

بررسی خصوصیات ساختاری و آنتی اکسیدانی فیلم زیست تخریب پذیر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز حاوی صمغ آلژینات و اسانس چوبک و تأثیر آن بر مقاومت اکسیداتیو روغن کره محلی

رقیه اشرفی یورقانلو^{1*}، هاله همتی²، نغمه فعال همدانی³

- 1- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، آموزشکده فنی دختران ارومیه، دانشگاه فنی و حرفه ای استان آذربایجان غربی، ارومیه، ایران.
- 2- مربی، گروه علوم و صنایع غذایی، آموزشکده فنی دختران ارومیه، دانشگاه فنی و حرفه ای استان آذربایجان غربی، ارومیه، ایران.
- 3- استادیار، گروه شیمی معدنی، دانشکده ولیعصر (عج)، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: 1397/07/01

تاریخ پذیرش: 1397/11/29

چکیده

در طی سالهای اخیر، فیلم‌های سنتزی و بیوپلیمری فعال مختلفی حاوی انواع آنتی اکسیدان های طبیعی و سنتزی طراحی شده و تأثیر آن‌ها بر روی افزایش پایداری اکسیداتیو محصولات غذایی مختلف به اثبات رسیده است. هدف از انجام این پژوهش، بررسی برخی از خصوصیات ساختاری و فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیلم زیست تخریب پذیر تهیه شده از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز -حاوی صمغ آلژینات (Alginate) و اسانس چوبک (Acanthophyllum) و تأثیر آن بر مقاومت اکسیداتیو و روغن کره محلی بود. به همین منظور فیلم‌های بیونانو کامپوزیتی هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در سطوح (صفر، 1 و 5 درصد) و اسانس چوبک در سطوح (1، 3 و 5 درصد) تهیه شدند. بطور کلی نتایج حاکی از تاثیر بیشتر صمغ آلژینات نسبت به اسانس چوبک بر خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم‌ها بود. با افزودن آلژینات میزان انحلال پذیری در آب و نفوذپذیری به بخار آب (WVP) نسبت به فیلم خالص HPMC به طور معنی داری کاهش یافت ($p < 0/05$) که کمترین میزان نفوذپذیری به بخار آب به فیلم کامپوزیتی 5% EO-AL1.5% HPMC تعلق داشت که برابر $3/38 \times 10^{-10} \text{g/m.h.Pa}$ بود. با افزودن آلژینات بر میزان ضخامت و کدورت فیلم‌ها افزوده شد. همچنین با افزایش غلظت اسانس، خاصیت آنتی اکسیدانی فیلم‌ها افزایش پیدا کرد به طوری که فیلم‌های حاوی 1، 3 و 5 درصد اسانس گیاه چوبک به ترتیب برابر 40، 53 و 74 درصد خاصیت آنتی اکسیدانی بودند. ولی صمغ آلژینات اثر معنی داری بر روی خاصیت آنتی اکسیدانی فیلم‌ها نداشت. نتایج آزمون پایداری در برابر اکسیداسیون روغن کره محلی بر پایه آزمون رنسیمت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد تفاوت معنی داری 5% ($P < 0/05$) بین فیلم HPMC حاوی اسانس با غلظت 1 درصد با نمونه حاوی آنتی اکسیدان سنتزی (TBHQ) وجود ندارد. نمونه‌های فیلم حاوی اسانس چوبک به دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی مناسب تأثیر مثبتی بر کاهش روند اکسیداسیون روغن کره محلی داشته و می‌تواند جایگزین مناسبی برای استفاده از آنتی‌اکسیدان های سنتزی باشد.

واژه های کلیدی: اسانس چوبک، اکسیداسیون، روغن کره، فیلم هیدروکسی پروپیل متیل سلولز.

1- مقدمه

حجم بالای پسماندهای ناشی از مواد بسته بندی پلاستیکی در جهان از چالش‌های مساله ساز می‌باشد که می‌تواند با استفاده از روش‌های مناسب کاهش یابد. از جمله روش‌ها کاربرد بیوپلیمرهای زیست تخریب پذیر می‌باشد. (Shen et al., 2009). زیست تخریب پذیر بودن فیلم‌های خوراکی و نقش مؤثری که در کاهش آلودگیهای زیست محیطی دارند سبب شده است که اخیراً بسیاری از محققان به مطالعه‌ی ویژگیهای فیلمها و پوششهای خوراکی به عنوان مواد بسته بندی جدید و جایگزینی مناسب برای بسیاری از بسته بندی‌های پلاستیکی و فیلمهای پلیمری سنتزی روی آورند (Dainelli et al., 2008). در میان زیست پلیمرها، سلولز و مشتقاتش ترکیبات مناسبی هستند که برای ساخت فیلم‌های خوراکی به کار می‌روند، زیرا فاقد بو و مزه بوده و قابل تجزیه هستند. هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) نیز یکی از ترکیباتی است که به علت ساختار خطی آن ظرفیت بسیار عالی برای تشکیل فیلم دارد. این پلیمر دارای ویژگی‌های مناسب دیگری نیز می‌باشد. به عنوان مثال، فاقد سمیت بوده، بی‌بو و بی‌مزه است، هزینه تهیه پائینی دارد و سد بسیار خوبی در برابر اکسیژن، دی‌اکسید کربن و لیپید است، ولی به دلیل ساختار آب دوست آن نفوذپذیری بالایی به بخار آب دارند که یکی از مهم‌ترین مشکلات آن است. این مشکل را می‌توان به وسیله ترکیبات آب گریز مانند اسیدهای چرب، واکس‌ها، سورفاکتانت‌ها و رزین‌ها بهبود بخشید. عدم سمیت و قابلیت خوراکی بودن HPMC توسط سازمان European Parliament FDA تایید شده است. HPMC دارای خواص مناسبی برای ساخت فیلم است و فیلمی با استحکام مناسب ایجاد می‌کنند و فیلم حاصل از آن شفاف، بی‌بو، بی‌مزه، مقاوم به عبور روغن و قابل حل در آب است، اما نفوذپذیری بالایی به بخار آب دارد (Akhtar et al., 2013). از دیگر ترکیبات مناسب با پتانسیل بالا برای تشکیل فیلم‌های خوراکی آلژینات می‌باشد. آلژینات‌ها از اجزای ساختمانی دیواره سلولی

جلبک‌های قهوه‌ای از طبقه فئوفیسه (Phaeophyceae) هستند و دلیل اطلاق این نام به این گروه از این صمغ‌ها این است که از مشتقات اسید آلژینیک هستند. آلژینات‌ها در اثر حرارت به سرعت منعقد نمی‌شوند و با سرد کردن نیز تشکیل ژل نمی‌دهند (Andrea et al., 2013). فیلم حاصل از آلژینات‌ها کاملاً براق و محلول در آب بوده و سبب حفظ آروما، طعم، مزه، رنگ، افزایش ارزش افزوده و ارزش غذایی محصول مانند حفظ ویتامین و اسیدهای آمینه ضروری بدن، جلوگیری از فعالیت آنزیم‌ها و کاهش ضایعات می‌شود. فیلم‌های آب‌دوست آلژینات عایق ضعیف رطوبت هستند اما استفاده از سدیم در فرمولاسیون فیلم، نفوذپذیری به بخار آب (WVP) این فیلم‌ها را کاهش داده و آن‌ها را در آب نامحلول می‌سازد (Embucado and Huber, 2009). با وجود پیشرفت‌های نوین در صنعت غذا، به منظور افزایش ایمنی و عمر انبارمانی محصولات، همچنان بیماری‌ها و فساد میکروبی ناشی از غذا و نیز ترکیبات نامطلوب حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها از نگرانی‌های اصلی در زمینه کیفیت و ایمنی غذایی محسوب می‌شود. ممانعت از رشد میکرو ارگانیسم‌های بیماری‌زا و عامل فساد در مواد غذایی معمولاً از طریق نگهدارنده‌های شیمیایی بدست می‌آید. این مواد شیمیایی به عنوان ترکیبات ضد میکروبی که رشد میکرو ارگانیسم‌های نامطلوب را مهار می‌کنند، عمل می‌کنند. باقیمانده برخی از مواد شیمیایی با ایجاد سرطان ارتباط دارد افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی برخی از باکتری‌های پاتوژن مواد غذایی از نگرانی‌های دیگر است با افزایش آگاهی مصرف کنندگان از عوارض سوء نگهدارنده‌های شیمیایی بر سلامت انسان، گرایش آن‌ها در به کارگیری نگهدارنده‌های طبیعی به ویژه اسانس‌های گیاهی در فرآورده‌های غذایی فزونی بخشیده است (Sánchez González et al., 2011). چوبک گیاهی است که به خانواده میخک (Caryophyllacea) و جنس آکانتافیلوم (Acanthophyllum) تعلق دارد. بر اساس منابع موجود بیشتر این گونه‌ها در قسمت‌های شرقی ایران استان

