



خواص فیزیکی، مکانیکی و ضد میکروبی فیلم زیست فعال کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس های زنیان و مورد و تاثیر آن بر ماندگاری گوشت بوقلمون

اکرم سادات فیاضی^۱، مهناز هاشمی روان^۲، نرجس جنتی ها^۳، مریم مصلحی شاد^{۴*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد-سازمان ملی استاندارد، کرج، ایران

۲- استادیار، گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین- ایران

۳- دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات علوم تغذیه و صنایع غذایی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران- ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۰۲

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۱۳

کلمات کلیدی:

اسانس زنیان،

اسانس مورد،

فعالیت ضد میکروبی،

بسته بندی،

فیلم خوراکی.

DOI: 10.52547/fsct.18.02.19

*مسئول مکاتبات:

mamoslehi@safa.iau.ir

بسته بندی های ضد میکروبی پتانسیل مناسبی جهت جلوگیری از میکروارگانیزم های بیماری زا و همچنین افزایش مدت ماندگاری محصولات گوشتی را دارا هستند. هدف از این پژوهش تعیین خواص فیزیکی، مکانیکی و میکروبی فیلم خوراکی کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس های مورد و زنیان (۰/۱٪، ۰/۳٪، ۰/۶٪ و ۱٪)، سپس انتخاب غلظت بهینه اسانس (۰/۶٪ و ۱٪) و بررسی اثر آن بر ویژگی های میکروبی و فیزیکی گوشت تازه بوقلمون طی مدت نگهداری در یخچال می باشد. نتایج نشان داد که استحکام کششی کاهش و درصد کشیدگی این فیلم ها افزایش معنی داری داشتند ($p < 0/05$). میزان جذب آب، محتوی رطوبت، حلالیت و میزان نفوذپذیری به بخار آب فیلم ها نیز با افزایش غلظت اسانس، کاهش معنی داری یافت. خاصیت ضد میکروبی با افزودن غلظت اسانس، افزایش یافت ($p < 0/05$). فیلم تهیه شده با اسانس زنیان، بیشتر از اسانس مورد از خود خاصیت ضد میکروبی نشان داده است. فیلم حاوی ۰/۶٪ زنیان موثر تر از فیلم حاوی ۱٪ زنیان بر جمعیت باکتریایی نشان می دهد در حالیکه فیلم حاوی ۱٪ زنیان اثر ضد میکروبی بیشتری بر کاهش میزان باکتری های کلی فرم و اشرشیاکلی از خود نشان داد. بنابراین فیلم حاوی اسانس توانست باعث افزایش مدت ماندگاری گوشت بوقلمون شود. بر اساس نتایج حاصل، استفاده از فیلم حاوی ۰/۶٪ زنیان به عنوان تیمار موثر در بسته بندی های ضد میکروبی توصیه می گردد.

۱- مقدمه

بسته بندی یا پوشش ماده غذایی نقش منحصر به فردی در ایمنی فرآورده غذایی و در نتیجه سلامت مصرف کننده ایفا می کند. بسته بندی های سنتزی متداولترین نوع بسته بندی مواد غذایی می باشد که آلودگی های زیست محیطی و وابستگی به نفت خام جهت تولید آنها توجه همگان را به فیلم های خوراکی جلب نموده است. بسته بندی های زیست سازگار بر پایه فیلم های خوراکی، به دلیل دارا بودن مواد طبیعی، قابلیت تجدید پذیری و عدم ایجاد آلودگی های زیست محیطی روز به روز از اهمیت خاصی برخوردار می شوند. فیلم و پوشش های خوراکی دارای مزیت هایی نسبت به بسته بندی های سنتزی می باشند. این پوشش ها می توانند به همراه محصول مصرف شده، آلودگی های زیست محیطی را کاهش دهند و حاملی برای ترکیبات مختلف باشند [۱].

