیدهای تشکیل شده از واکنش بین اکسیژن و اسیدهای چرب غیراشباع محصولات اولیه این واکنش هستند. هیدروپراکسیدها بدون طعم و بو هستند اما به سرعت تجزیه شده و آلدئیدها تشکیل می شوند که دارای طعم و بوی شدید و نامطبوعی هستند [۴۰]. غلظت پراکسید معمولا به صورت اندیس پراکسید بیان می شود و معیاری از اکسیداسیون یا فساد در مراحل اولیه روغن می باشد. اندیس پراکسید یکی از متداول ترین آزمون های شیمیایی جهت تعیین کیفیت چربی ها و روغن هاست. تغییرات عدد پراکسید در شکل ٦ نشان داده شده است. عدد پراکسید با گذشت زمان افزایش یافته است. بالا بودن عدد پراکسید در نمونه روغن حاوی فیلم دارای ppm ۲۵۰ اسانس، به دلیل بالا بودن میزان پراکسید در روغن اولیه می‌باشد که احتمالا ناشی از شرایط نامناسب حمل و نقل یا نگهداری روغن می‌باشد.

نمونه حاوی ppm ۲۵۰ اسانس، در روز صفر، ترکیبات فنولی ppm ۲۵۰ کم هستند و عدد پراکسید کمتری نسبت به نمونه روغن حاوی ppm ۵۰۰ اسانس داشته است که احتمالا به علت ترکیبات پلی‌فنولی درفیلم حاوی اسانس با غلظت ppm ۵۰۰ می‌باشد که خاصیت پراکسیدانی از خود نشان داده است [٤١]. با گذشت زمان عدد پراکسید در نمونه حاوی ppm ۲۵۰ اسانس، با سرعت بیشتری نسبت به نمونه روغن حاوی ppm ۵۰۰ اسانس افزایش می‌یابد که می‌تواند به علت کم بودن ترکیبات پلی فنولی تاثیرگذار نسبت به غلظت ppm ۵۰۰ اسانس باشد. در بین نمونه‌ها، نمونه حاوی آنتی اکسیدان سنتتیک TBHQ دارای کمترین عدد پراکسید و نمونه حاوی اسانس با غلظت اسانس ppm۲۵۰ دارای بیشترین مقدار عدد پراکسید بوده است. با این وجود مقدار اندیس پراکسید در نمونه‌های پایدارسازی شده با اسانس همواره کمتر از مقدار غیر قابل مصرف (۵ میلی اکی والان در کیلوگرم) بر اساس استاندارد ملی ایران شماره (٤١٥٢) بوده است. پان و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی قدرت آنتی اکسیدانی عصاره اتانولی کورتکس فراکسنی در روغن بادام زمینی، غلظت‌های مختلف عصاره را با آنتی اکسیدان سنتزی BHT در مدت ٢٤ ساعت در شرایط اکسیداسیون روغن مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که با افزایش غلظت، میزان اکسیداسیون کاهش یافته و عصاره اتانولی در همه غلظت‌ها اثر آنتی اکسیدانی بهتری از BHT را داشته است [٤٢].

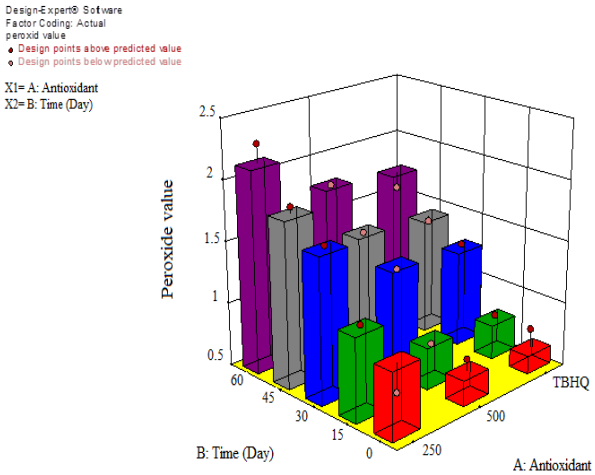

Fig 6 Comparison of the effect of synthetic antioxidant and *salvia officinalis* essential oil on peroxide value at 250 and 500 ppm concentrations