و به خصوص مارگارین که به عنوان جایگزین اصلی کره مطرح است، عدم وجود اسید چرب ترانس مزیت رقابتی کره محسوب می‌گردد. طبق تعریف استاندارد ملی ایران شماره 1254 روغن کره منحصر از شیر، خامه یا کره به وسیله روش‌هایی که منجر به حذف کامل آب و مواد جامد غیر چرب می‌گردد، بدست می‌آید و بر حسب ضرورت برای خنثی نمودن اسیدهای چرب آزاد از مواد قلیایی مجاز استفاده می‌شود. لذا هدف از انجام پژوهش حاضر تولید فیلم زیست تخریب پذیر بر پایه هیدروکسی پروپیل متیل سلولز حاوی صمغ آلژینات و اسانس چوبک و بررسی اثر این ترکیبات بر خصوصیات ساختاری و آنتی‌اکسیدانی و بررسی امکان استفاده از اسانس چوبک در فیلم زیست خراب پذیر به عنوان ترکیبی طبیعی جهت بهبود پایداری اکسیداسیون و زمان ماندگاری روغن کره محلی می‌باشد. اثر این ترکیب بر پایداری اکسیداتیو روغن کره محلی بکر (بدون هیچ آنتی اکسیدانی) و آنتی اکسیدان سنتزی (TBHQ) مقایسه شده است.

2- مواد و روشها

2-1- مواد

در این پژوهش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، سدیم آلژینات، 2 و 2- دی فنیل-1- پیکریل-هیدرازیل (DPPH) از (سیگما- امریکا)، گلیسرول، توئین 80، آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ و کلسیم کلرید بدون آب از (مرک- آلمان)، اسانس چوبک (یاسوج- ایران) و روغن کره از بازار محلی ارومیه تهیه گردید.

2-2- روش تهیه فیلم

به منظور تهیه فیلم ابتدا 4 گرم پودر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در 50 میلی‌لیتر آب مقطر به مدت 2 ساعت در دمای C^0 65 با دور 1200 rpm هم زده شد. سدیم آلژینات نیز در سطوح 0/5 تا 1/5 گرم در 50 میلی‌لیتر آب مقطر به مدت یک ساعت در دمای C^0 40 با دور 1200rpm مخلوط گردید. سپس

خراسان (و نواحی مجاور آن) افغانستان و ترکمنستان شناسایی شده اند. قسمت‌های پایینی گیاه کاملاً چوبی، گل‌ها سفید، طولگک یاه 20-25 سانتیمتر، گلبرگ 5 عدد، نوک پهن و سفید و درانتها قرمزااست. ریشه گیاه چوبک منبعی سرشار از ساپونین ها می باشد به طوری که از مهمترین و فعال ترین ترکیبات موجود در آن محسوب شده و بر همین اساس بسیاری از تحقیقات قبلی انجام شده با محوریت این گیاه عمدتاً بر رویش ناسایی ساختار و تعیین ویژگی های فیزیوشیمیایی و بیولوژیکی آنها متمرکز بوده است. علاوه بر ساپونین، پلی ساکارید و ترکیبات صمغی محلول در آب (هیدروکلونید) نیز از دیگر ترکیبات با اهمیت بوده که وجود آن ها در ریشه گونه های مختلف این گیاه گزارش شده است. Azom, J. (and sakamoto, 2003). بنابراین تلفیق اسانس های روغنی با HPMC علاوه بر ایجاد خاصیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی در فیلم‌ها باعث کاهش نفوذپذیری به بخار آب به علت طبیعت آب‌گریز آن نیز می‌شود که این کار باعث کاربرد گسترده تر آن‌ها و افزایش مقبولیت این فیلم‌ها در صنعت غذا شده است (Krochta et al. 1997). طبق تعریف کمیسیون بین المللی کدکسکره فرآورده چربی است که منحصر از شیر به دست آمده باشد و باید دارای حداقل 80 درصد چربی، حداکثر 2 درصد ماده خشک غیر چرب و حداکثر 16 درصد رطوبت باشد. مطابق با اعلام دپارتمان کشاورزی ایالات متحده USDA (2010) یک قاشق سوپ خوری کره (14 گرم) دارای 420 کیلوژول (100 کیلو کالری) انرژی و 11 گرم چربی است که از این مقدار 7 گرم چربی اشباع و 30 میلی گرم کلسترول می باشد. مقادیر لاکتوز در کره بسیار جزئی است و لذا مصرف این فراورده برای مبتلایان به عدم تحمل لاکتوز مشکل ساز نیست (مرکز اطلاع رسانی تغذیه‌ای دپارتمان کشاورزی ایالات متحده آمریکا). با توجه به بالا بودن کلسترول و اسیدهای چرب اشباع عنوان می‌گردد که مصرف کره برای بیماران قلبی عروقی گزینه مناسبی نمی‌باشد اما در مقایسه با روغن های گیاهی هیدروژنه

شیب خط حاصل محاسبه گردید. از تقسیم شیب خط کاهش وزن مربوط به هر فالکون به سطح فیلم که در معرض انتقال بخار آب قرار داشت، آهنگ انتقال بخار آب WVTR و نفوذپذیری به بخار آب WVP طبق روابط زیر محاسبه گردید. (Muller et al., 2008)

رابطه (1-2)

$$WVTR = \frac{Slope}{A}$$

رابطه ی (2-2)

$$WVP = \frac{WVTR \times L}{\Delta P}$$

WVTR¹: آهنگ انتقال بخار آب (Kg/m² s)

L: ضخامت فیلم (m)

ΔP: اختلاف فشار بخار آب نسبی بر حسب پاسکال بین دو طرف فیلم

A: سطح فیلم (m²)

5-2- اندازه گیری حلالیت در آب

اندازه گیری حلالیت در آب طبق روش ریم و همکاران (2014) انجام پذیرفت. تکه هایی از فیلم به ابعاد 2×2 سانتیمتر مربع بریده شد و پس از توزین در 105°C⁰ به مدت 6 ساعت خشک و سپس وزن گردید (W₁)، در مرحله ی بعدی فیلم در 50 میلی لیتر آب مقطر غوطه ور و به مدت 6 ساعت در دمای 25 C⁰ با دور 250 rpm به هم زده شد. سپس محلول از کاغذ صافی واتمن شماره 4 عبور داده شد و در آخرین وزن (W₂) آن بعد از خشک کردن در آون بدست آمد.

درصد حلالیت با استفاده از رابطه ی زیر محاسبه گردید:

رابطه ی (4-2)

$$Solubility (\%) = \left(\frac{M_1 - M_2}{M_1} \right) \times 100$$

محلول هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و محلول سدیم آلزینات با همدیگر مخلوط شده و اسانس چوبک به میزان تعیین شده (1، 3 و 5 درصد) و گلیسرول به میزان 50% وزن پایه فیلم (2 گرم) به فرمولاسیون اضافه گردیدند. محلول آماده شده را به ظروف شیشه ای مستطیلی شکل در ابعاد 20×12 و ارتفاع 1 سانتی متر ریخته و به مدت 48 ساعت در دمای محیط گذاشته شد تا فیلم ها خشک شوند.

3-2- اندازه گیری ضخامت فیلم ها

برای تعیین ضخامت فیلم ها از میکرومتر (مدل Shoka-Gulf ساخت ایران) با دقت 0/01 mm استفاده شد. اندازه گیری در 5 نقطه ی مختلف فیلم انجام گرفت و سپس میانگین آن ها محاسبه شد (Hosseini et al., 2009). میانگین ضخامت محاسبه شده در تعیین مقاومت کششی و نفوذپذیری به بخار آب استفاده گردید.

4-2- نفوذپذیری نسبت به بخار آب WVP

اندازه گیری انتقال بخار آب بر اساس استاندارد ASTM E96-92 مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار از فالکون های مخصوص با قطر 2 cm استفاده شد. روی این فالکون ها منفذی به قطر 7 mm ایجاد شد. 10 میلی گرم کلسیم کلرید بدون آب در دمای 20 C⁰ و RH=100% داخل فالکون ها ریخته شد. قطعه ای از فیلم بریده شده روی درپوش فالکون قرار گرفته و درب فالکون بسته شد. سپس فالکون ها توزین شده و درون دسیکاتور حاوی 24 درصد آب نمک (NaCl)، در فشار بخاری معادل 1753/55 پاسکال و دمای 20C⁰ قرار گرفتند. به مدت 10 ساعت هر 2 ساعت یک بار وزن ویال ها اندازه گیری شد. مقدار بخار آب انتقال یافته از فیلم ها از روی کاهش وزن فالکون تعیین شد. منحنی کاهش وزن فالکون ها با گذشت زمان رسم شد و پس از محاسبه ی رگرسیون خطی،

6-2- عبور نور و شفافیت

ویژگی ممانعت کنندگی در برابر نور مرئی در فیلم‌ها با استفاده از روش یان و همکاران (2011) و با استفاده از دستگاه UV-Vis اسپکتروفوتومتر مدل UV-2100 ساخت آمریکا در طول موج تعیین شده اندازه‌گیری گردید. بدین منظور قطعات 4×1 سانتیمتری از فیلم‌ها بریده شده و ضخامت آن‌ها در 5 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.

رابطه‌ی (5-2)

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

در این معادله A600 میزان جذب در طول موج 600 نانومتر و X متوسط ضخامت فیلم بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

7-2- تعیین خاصیت آنتی‌اکسیدانی

توانایی از دست دادن اتم هیدروژن توسط ترکیبات فنولیک یا میزان بی رنگ کردن محلول بنفش 2 و 2- دی فنیل-1- پیکریل- هیدرازیل عصاره متانولی فیلم‌ها مورد سنجش قرار گرفت. در این آزمون از DPPH به عنوان ترکیبات رادیکالی پایدار استفاده گردید. میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل UV-2100 ساخت آمریکا در طول موج 517 nm ثبت شد. ظرفیت آنتی اکسیدانی فیلم‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Abdollahi et al., 2012).

رابطه‌ی (6-2)

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

Abs_{DPPH}: میزان جذب نمونه شاهد

Abs_{film extract}: میزان جذب نمونه حاوی اسانس

8-2- اندازه‌گیری خواص مکانیکی فیلم‌ها

آزمون تنش-کرنش یکی از پر کاربردترین آزمون‌های تعیین رفتار مکانیکی فیلم‌ها می‌باشد. آزمون‌های کشش با استفاده از دستگاه بافت سنج مدل TA.XT Plus, Stable Micro Systems UK و طبق استاندارد [ASTM D882](91-22) اندازه‌گیری شد (رضایی و الماسی، 1396). قبل از انجام آنالیز نمونه‌ها در دسیکاتور حاوی نیتراژ منیزیم (دمای 25 C⁰) به مدت 24 ساعت مشروط شدند. سپس از هر فیلم نمونه‌ای به شکل دمبل با ابعاد 8×0/5 cm بریده شد و در بین دو فک دستگاه قرار گرفت. فاصله اولیه بین دو فک و سرعت حرکت فک بالایی به ترتیب 30 و 0/833 میلی‌متر بر ثانیه معین و داده‌ها به کمک رایانه ثبت شد. فاکتورهای فاکتورهای اندازه‌گیری شامل مقاومت کششی و درصد ازدیاد طول تا نقطه پارگی می‌باشد. مقاومت کششی نماینگر حداکثر قدرت مقاومتی یک فیلم در برابر تنش کششی اعمال شده می‌باشد که با استفاده از حداکثر تنش در منحنی تنش-کرنش طبق رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

رابطه‌ی (9-2)

مساحت مقطع عرضی اولیه فیلم / حداکثر نیرو در لحظه پاره شدن = مقاومت کششی

رابطه‌ی (10-2)

طول اولیه نمونه بین دو فک / مقدار اتساع تا لحظه پارگی = درصد ازدیاد طول تا نقطه پارگی

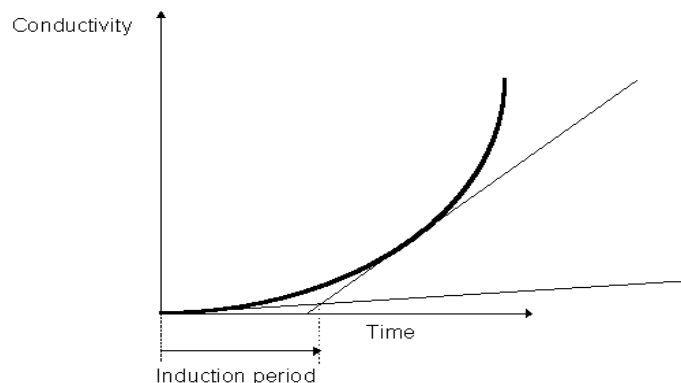
رابطه‌ی (11-2)

ضخامت اولیه فیلم × عرض اولیه فیلم = مساحت مقطع عرضی اولیه فیلم

9-2- آزمون میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM

بررسی ریز ساختار فیلم‌های تولیدی به وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی Tescan Vegan-3 (مدل JDM-35، ساخت انگلستان) موجود در دانشگاه علمی محقق اردبیل انجام پذیرفت. به منظور بررسی تاثیر افزودن صمغ سدیم آلزینات بر روی ریزساختارهای فیلم تولید شده، تصاویر میکروسکوپ الکترونی از سطح فیلم‌ها تهیه گردید. ابتدا فیلم‌ها به کمک چسب نقره بر روی پایه آلومینیومی چسبانده

زمان پایداری با استفاده از رنسیمت مدل Metrohm برای 10 گرم نمونه روغن و در دمای 110 درجه سانتی گراد اندازه گیری گردید. جریان از هوا (20 l/h) از نمونه روغن مورد نظر که به دمای 110 درجه سانتی گراد رسیده بود، عبور داده شد. گازهایی که در طول فرایند اکسید شدن همراه با هوا آزاد می شوند از یک ظرف حاوی آب دی یونیزه عبور داده شد. الکتروود موجود در این ظرف، برای اندازه گیری هدایت ویژه تعبیه شده است. پایان زمان پایداری هنگامی است که هدایت ویژه نسبت به زمان شروع، افزایش سریع پیدا می کند. زمان پایداری روغن بر حسب ساعت در 110 درجه سانتی گراد گزارش شد (تابعی و همکاران، 2008).