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

۳-۸- تیوباربیتوریک اسید

گاهی به دلیل گسترش فساد روغن، محصولات اولیه اکسایش مانند هیدروپراکسیدها به آلدهیدها و کتون ها تجزیه شده و عدد پراکسید کاهش می‌یابد، بنابراین جهت تشخیص و اندازه‌گیری محصولات ثانویه حاصل از اکسایش مانند آلدهیدها وکتون‌ها آزمایش تیوباربیتوریک‌اسید انجام می‌شود. عدد تیوباربیتوریک‌اسید بیانگر مراحل ثانویه‌ی اکسایش است که سبب ایجاد طعم بد در روغن اکسید شده می‌شود. مالون آلدهید، آلدهیدی است که به طور عمده در اثر تجزیه اسیدهای‌چرب چند غیراشباعی تشکیل می‌شود. در اندازه‌گیری اندیس تیوباربیتوریک‌اسید، مالون‌آلدهید با تیوباربیتوریک اسید واکنش می‌دهد. بنابراین میزان تیوباربیتوریک طی اکسایش افزایش می‌یابد. طی اکسایش ممکن است آلدهیدها خود اکسیدشده و به اسیدهای کربوکسیلیک تبدیل شوند که در این صورت میزان تیوباربیتوریک اسید کاهش خواهد یافت [٤٠]. مانند آنچه در نمونه حاوی ppm ۲۵۰ اسانس در روز ٦٠ انبارداری مشاهده شد (شکل۷). کمترین میزان تیوباربیتوریک اسید مربوط به نمونه حاوی TBHQ بود. بیشترین میزان تیوباربیوتریک اسید نیز مربوط به نمونه حاوی اسانس با غلظتppm ۲۵۰ بود که مقدار آن در روز ٦٠ ام، ۱/۸ بود که بیشترین مقدار را در بین نمونه‌ها داشت.

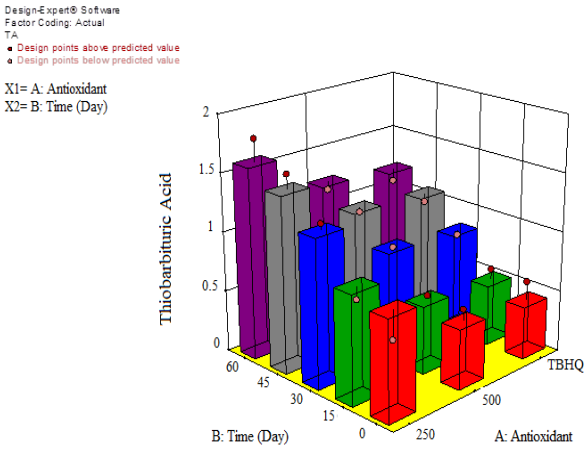

Fig 7 Comparison of the effect of synthetic antioxidant and *salvia officinalis* essential oil on thiobarbituric acid at concentrations of 250 and 500 ppm

۳-۹- عدد اسیدی

ازجمله شاخص‌های مهم کیفی روغن در شرایط نگهداری عدد اسیدی آن می باشد. شکل ۸ نشان می دهد که عدد اسیدی نمونه ها با افزایش زمان انبارداری به طور تقریبی روند افزایشی داشته است، البته این افزایش در نمونه حاوی ppm ۲۵۰ اسانس نسبت به دو نمونه روغن دیگر بیش تر است. در نتیجه فساد هیدرولیتیکی و اکسیداسیون روغن مولکول تری آسیل گلیسرول به گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد تجزیه می شود در نتیجه عدد اسیدی روغن افزایش می‌یابد.