شکل 2-1- منحنی تعیین زمان پایداری روغن

چوبک و اثر متقابل اسانس و صمغ بر تغییرات ضخامت فیلم های خوراکی تولیدی موثر نبود ($p > 0/05$). مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزودن صمغ آلزینات از مقدار 0/5 تا 1/5 درصد بر ضخامت فیلم ها افزوده شد، به طوری که بیشترین ضخامت به فیلم های حاوی 1/5 درصد آلزینات در غلظت های مختلف اسانس تعلق داشت که برابر 173/33-172/66 میکرومتر بود و نسبت به فیلم شاهد با ضخامت 143/33 میکرومتر اختلاف معنی داری داشتند. قادرمزی و همکاران (1394) با بررسی اثر اسانس پونه کوهی بر ویژگی های فیلم خوراکی هیدروکسی پروپیل متیل سلولز گزارش دادند که اختلاف معنی داری بین ضخامت فیلم های بدون اسانس و

شدند. پایه ها در یک دستگاه پوشش دهنده/پاشنده تا نقطه بحرانی خشک شده و به مدت پنج دقیقه با طلا پوشش داده شدند. تصویربرداری از نمونه ها به وسیله ی میکروسکوپ الکترونی روبشی با کاربری 20 کیلووات، در بزرگنمایی 10000 برابر و قدرت تفکیک 2 mm انجام پذیرفت (Casariego et al., 2009).

10-2- تعیین پایداری اکسیداتیو

تعیین پایداری روغن ها و چربی ها در مقابل اکسیداسیون، به روش رنسیمت اندازه گیری می شود که اساس آن اندازه گیری محصولات حاصل از اکسیداسیون روغن ها و چربی ها است.

11-2- تجزیه و تحلیل آماری

در این مطالعه برای بررسی متغیرهای صمغ آلزینات در سطوح (صفر، 1 و 1/5 گرم) و اسانس چوبک (1 تا 5 ، 1) ، 3 و 5 درصد) از طرح آماری مرکب مرکزی CCD و مدل های مناسب آماری برازش شد. برای بررسی اثر خطی و بر همکنش متغیرها از نرم افزار SAS استفاده گردید. سطوح معنی داری داده ها در سطح احتمال 5% ($P < 0/05$) لحاظ گردید.

3- نتایج و بحث

3-1- ضخامت فیلم ها

نتایج نشان داد که فقط اثر صمغ آلزینات بر ضخامت فیلم های تولیدی معنی دار بود ($p < 0/05$)، در حالیکه اثر ساده اسانس

گلیسرول در فیلم بدون اسانس بدون هیچ مانعی می تواند حداکثر رطوبت را جذب خود کند و باعث افزایش ضخامت فیلم گردد. در حالی که داشپور و همکاران (2014) نشان دادند که با بکاربردن اسانس میخک در ساختار فیلم کربوکسی متیل سلولز، ضخامت فیلمها نسبت به انواع بدون اسانس افزایش معنی داری پیدا کرد.

فیلم ترکیب شده با اسانس پونه کوهی پس از خشک شدن وجود دارد. این محققین عنوان کردند که دلیل ضخامت کمتر فیلم حاوی اسانس به احتمال زیاد به خاطر قرار گرفتن اسانس در فضاهای خالی بین زنجیره های پلیمر است و بنا به ماهیت آبگریزی اسانس می تواند در جلوگیری از جذب رطوبت زیاد توسط گلیسرول ترکیب شده با فیلم نیز موثر باشد، درحالی که

جدول 3-1- مقایسه میانگین ویژگی های فیزیکوشیمیایی فیلم های HPMC حاوی مقادیر مختلف اسانس چوبک و صمغ آلزینات

نوع فیلم	ضخامت (μm)	حلالیت در نفوذپذیری به بخار آب	خواص نوری
		آب (%)	(عبور نور)
HPMC	149/06 ^c	51/65 ^a	38/429 ^a
HPMC-AL0.5%-EO1%	154/52 ^b	44/39 ^b	29/632 ^c
HPMC-AL0.5%-EO3%	157/63 ^b	42/41 ^{bc}	29/533 ^{bc}
HPMC-AL0.5%-EO5%	158/11 ^b	42/92 ^{bcd}	29/701 ^b
HPMC-AL1%-EO1%	158/17 ^b	40/47 ^{cd}	25/283 ^e
HPMC-AL1%-EO3%	158/52 ^b	38/18 ^d	25/682 ^e
HPMC-AL1%-EO5%	159/27 ^b	38/00 ^d	26/231 ^d
HPMC-AL1.5%-EO1%	170/95 ^a	28/63 ^e	24/705 ^g
HPMC-AL1.5%-EO3%	171/04 ^a	26/59 ^e	24/051 ^{fg}
HPMC-AL1.5%-EO5%	172/49 ^a	26/24 ^e	24/184 ^f

حروف غیر مشترک در هر ستون نشان دهنده معنی دار بودن در سطح $p < 0/05$ می باشد.

3-2- آزمون حلالیت فیلمها در آب

حلالیت در آب می تواند یکی از مهمترین خصوصیات برای فیلمهای خوراکی به دلیل مقاومت در برابر آب بویژه در محیط های مرطوب باشد. در واقع می توان گفت که حلالیت فیلمها در آب، تعیین کننده انتشار ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی از فیلمهای فعال است زمانی که برای پوشش مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرد (عبداللهی و همکاران، 2012). طبق نتایج مشخص شد که مانند ویژگی ضخامت، در مورد حلالیت نیز صمغ آلزینات تاثیر بیشتری نسبت به اسانس داشت. مقایسه میانگین نتایج حلالیت در آب نشان می دهد که بین فیلمها اختلاف معنی داری وجود دارد ($p < 0/05$). همان

طور که مشاهده می شود بیشترین میزان حلالیت مربوط به فیلم HPMC خالص با مقدار 51/65 % بود و با افزودن مقادیر مختلف صمغ آلزینات به فرمولاسیون فیلم ها، از میزان حلالیت آنها بطور معنی داری کاسته شد بطوریکه کمترین میزان حلالیت به فیلم کامپوزیتی HPMC-AL1.5%-EO1% تعلق داشت که برابر 26/24 % بود (جدول 3-1). با افزایش میزان صمغ آلزینات به دلیل برهمکنش های بین مولکولی با HPMC ساختار فیلم فشرده و منسجم تر شده و خاصیت کریستالی آن افزایش می یابد در نتیجه انتشار مولکولهای آب به درون پلیمر کاهش یافته که مجموعه این عوامل سبب کاهش حلالیت فیلم های بر پایه HPMC با افزایش غلظت

آلژینات شده است (پریدا و همکاران، 2012). به طور کلی اگرچه اثر اسانس بر حلالیت معنی دار نبود ولی همان طور که مشاهده می شود در غلظت ثابتی از صمغ، افزودن اسانس منجر به کاهش حلالیت فیلم ها نسبت به نمونه شاهد شده است و با افزایش غلظت، بر میزان این تاثیر افزوده شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که با به کار بردن ترکیبی از صمغ و اسانس در ساختار فیلم حلالیت آن بطور قابل توجهی کاهش نشان می یابد. این پدیده مربوط به اینترکشن بین ترکیبات اسانس و گروه های هیدروکسیل زنجیره های HPMC است که منجر به افزایش خاصیت آبگریزی فیلم ها شده است. در همین راستا جاهد و همکاران (2017) با بررسی اثر اسانس مرزنجوش بخارایی و نانوفیبرهای سلولز و لیگنوسلولز در ساختار فیلم کیتوزانی مشاهده کردند که با افزودن 5% اسانس و 4% ترکیبات نانوفیبر (نسبت به ماده خشک) به ساختار فیلم های فعال، حلالیت آن ها بطور معنی داری نسبت به نمونه کنترل کاهش یافت که آن را به پیوندهای بین ترکیبات اسانس و زنجیره کیتوزان و در نتیجه افزایش آب گریزی فیلم ها نسبت دادند. داشپور و همکاران (2014) و لویز-متا و همکاران (2013) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

3-3- آزمون نفوذ پذیری به بخار آب (WVP)
میزان نفوذ پذیری به بخار آب در فیلم های خوراکی با نوع کاربرد آنها مرتبط است، به طوری که نمی توان هر نوع غذایی را با یک پلیمر یکسان بسته بندی نمود. بنابراین کاربرد بسیاری از فیلم های زیست تخریب پذیر ساخته شده از زیست بسپارها، به دلیل باز دارندگی نسبتا کم به بخارات آب، محدود است (پناهی و همکاران، 1396). نتایج حاکی از معنی دار بودن اثر مستقل صمغ آلژینات و همچنین اثر متقابل آن با اسانس چوبک بر تغییرات WVP فیلم ها بود ($p < 0/05$), در حالی که اثر مستقل اسانس بر این پارامتر معنی دار نبود ($p > 0/05$). همان طور که مشاهده می شود میزان نفوذ پذیری به بخار آب در فیلم خالص HPMC برابر

3-4- آزمون نوری فیلم ها (میزان شفافیت)

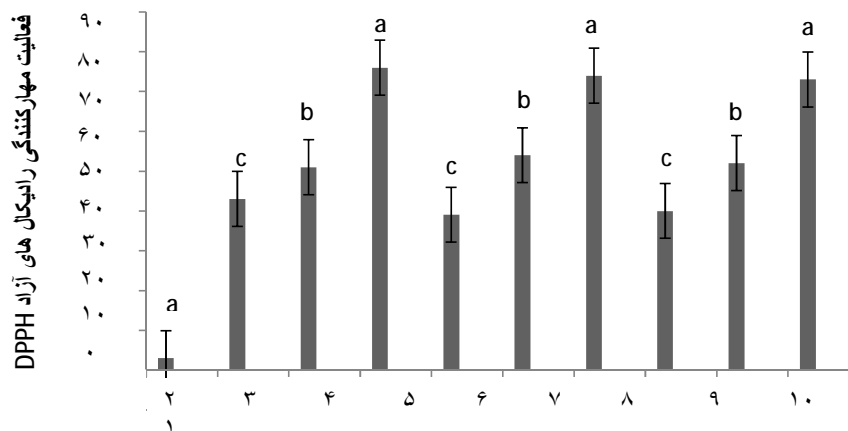
شفافیت فیلم از این نظر مهم است که می تواند تاثیر مستقیم بر ظاهر محصولات پوشش داده شده در صنعت بسته بندی

بگذارد. از سوی دیگر این شاخص می‌تواند بر سرعت اکسیداسیون لیپیدها و در نتیجه کیفیت مواد غذایی موثر باشد (گومز و همکاران، 2007). نتایج مربوط به میزان عبور نور فیلم‌ها که در طول موج 600nm اندازه‌گیری شد در جدول 3-1 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین میزان این پارامتر مربوط به نمونه فیلم خالص HPMC با مقدار 38/429 بود و با افزودن صمغ آلژینات در غلظت‌های مختلف بر میزان کدورت فیلم‌ها افزوده شد و میزان عبور نور کاهش نشان داد. این در حالی بود که افزودن اسانس سبب افزایش عبور نور و شفافیت بیشتر فیلم‌ها گردید که البته طبق نتایج بدست آمده، اثر صمغ آلژینات در جلوگیری از عبور طول موج 600nm به مراتب بیشتر از اثر افزایش عبور نور توسط اسانس بود. فابرا و همکاران (2009) گزارش دادند که خواص نوری فیلم‌های خوراکی به ساختار داخلی شبکه تشکیل شده در طول خشک کردن فیلم، قابلیت مخلوط شدن فازها، رنگ بخش‌های افزوده شده، نوع دیسپرسیون و اندازه ذرات پراکنده بستگی دارد. لازم به ذکر است که مفید بودن فیلم کدر یا شفاف بستگی به کاربرد آن در مواد غذایی مختلف دارد. برای مثال برای مواد غذایی پر چرب، به دلیل حساسیت بالا به اکسیداسیون فیلم با کدورت بالا مناسب تر است.

3-5- ظرفیت آنتی اکسیدانی فیلم‌ها

شکل 3-1 قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH را در فیلم HPMC فعال حاوی اسانس چوبک و صمغ آلژینات را نشان می‌دهد. همان طوره که انتظار میرفت، فیلم شاهد، از خاصیت آنتی اکسیدانی بسیار پایینی برخوردار بود (3 درصد)،

اما با افزودن اسانس چوبک، خاصیت مهارکنندگی رادیکال آزاد به شدت افزایش یافت. طبق نتایج به دست آمده در غلظت ثابتی از صمغ آلژینات، درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد فیلم‌های حاوی 1، 3 و 5 درصد اسانس گیاه چوبک به ترتیب برابر 40، 53 و 74 درصد بود و همانطور که مشاهده می‌شود با تغییر غلظت صمغ آلژینات در فرمولاسیون فیلم، تفاوت معنی داری در خاصیت آنتی اکسیدانی فیلم‌های HPMC ایجاد نشد ($p > 0/05$). بدین ترتیب فیلم‌های فعال حاوی 1 درصد اسانس و 0/5، 1 و 1/5 درصد آلژینات دارای فعالیت آنتی اکسیدانی به ترتیب برابر 39/78، 40/03 و 40/06 درصد بودند که با افزایش اسانس تا غلظت‌های 3 و سپس 5 درصد فعالیت آنتی اکسیدانی تا حدود 53/9-50/98 و 74/69-74/52 درصد افزایش پیدا کرد که در غلظت ثابت اسانس اختلاف معنی داری بین داده‌ها مشاهده نگردید (شکل 3-1). در تحقیقات مشابهی رضایی و الماسی (1396) تأثیر نانو رس و اسید سیتریک را بر روی خواص فیزیکی و آنتی اکسیدانی فیلم فعال نشاسته-CMC حاوی عصاره آویشن مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که با افزودن 5% عصاره در فیلم‌ها، بالاترین فعالیت مهارکنندگی در بین تیمارها بدست آمد که برابر 64% بود. همچنین آن‌ها مشاهده کردند که با افزودن نانو رس و اسیدسیتریک در غلظت‌های مختلف، خاصیت آنتی اکسیدانی فیلم حاوی عصاره، به طور 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 آنتی اکسیدانی بیان کردند.

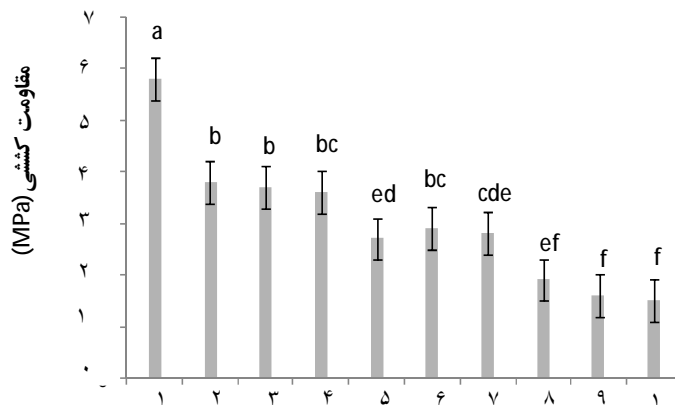


شکل 3-2- اثر اسانس چوبک و صمغ آلزینات بر خاصیت آنتی اکسیدانی فیلم های بر پایه HPMC

3-6- آزمون مقاومت کششی

نکرد ($p > 0/05$) اگرچه بصورت ترکیبی با صمغ اثر کاهش بر مقاومت کششی فیلم ها در مقایسه با نمونه کنترل داشت. همانطور که اشاره شد اگرچه اثر مستقل اسانس بر مقاومت کششی معنی دار نبود ولی بطور غیر مستقیم با کاهش نیروهای چسبندگی کل شبکه پلیمر و تضعیف پیوندهای بین آلزینات و پلیمر HPMC سبب کاهش مقاومت کششی فیلم ها می شود. همچنین ترکیبات فنلی اسانس، باعث کاهش چگالی شبکه فیلم و در نتیجه جابجایی آسانتر زنجیره های پلیمر تحت استرس های مکانیکی می شوند (اختر و همکاران، 2013). در همین راستا قادرمزی و همکاران (1394) گزارش دادند که در اثر افزودن مریم گلی به فیلم HPMC مقاومت کششی 3 برابر و مدول یانگ بیشتر از 2 برابر کاهش نشان داد. این محققین بیان کردند که هنگامی که غلظت اسانس زیاد باشد واکنش های ضعیفی بین پلیمر و اسانس روغنی ایجاد می شود و این امر باعث کاهش مقاومت کششی و درصد کرنش تا نقطه شکست رشته های پلیمر می شود در حالی که در غلظت های پایین تر این اتفاق کمتر رخ می دهد.