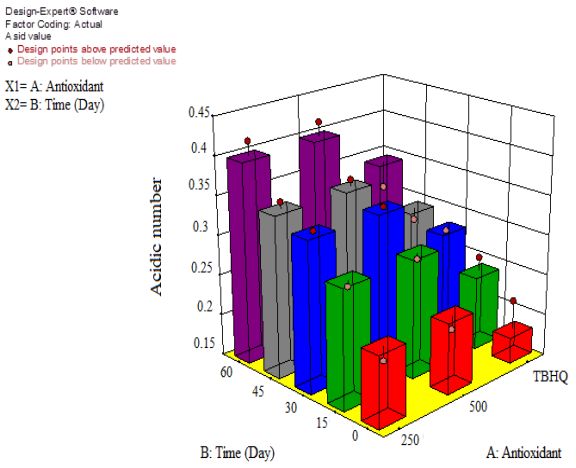

Fig 8 Comparison of the effect of synthetic antioxidant and *salvia officinalis* essential oil on acidic number at concentrations of 250 and 500 ppm

نتایج حاصل از این آزمون می توانند بیانگر اکسیداسیون روغن در نمونه های روغن حاوی ppm ۲۵۰ اسانس باشد. با این وجود، عدد اسیدی نمونه‌ها از نظر آماری در سطح ($P<$ ۰/۰۵) تفاوت معنی داری ندارند. هر چند روغن حاوی TBHQ در مقایسه با سایر نمونه‌ها دارای عدد اسیدی کمتری بوده است اما این تفاوت چندان چشم‌گیر نبوده است و می‌توان این گونه بیان نمود که نمونه‌ی پایدارسازی شده با اسانس در غلظت ppm ۵۰۰ در مقایسه با آنتی‌اکسیدان TBHQ در شرایط نگه‌داری تقریبا یکسان عمل کرده است. همچنین نتایج این آزمون نشان داد با افزایش زمان نگهداری، تفاوت در عدد اسیدی نمونه‌های در تماس با فیلم‌های حاوی غلظت‌های ppm ۲۵۰ و ppm ۵۰۰ اسانس بیشتر می‌شود. این امر نشان دهنده‌ی این حقیقت است که نفوذ روغن به داخل بستر بیوپلیمر و انتشار آنتی اکسیدان از آن به داخل روغن، در مدت زمان‌های کوتاه رخ نداده و به حداکثر ۱۵

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

روز زمان نیاز دارد. بنابراین استفاده از فیلم فعال می‌تواند آنتی اکسیدان را نه در مراحل اولیه نگهداری بلکه پس از گذشت زمان‌های طولانی‌تر که احتمال فساد اکسیداتیو افزایش پیدا می‌کند آزاد کرده و بنابراین ماندگاری روغن را برای مدت زمان بیشتری افزایش دهد.

٤- نتیجه گیری کلی

با توجه به اینکه بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و همچنین ویژگی های ساختاری فیلم ها ارتباط مستقیمی وجود دارد، در این پژوهش خصوصیات ساختاری فیلم حاصل از نشاسته و صمغ زدو با آزمون فروسرخ FT-IR و میکروسکوپ الکترونیکی روبشی SEM مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج حاصل، ترکیب نشاسته و صمغ زدو سبب ایجاد پیوندهایی از جمله باند کششی گروه‌های CH، CH_2 و CH_3 شد که بیانگر برهمکنش بین ترکیبات نشاسته و صمغ زدو بود. با افزودن اسانس مریم گلی به ترکیب فیلم‌ها، پیک‌های جدید مبنی بر وجود ترکیبات آروماتیک (C-H) و (C=C) موجود در اسانس مریم گلی موجود در ساختار فیلم تولیدی ایجاد شد. نتایج SEM به دست آمده از فیلم مورد نظر، نشان می دهد که فیلم حاوی صمغ و اسانس به طور نسبی ساختار منسجمی دارد که خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن را توجیه می کند.

در این پژوهش با توجه به نتایج آزمون‌های مربوط به اکسایش روغن، فیلم حاوی ppm ۵۰۰ اسانس به عنوان فیلم بهینه انتخاب شد که نتایجی تقریبا برابر با آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ داشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اسانس مریم‌گلی به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی، توانایی واکنش با رادیکال‌های حاصل از اکسایش لیپیدها را داشته و موجب قطع واکنش‌های زنجیری و افزایش زمان اکسیداسیون کند و کاهش سرعت اکسایش خود به خودی می‌شود و می‌توان اسانس مریم گلی را به عنوان منبعی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی جایگزین آنتی‌اکسیدان سنتزی برای جلوگیری از اکسایش روغن‌ها و غذاهای حاوی روغن استفاده نمود.