نتایج نشان داد که در بین متغیرها فقط اثر مستقل صمغ آلزینات بر استحکام کششی فیلم های HPMC معنی دار بود ($p < 0/05$)، ولی اثر اسانس به تنهایی و همچنین اثر متقابل این دو متغیر بر مقاومت کششی فیلم ها معنی دار نبود ($p > 0/05$). نتایج مقایسه میانگین اثر غلظت های مختلف اسانس بادرنجبویه و صمغ آلزینات بر میزان مقاومت کششی فیلم های HPMC در شکل 3-3 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود بیشترین میزان این پارامتر مربوط به فیلم HPMC خالص است که برابر 5/65 MPa بود. بکاربردن صمغ آلزینات و اسانس تاثیر منفی بر مقاومت کششی فیلم ها داشت به طوری که با افزودن 0/5، 1 و 1/5 درصد آلزینات در ترکیب با غلظت های مختلف اسانس، استحکام کششی به ترتیب تا 3/2-3/5 (حاوی 5-1 درصد اسانس)، 2/75-2/3 و 1/1-1/6 MPa کاهش یافت که اختلاف بین فیلم های حاوی مقادیر مختلف آلزینات از نظر این پارامتر معنی دار بود ($p < 0/05$). در حالیکه در غلظت ثابت صمغ، افزایش مقدار اسانس تغییر معنی داری در مقاومت کششی فیلم ها ایجاد

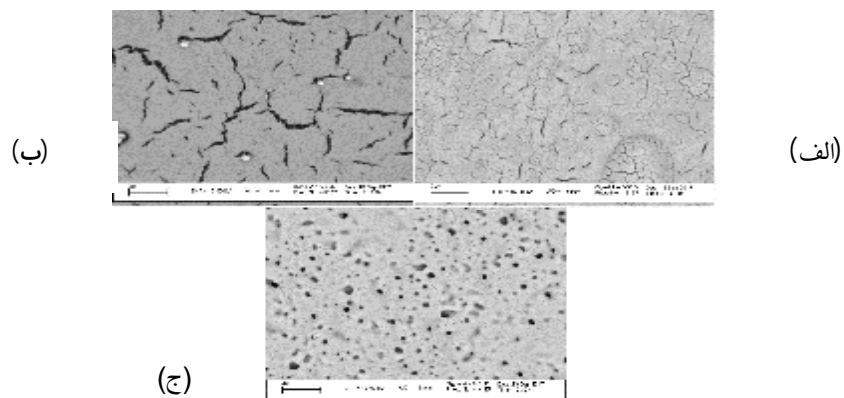


شکل 3-3- اثر اسانس چوبک و صمغ آلزینات بر مقاومت کششی فیلم های بر پایه HPMC

خوردگی هاو ریزتر شدن آن ها در اثر افزودن اسانس و آلزینات منجر به کاهش مقاومت مکانیکی فیلم ها می شود، بطوریکه نتایج استحکام کششی فیلم ها نیز این موضوع را تایید می کند. در واقع حضور اسانس باعث غیریکنواخت شدن ساختار پلیمر HPMC شده است که این حالت می تواند نتیجه فراریت ترکیبات اسانس (بی نظمی هایی از قبیل حباب های هوا و منافذ) و نیز اثر امولسیون روغن در آب در بستر فیلم HPMC باشد. علت ایجاد ترک خوردگی و بی نظمی زیاد بویژه در غلظت های بالاتر آلزینات نیز احتمالاً به دلیل توزیع غیر یکنواخت، عدم سازگاری آلزینات با پلیمر HPMC و در نتیجه افزایش زبری سطح فیلم ها و تخریب ریزساختار زیست پلیمرها باشد. در پژوهش آکوستا و همکاران (2013) نیز مشاهده شد که قطره های اسانس درون ساختار بسیاری نشاسته پراکنده شده و در نتیجه باعث ایجاد فیلمی با منافذ کوچک شد. با توجه به تحقیقات انجام شده و مقایسه آن با نتایج این تحقیق می توان نتیجه گرفت که صمغ آلزینات سازگاری مناسبی با پلیمر HPMC نداشته است و افزودن اسانس نیز بر افزایش این ناسازگاری و بی نظمی افزوده است در نتیجه تاثیر منفی بر ویژگی های مکانیکی فیلم ها گذاشته است بطوری که باعث کاهش مقاومت کششی و درصد کشش پذیری فیلم های HPMC شده است.

3-7- آزمون میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

جهت مشاهده و ارزیابی مورفولوژی فیلم ها و پلیمرها از تصاویر به دست آمده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) استفاده می شود. در مورد کامپوزیت ها و نانوکامپوزیت ها تصاویر SEM می تواند میزان همگن بودن، چروکیدگی سطح فیلم، توزیع یکنواخت نانوذرات و نانوفیبرها داخل شبکه پیوسته فیلم، وجود فضای خالی، جهت گیری تصادفی نانوذرات و وجود تجمع و تراکم این ذرات را نشان دهد. شکل 3-4 تصاویر SEM از سطح مقطع فیلم خالص HPMC و فیلم های کامپوزیت HPMC-AL1.5%-EO5% و HPMC-AL0.5%-EO5% را در بزرگنمایی 2 میکرومتر نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود فیلم شاهد دارای سطحی ناصاف با شکاف و ترک های نسبتاً درشتی است که منجر به زبر شدن سطح فیلم می شود. با افزودن 5 درصد اسانس بادرنجبویه و 0/5 درصد صمغ آلزینات (شکل 3-4؛ ج)، اندازه حفرات درشت تر و تعداد آن ها بیشتر شده است ولی اندازه ترک و شکاف ها کوچکتر و تعداد آن ها بیشتر شده است. در ادامه با افزودن مقدار آلزینات تا مقدار 1/5 درصد در غلظت ثابتی از اسانس چوبک، حفرات بسیار کمتر شده و تقریباً از بین رفته است ولی تعداد ترک و شکاف های بسیار ریز در سطح فیلم بطور قابل توجهی افزایش یافته است (شکل 3-4؛ ب). افزایش ترک



شکل 3-4- تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) الف) فیلم خالص HPMC ب) فیلم فعال HPMC-AL1.5%-EO5% و ج) فیلم فعال HPMC-AL0.5%-EO5%

8-3- تعیین پایداری اکسیداتیو نمونه های روغن کره

نتایج آزمایشات به شرح جدول ذیل می باشد.

جدول 3-3 - مقادیر پایداری اکسیداتیو نمونه های روغن در 110°C

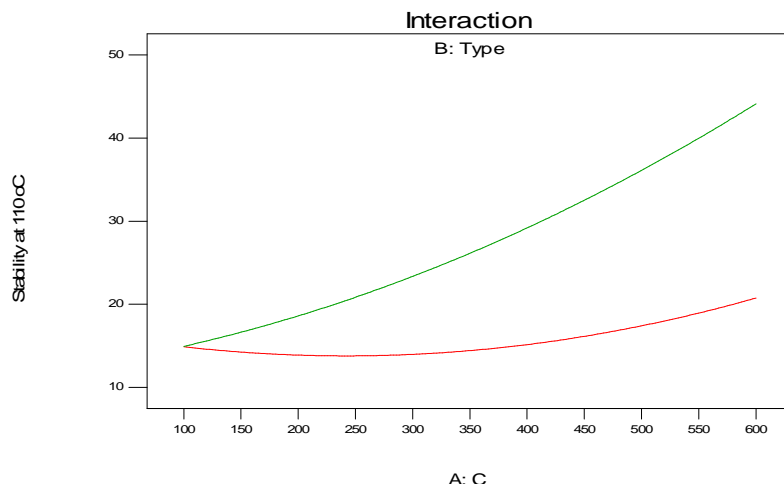
حاوی 1% اسانس A= حاوی 3% اسانس B= حاوی 5% اسانس C= (اسانس چوبک)، (T= TBHQ)

شماره نمونه	آنتی اکسیدان ppm	پایداری در 110 °C (ساعت)
شاهد	0	7/45
1	T	17/29
2	T	13/76
3	T	13/25
4	T	12/08
5	A ¹	23/11
6	A ¹	19/72
7	A ¹	22/63
8	A ¹	18/52
9	B ³	15/34
10	B ³	15/73
11	B ³	13/47
12	B ³	13/69
13	C ⁵	14/52
14	C ⁵	13/08
15	C ⁵	14/19
16	C ⁵	18/57
17	B ³	17/93
18	B ³	15/28
19	B ³	16/64
20	B ³	20/93

معادلات ذیل رابطه بین میزان پایداری اکسیداتیو نمونه‌های روغن در 110°C را با نوع و غلظت آنتی اکسیدان نشان می‌دهد:

$$R1 \text{ (Natural antioxidant)} = 16.96 - 0.026294 * C + 5.43E-05 * C^2$$

$$R2 \text{ (Sentetic antioxidant)} = 12.35438 + 0.020347 * C + 5.43E-05 * C^2$$



شکل 3--5 تاثیر نوع و غلظت آنتی اکسیدان‌ها بر پایداری اکسیداتیو روغن کره

آنتی اکسیدانی عصاره استخراجی از تفاله انگور مقادیر 50، 150، 250 و 350 پی پی ام عصاره به روغن خام سویا اضافه کردند. نتایج آنها در گزارش اعداد پر اکسیدوتیو باریتوریک در مدت زمان 13 روز نشان داد که غلظت 150 پی پی ام عصاره حاوی تانن تفاله انگور دارای فعالیت مناسبی در مهار اکسیداسیون روغن سویا بود و از نظر آماری تفاوت معنی داری بین سطوح 150، 250 و 350 پی پی ام مشاهده نشد. نتایج حاصل از غلظت های مذکور در مقایسه با آنتی اکسیدان های سنتزی با غلظن 200 پی پی ام از کارایی بالاتری برخوردار بودند. نگرو و همکاران (2003) عصاره تفاله انگور که حاوی تانن بود را در سطوح مختلف به روغن افزودند. آن‌ها غلظت‌های 10، 20، 40، 80 و 160 پی پی ام را انتخاب نمودند. مقدار فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره طبیعی 20/21، 47/55، 64/67، 73/5 و 87/47 و برای بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) معادل 76/74، 70/14، 48/79 و 79/22 و 87/14 درصد به ترتیب برای غلظت های 10، 20، 40، 80 و 160 پی پی ام بود. نتایج مطالعات زندی و گوردون

ارزیابی پایداری اکسیداتیو یا دوره القایی به روش رنسیمت در 110°C نشان داد که افزایش غلظت هر دونوع آنتی اکسیدان میزان پایداری اکسیداتیو نمونه های روغن را افزایش داد (شکل 3-5). نمونه شاهد (روغن زرد بدون آنتی اکسیدان) کمترین زمان پایداری (7/97 ساعت) را نشان داد. تیمار 7 (آنتی اکسیدان طبیعی با غلظت 1 درصد) فعالیت آنتی اکسیدانی بیشتری نسبت به سایر نمونه ها داشت (22/63 ساعت). غلظت 1 درصد آنتی اکسیدان طبیعی مشابه اثر آنتی اکسیدان سنتزی در غلظت 200 پی پی ام می‌باشد که با نتایج مطالعات گلی و همکاران (2005) مطابقت دارد. نتایج آنها نشان داد که غلظت های مختلف ترکیبات فنولیک موجود در پوست پسته قادرند به خوبی روند اکسیداسیون را کند نمایند و اثر عصاره ها در غلظت آدرصد را مشابه اثر آنتی اکسیدان های سنتزی در غلظت 200 پی پی ام دانسته اند. تحقیقات زیادی در پایداری روغنهای خوراکی با آنتی اکسیدان های طبیعی از منابع گیاهی مختلف صورت گرفته است. روزبهان و همکاران (1387) به منظور بررسی خاصیت

تفاله انگور. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره 5، شماره 3، 69-74.

3. زندگی، پ.، گوردون، م. 1380. «فعالیت آنتی اکسیدانی پنج گونه بومی جنس سالویا». مجله کشاورزی دانشگاه تهران، دوره 3، شماره 1، 14-7.

4. قادرمزی، ر.، کرامت، ج.، گلی، س. ا. ح. 1395. ویژگیهای فیزیکی و آنتی اکسیدانی فیلم زیست تخریب پذیر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز حاوی اسانس میخک. نشریه پژوهش های صنایع غذایی، جلد 26، شماره 2، 145-159.

5. طبری کوچکسرای، ف.، رضایی، م.، آریایی، پ.، عبدلهی، م. 1395. ارزیابی برخی ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی فیلم خوراکی تهیه شده از کربوکسی متیل سلولز و کتیرا. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، جلد 12، شماره 1؛ 88-97.

6. پناهی، م.، برزگر، ح.، حجتی، م. 1396. تولید و ارزیابی خصوصیات فیلم خوراکی نشاسته ای حاوی اسانس صمغ بنه. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، جلد 6، شماره 1، 38-25.

7. Abdollahi, M., Rezaei, M., and Farzi, G. 2012. A novel bionanocomposite film incorporating rosemary essential oil and nanolay into chitosan. *Juornal of food Engineering*, 111: 343-350.
8. Akhtar, M. J., Jacquot, M., Jamshidian, M., Imran, M., Arab-Tehrany, E. & Desobry, S. 2013. Fabrication and physicochemical characterization of HPMC films with commercial plant extract: Influence of light and film composition. *Food Hydrocolloids*, 31: 420-427.
9. Andrea C.K., Bierhalz, Mariana A. da Silva, Herminio C. de souza, Mara E.M. Braga Theo G. 2013.

(1380)، حاکی از مشابهت تاثیر غلظت 0/02% آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ و 0/1% مریم گلی در به تاخیر انداختن اکسیداسیون می باشد.

4- نتیجه گیری

از آنجا که ارتباط مستقیم بین خصوصیات فیزیکی شیمیایی و ساختاری فیلمها وجود دارد، در این تحقیق خصوصیات ساختاری فیلم هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، با آزمون SEM مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به نتایج آزمونهای مربوط به اکسایش روغن فیلم حاوی 5% اسانس به عنوان فیلم بهینه که نتایج تقریبا برابر با آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ داشت انتخاب شد. مطابق با نتایج به دست آمده فیلم مورد نظر، به طور نسبی ساختار منسجمی دارد که خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن را توجیه می کند. بررسی خواص آنتی اکسیدانی گیاه چوبک نشان داد، که می توان این گیاه را به عنوان منبع جدیدی از آنتی اکسیدانها معرفی نمود و به عنوان جایگزینی برای آنتی اکسیدان های سنتزی در صنایع غذایی و دارویی استفاده نمود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که چوبک به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی، توانایی واکنش با رادیکال های حاصل از اکسیداسیون لیپیدها را داشته و موجب قطع واکنش های زنجیری، کند نمودن فرآیند اکسیداسیون و کاهش سرعت اکسیداسیون خود به خودی می شود.