٥- منابع

[1] Ghanbarzadeh, Babak., Oromiehie, Abd. alrasooul., Musavi, Mohammad., Razmi Rad, E., and Milani, J. 2006. Effect of Polyolic Plasticizers on Rheological and Thermal Properties of Zein Resins. Iranian Polymer Journal. Vol 15, pp: 779-787

[2] Ghasemlou, Mehran., Khaksar, Ramin., Mardani, Tohid., Shahniya, Maryam., and Rashedi, Hamid. 2012. Preparation and evaluation of biodegradable anti-microbial packaging based on corn starch. Iranian Journal of Nutrition and Food Technology, 7(5), pp: 115-123.

[3] Molavi, Homan., and Sedaghat, Naser. 2013. Starch-based biodegradable films. Second National Conference on Food Science and Technology, Islamic Azad University, Quchan Branch.pp: 1-6.

[4] Rezaei, Sevda., and Almasi, Hadi. 2017. Studying of the effect of nanoclay and citric acid on the physical and antioxidant properties of *Thyme* extract loaded starch-CMC active film. Journal of Food Industry Research, 27(1), pp: 85-98.

[5] Abbasi, Soleyman. and Rahimi, Soheiye. 2008. Introduction of unknown native plant gum: gum zedo. *Monthly Flour and Food Magazine*, 4, pp: 46-50.

[6] Fadavi, G. h., Mohammadifar, M., Zargarran, A., Mortazavian, A. and Komeili, R. 2013. Composition and Physicochemical Properties of Zedo Gum Exudates from *Amygdalus Scoparia*. *Carbohydrate Polymers*, 101, pp: 1074.

[7] Rahimi, Somayeh., and Abbasi, Soleyman. 2014. Determination of some physicochemical and gelling properties of Persian gum. Journal of Modern Science and Technology, 1(4), pp:18-23.

[8] Han, J. H. and Floros, J. D. 1997. Casting antimicrobial packaging films and measuring their physical properties and biodegradability of methylated-cornstarch/polt (vinyl alcohol) blend film. *Polymer Degradation and Stability*. 91, pp: 703-711.

[9] Belitz, H., Grosch, W. and Schieberle, p. 2009. Food Chemistry. 4th revised and extended ed., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp: 2-5.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