5- منابع

1. رضایی، س.، الماسی، ه. 1396. مطالعه تأثیر نانورس و اسید سیتریک بر روی خواص فیزیکی و آنتی اکسیدانی فیلم فعال نشاسته -CMC حاوی عصاره آویشن. نشریه پژوهش های صنایع غذایی، جلد 27 شماره 1، 85-98.
2. روزبهان، ی.، علیپور، د.، برزگر، م.؛ عزیزی، م. 1387، فعالیت آنتی اکسیدانی ترکیبات فنولیک

- Food Process and preservation,33(6): 727-743.
19. Krochta, JM and De Muklder-Johnston CD. 1997. Edible and biodegradable polymer films. Food Technology and Nutrition, 51: 61-74.
 20. Negro, C., Tomassi, L., Miceli, A. 2003. Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. Bioreso. Technol, 87: 41-44.
 21. Penge, Y., Wu, Y., and Li, Y. 2013. Development of tea extracts and chitosan composite Films For active packaging materials. International journal of biological macromolecules.59: 282-289.
 22. Sánchez-González, L., Chiralt, A. González-Martínez, C. & Cháfer, M. 2011. Effect of essential oils on properties of film forming emulsions and films based on hydroxypropylmethylcellulose and chitosan. Journal of Food Engineering. 105: 246–253.
 23. Shen L, Haufe J and Patel MK. 2009. Product Overview and Market Projection of Emerging Bio-Based Plastics. Commissioned by European Polysaccharide Network of Excellence and European Bioplastics: the Netherlands. Food Technology & Nutrition, 43: 25-32.
 24. Rhim, J. W., and Kim, Y. T. 2014. Chapter 17 - Biopolymer-Based Composite Packaging Materials with Nanoparticles. In "Innovations in Food Packaging (Second Edition)" (.I. H. Han, Ed.). Academic Press. San Diego,39: 413-442.
 25. Muller, C. M. O., Yamashita, F., and Laurindo, J. B. 2008. Evaluation of the effects of glycerol and sorbitol concentration and water activity on the water barrier properties of cassava starch films through a solubility approach. Carbohydrate polymers, 72: 82-87.
 26. Dashipour A., Khaksar R., Hosseini H., Shojaee-Aliabadi S., Ghanati K. 2014. Physical, antioxidant and antimicrobial characteristics of carboxymethyl Kieckbusch. Influence of natamycin Loading methods on the Physical characteristics of alginate active Films. The journal Of supercritical Fluid; 76, 74-82.
 10. Azom, J. and sakamoto, M. 2003. Gellulosic system present in seed of plant. Trends in Glycocience and Glycotechnology; Juornal of food Engineering, 15: 1-14.
 11. Casariego, A., Souza, B., Cerqueira.m M., Texeira, J., Cruz, Diaz, R., and Vicente, A. 2009. Chitosan/clay films properties as affected by biopolymer and clay micro/nanoparticales concentration. Food Hydrocolloids, 23: 1895- 1902.
 12. Changdao, M., Jimin, G., Xinying, L., Wei, L., Defu, L. 2012. Preparation and properties of dialdehyde carboxymethyl cellulose crosslinked gelatin edible films. Food Hydrocolloids., 27: 22-29.
 13. Daineli, D., Gontard, N., spyropoulos, D., Zondervan van den Beuken, E., and Tobback, P. 2008. Active and intelligent food packaging: legal aspect and safety concerns. Trends in food science and Technology. 19; S103-S112.
 14. Embuscado ME and Huber KC. 2009. Edible Films and Coatings for Food Applications New York. Springer Dordrecht Heidelberg. 65: 76-84.
 15. Fabra, M.J., Talens, P., Chiralt, A. 2009. Microstructure and optical properties of sodium caseinate films containing oleic acid-beeswax mixtures. Food Hydrocoll, 23 (3) ; 676–683.
 16. Gomez-Guillen, M.C., Ihl, M., Bifani, V., Silva, A., P. 2007. Montero, Edible films made from tuna-fish gelatin with antioxidant extracts of two different murta ecotypes leaves (Ugni molinae Turcz). Food Hydrocoll, 21: 1133–1143.
 17. Han, j. H. 2014. Chapter Edible Films and Coatings: A Review. In Innovations in Food Packaging Second Edition, pp 12: 213-255.
 18. Hosseini, M., Razavi, S., Mousavi, M. A. 2009. Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils. Journal of

antimicrobial and antioxidant properties of chitosan films incorporated with carvacrol, *Molecules. Food Technology and Nutrition*, 18: 13735–13753.

cellulose edible film cooperated with clove essential oil, *Zahedan Journal. Res. Med. Sci*, 16 : 34-42.

27. López-Mata M.A. Ruiz-Cruz S., Silva-Beltrán N.P. 2013. Physicochemical,

Study Investigate Physicochemical and Antioxidant Properties of Biodegradable Film Prepared from Hydroxy Propyl Methyl Cellulose Containing Alginate and Essential Oil of *Acanthophyllum* and Its Effect on Oxidative Resistance of Local Butter Oil

Roghayyeh Ashrafi Yourghanloo¹, Haleh Hemmati², Naghmeh Faal Hamedani³

1-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Urmia Girls' Technical College, Technical and Vocational University of West Azerbaijan Province, Urmia, Iran.

2-Instructor, Department of Food Science and Technology, Urmia Girls' Technical College, Technical and Vocational University of West Azerbaijan Province, Urmia, Iran.

3-Department of Chemistry, Faculty of Valiasr, Tehran Branch, Technical and Vocational University, Tehran, Iran.

Received:23/09/2018

Accepted: 18/02/2019

Abstract

In recent years, synthetic and biologically active antioxidant films contain a variety of natural and synthetic antioxidants have been designed and their effect on the oxidative stability of various food products has been proven. The aim of this study was to investigate some physicochemical and antioxidant properties of biodegradable film prepared from hydroxy propyl methyl cellulose containing *Acanthophyllum* alginate and its effect on oxidative resistance of local butter oil. For this purpose, bionanocomposite films contain hydroxy propyl methyl cellulose at levels (0,1 and 1.5%.) and essential oil(1,3 and 5%) were prepared. In general, the results indicated that alginate gum was more effective than Hawk's Essence on the physical and mechanical properties of films. By adding alginates, water solubility and water vapor permeability (WVP) decreased significantly compared to pure HPMC film ($p < 0.05$), with the lowest WVP content belonging to HPMC-AL1.5% -EO5% composite film Which was equal to $g / mhPa$ of $10.3 \times 10.3 / 3$. Adding the alginate increased the thickness and opacity of the films . Also, with increasing essential oil concentration, the antioxidant properties of the films increased, so that the films containing 1, 3 and 5% essential oil of lemon balm had 40, 53 and 74 percent antioxidant properties respectively. But ginger alginate did not have a significant effect on this property of the films. Results of the stability test against the oxidation of virgin olive oil were analyzed based on the Rensmet test. Results showed does not exist a significant difference of 5% ($P < 0.05$) between HPMC film containing essential oil at 1% concentration and synthetic antioxidant TBHQ . Due to its antioxidant activity, film samples containing Chojbak essential oil have a positive effect on reducing the process of oxidation of local butter oil and can be a good alternative to the use of synthetic antioxidants.

Keywords: *Acanthophyllum* Essence , Oxidation, Butter Oil, Hydroxy Propyl Methyl Cellulose Film

*Corresponding Author: Haleyeshab@gmail.com