Engineering, 100, pp: 239-244.
[20] Casariego, A., Souza, B., Cerqueira.m M., Texeira, J., Cruz, Diaz, R., and Vicente, A. (2009). Chitosan0clay films properties as affected by biopolymer and clay micro/nanoparticales concentration. Food Hydrocolloids 23, pp: 1895- 1902.
[21] Tena, N., Garcia-Gonzalez, D.L. and Aparicio, R. 2009. Evaluation of Virgin Olive Oil Thermal Deterioration by Fluorescence Spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, pp: 10505–10511.
[22] AOAC 1990. Peroxide value of oils and fats. Method 965.33. In: Williams S, editor. Official methods of analysis. Washington (DC): AOAC.
[23] Seabury, k., 2002. The effect of antioxidants in preventing farther oxidation in TBA analysis. California state science fair. Project number, Jo 404.
[24] AOCS. 1993. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. AOCS Press, Champaign.
[25] Miliauskasa, G., Venskutonisa, P. R. and Beek, T. A.V. 2004. Screening of Radical Scavenging Activity of Some Medicinal and Aromatic Plant Extracts. *Food Chemistry*, 85, pp: 231-237.
[26] Tepe B, Donmez E, Unlu M, Candan F, Daferera D, Vardar-Unlu G, et al. 2004. Antimicrobial and antioxidative activities of the essential oils and methanol extracts of Salvia cryptantha (Montbret et Aucher ex Benth.) and Salvia multicaulis (Vahl). Food Chem;84(4):519-25.
[27] Alireza Yazdinejad and Mahmoud Malekzadeh. 2015. Antioxidant properties, total phenolic content, anthocyanin's and flavonoids of one year old (*Salvia viridis L.*) extracted from Zanjan. Journal of Zanjan University of medical sciences health, services Volume 23, Number 96, pp: 100-108.
[28] Amir Azizi and Kaveh Khosravi. 2019. Phytochemical and Antioxidant Activity of Purple *Salvia officinalis* Essential Oil and Its Application in Oxidative Stability of Sunflower Oil. Journal of Neyshabur University of Medical Sciences, Volume 6(4), pp: 46-61.
[29] Dashipour, A., Razavilar, V., Hosseini, H., Shojaee-Aliabasi, S., German, J. B., Ghanati, [10] Kritchevsky, D., Tepper, S.A. and Langan, J. 2010. Influence of Short- Term Heating on Composition of Edible Fats. *Journal of Nutrition*, 77, pp: 127-130.
[11] Tel, G., Ozturk, M., Duru, M. E., Harmandar, M. and Topcu, G. 2010. Chemical composition of the essential oil and hexane extract of Salvia chionantha and their antioxidant and anticholinesterase activities. *Food and Chemical Toxicology*, 48, pp: 3189-3193.
[12] Gao, J. J., Igalashi, K. and Nukina, M. 1999. Radical scavenging activity of phenylpropanoid glycosides in Caryopteris incana, *BiosSci Biotechnol Biochem*, 63(6), pp: 983-988.
[13] Salta, F. N, Mylona. A., Chiou, A., Boskou, G. and Andrikopoulos, N. K. 2007. Oxidative stability of edible vegetable oils enriched in polyphenols with olive leaf extract. *Food Science and Technology International*, 13(6), pp: 413–421
[14] Pourali, Manighe. 2015. Active antioxidant packaging and their role in enhancing nutrient shelf life. 23rd National Congress of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Quchan Branch. pp:1-8.
[15] Kumaran, A. and Karunakaran, R. J. 2006. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of Coleus aromaticus. *Food Chemistry*, 97, pp: 109-114.
[16] Zargari, Ali. 2015. Medicinal Plants, Volume 4, Issue 8, University of Tehran Publications, Tehran, pp: 65-61.
[17] Oses, J., Fabregat-Vazquez, M., Pedroza-Islas, R., Tomas, S. A., Cruz-Orea, A. and Mate, J. I. 2009. Development and characterization of composite edible films based on whey protein isolate and mesquite gum. *Journal of Food Engineering*, 92, pp: 56-62.
[18] Rhim, j. W., Lee, S. B., and Hong, S. I. 2011. Preparation and characterization of agar/clay nanocomposite Films: the effect of clay type. *Journal of food science,* 76, pp: 40-48.
[19] Byun, Y., Kim Y. T., and Whiteside, S. 2010. Characterization of an antioxidant polylactic acid (PLA) film prepared with α-tocopherol, BHT and polyethylene glycol using film cast extruder, *Journal of Food*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

K., Khakpour, M. and Khaksar, R. 2015. Antioxidant and Antimicrobial carboxymethyl cellulose films containing Zataria multiflora essential oil. *International Journalof Biological Macromolecules*, 72, pp: 606-613.

[30] Oleyayi, Amir., Ghanbarzadrh, Babak., Moayedi, Aliakbar., Poursani, Parisa., and Khatameyan, Masomeh. 2015. Production and investigation of nanostructures and physicochemical properties of biocomposite starch film containing TiO_2 nanoparticles. Quarterly Journal of Modern Food Technology, 2(8), pp: 87-101.

[31] Fabra M. J., Talens P., and Chiralt A. 2009. Microstructure and optical properties of sodium caseinate films containing oleic acid–beeswax mixtures, *Food Hydrocolloid*. 23 (3), pp: 676–683.

[32] Wu, H. X., Liu, C. H., Chen, J. G., Chang, P. R., Chen, Y. and Anderson, D. P. 2009. Structure and properties of starch/ zirconium phosphate nanocomposite films. *Carbohydrate Polymers*, 77, pp: 358-364.

[33] Fazel, Mohammad., Azizi, Mohammadhussein., Abbasi, Soleyman., and Barzegar, Mohsen. 2012. Study of the effect of Tragacanth, glycerol and oil on properties of the potato starch edible film. Journal of Food Science and Technology, 34(9), pp: 97-105.

[34] Beigzadeh Ghelejlu, S., Esmaiili, M., and Almasi H. 2016. Characterization of chitosan–nanoclay bionanocomposite active films containing milk thistle extract. International Journal of Biological Macromolecules 86, pp: 613–621

[35] Panahi, Marziyeh., Barzegar, Hasan., and Hojati, Mohammad. 2017. Production and characterization of edible starch film containing corm gum essential oil. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, Volume 6, Number 1, pp: 38-25.

[36] Tabari kochaksaraye, Fatemeh., Rezaei, Masoud., Aryayi, Peyman., ana Abdollahi, Mahdi. 2016. Evaluation of some physical and mechanical properties of carboxymethylcellulose and Tragacanth edible film. Iranian Journal of Food Science and Technology, 12(1), pp: 88-97.

[37] Xu, Y. X., Kim, K. M., Hanna, M. A. and Nag, D. 2005. Chitosan – starch composite film: preparation and characterization. Industrial Crops and Products, 21(2), pp: 185-192.

[38] Paluszkiewicz, C., Stodolak, E., Hasik, M., and Blazewicz, M. 2011. FTIR study of montmorillonite-chitosan nanocomposite materials. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 79, pp: 784-788.

[39] Siripatrawan, U., and Harte, B. R. 2010. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. Food Hydrocolloids, 24(8), pp: 770-775.

[40] Atarés, L., De Jess, C., Talens, P., Chiralt, A. 2010. Characterization of SPI-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. *Journal of Food Eng*ineering, 99, pp: 384–391.

[41] Laguerre, M., Lecomte, J. & Villeneuve, P. 2007. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: existing methods, new trends and challenges. Progress in Lipid Research, 46(5), pp: 244-282.

[42] Pan, Y., Zhu, J., Wang, H., Zhang, X., Zhang, Y., He, C., Ji, X. and Li, H. 2007. Antioxidant activity of ethanolic extract of Cortex fraxini and use in peanut oil. Food Chemistry, 103(3), pp: 913-918.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

Evaluation of physical, structural properties and antioxidant activity of edible film of potato starch, containing zedo gum and *salvia officinalis* essential oil and its effect on the oxidative stability of virgin olive oil

Pirouzifard, M. [1*], Ashrafi Yorghanlu, R. [2], Hemmati, H. [3]

1. Master of Food Science and Technology, Instructor of Food Industry Department of Urmia Girls' Technical School, West Azerbaijan University of Technology
M.Pirouzifard2016@yahoo.com
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Urmia Girls' Technical School, West Azerbaijan University of Technology.
3. Master of Food Science and Technology, Instructor of Food Industry Department of Urmia Girls' Technical School, West Azerbaijan University of Technology.

(Received: 2019/08/30 Accepted: 2020/09/07)

the aim of this study was to investigate some of the physicochemical and antioxidant properties of the active edible film prepared from starch and zedo gum and *salvia officinalis* essential oil and its effect on oxidative stability of olive oil. For this purpose, Edible films based on potato starch were prepared with two variables zedo gum at different levels (0.5%, 1% and 1.5% w/w) and *salvia officinalis* essential oil at three levels (0, 250 and 500 ppm). Spectrophotometric results indicate the formation of CH, CH_2 and CH_3 bonds between starch and zedo gum, as well as aromatic compounds of the essential oil of the *salvia officinalis* (C-H and C=C) bonds. With increasing concentrations of zedo gum and different concentration of *salvia officinalis* essential oil, the film thickness increased and increased the opacity and reduced light transmission rate of the films. Samples containing 1.5% zedo gum and 500 ppm essential oil of *Salvia officinalis* showed the highest thickness and opacity among other samples. As the essential oil concentration increased, the antioxidant properties of the films increased so that the sample containing 1.5% zedo gum and 500 µl of essential oil of the *salvia officinalis* had the highest antioxidant activity of 68.3%. The results of stability test against oxidizing virgin olive oil based on tests such as acid number, peroxide number and thiobarbituric acid showed a significant difference (P<0.05) between essential oil containing 500 ppm with a synthetic antioxidant (TBHQ). Due to its relatively good antioxidant activity, edible film prepared from starch and zedo gum and *salvia officinalis* essential oil plays a positive role in reducing the oxidation process of olive oil and can be a good alternative to the use of synthetic antioxidants.

Keywords: Potato Starch, *Salvia officinalis* essential oil, Virgin Olive Oil, Zedo Gum

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.179]

* Corresponding Author E-Mail Address: M.Pirouzifard2016@yahoo.com