تکنولوژی بسته بندی فعال یکی از روش های نوین در نگهداری مواد غذایی محسوب می گردد و به عنوان نوعی از بسته بندی که شرایط بسته را به منظور افزایش مدت زمان نگهداری و بهبود ایمنی یا ویژگی های حسی، تغییر دهد در حالیکه کیفیت فرآورده غذایی حفظ شود، تعریف می شود [۲]. بسته بندی های فعال به علت دارا بودن ترکیباتی که می توانند فساد مواد غذایی را به تعویق اندازند علاوه بر عملکرد اولیه بعنوان یک بسته بندی، امکان تولید فرآورده های غذایی ایمن با عمر انبارمانی بیشتر را فراهم می کنند [۳]. بسته بندی های فعال، علاوه بر داشتن ویژگی های بازدارندگی متداول بسته بندی های معمول (خواص بازدارندگی در برابر گاز ها، بخار آب و تنش های مکانیکی) حاوی مواد مختلفی مانند ترکیبات ضد میکروبی، آنتی اکسیدان ها، مواد جاذب اکسیژن و غیره نیز می باشند که می تواند باعث افزایش ایمنی، ماندگاری و ویژگی های حسی و ارتقا کیفیت نهایی مواد غذایی گردند [۴].

فیلم ها و پوشش های خوراکی را می توان به چهار گروه

پلی ساکاریدی، پروتئینی، لیپیدی و مرکب تقسیم کرد. فیلم های پلی ساکاریدی شامل آلژینات، پکتین، کاراگینان، نشاسته و مشتقات سلولز می باشند [۵،۶،۷].

در میان زیست پلیمرها، سلولز و مشتقاتش ترکیبات مناسبی برای ساخت فیلم های خوراکی می باشند، زیرا فاقد بو و مزه و قابل تجزیه می باشند. سلولز به علت ساختار شیمیایی خاص خود، بسیار کریستالی و نا محلول می باشد ولی کربوکسی متیل سلولز که از مشتقات سلولز است؛ محلول در آب بوده و به تنهایی فیلم های مستحکمی را تشکیل می دهد. [۸-۱۰].

اسانس های گیاهی خاصیت ضد میکروبی آنها مدتهاست که شناخته شده است و به عنوان طعم دهنده و نگهدارنده در صنایع غذایی و دارویی کاربرد دارند [۱۱-۱۲]. گیاه زنیان یک ادویه معطر است که از نظر طعم و مزه شبیه به گیاه دارویی آویشن است. بخش دارویی این گیاه را میوه تشکیل می دهد [۱۳].

مورد نیز گیاهی با خواص دارویی منحصر بفرد می باشد. این گیاه دارای ترکیبات حاوی تانن، فلاونوئید و فاقد آلکالوئید می باشد. مورد اثر ضد عفونی کننده داشته و از آن در مصارف داخلی و استعمال خارجی نیز می توان استفاده کرد [۱۴].

فیلم های کربوکسی متیل سلولز به آهستگی در آب حل می شوند و میزان حلالیت پائینی دارند. چون پیوندهای هیدروژنی بی شماری بین زنجیره های متیل سلولز وجود دارد، در حالیکه فیلم های حاوی پلی اتیلن گلیکول با وزن ملکولی ۴۰۰ خیلی سریع در آب حل می شوند، تشکیل پیوند هیدروژنی بین متیل سلولز و پلی اتیلن گلیکول ۴۰۰ باعث شکستن ساختار سه بعدی متیل سلولز و افزایش حلالیت آن در آب می شود [۱۵].

فیلم های پلی ساکاریدی استحکام کششی و درصد ازدیاد طول تا نقطه شکست (ETB)^۱ بیشتری نسبت به فیلم های سنتزی دارند. مقدار نرم کننده تاثیر زیادی روی خصوصیات فیلم داشته و استحکام کششی نهایی کاهش یافته و درصد ازدیاد طول تا نقطه

1. Elongation at break

شکست افزایش می‌یابد [۱۶].

در این تحقیق، کربوکسی متیل سلولز به عنوان پلیمر زیستی تشکیل دهنده فیلم بسته بندی حاوی اسانس مورد و زنیان و تاثیر آن بر گوشت بوقلمون مورد استفاده قرار گرفت و خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم حاوی اسانس‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد

کربوکسی متیل سلولز با وزن مولکولی متوسط ۴۱۰۰ از شرکت کارگام پارسیان، اسانس های مورد و زنیان از شرکت بارپج اسانس (کاشان)، امولسیفایرکننده توئین ۸۰ (مرک - آلمان)، گلیسرول ۷۸٪ (مرک - آلمان) و سیلیکاژل (پارسه-ایران) تهیه گردید.

۲-۲- روشها

۲-۲-۱- تهیه فیلم خوراکی کربوکسی متیل سلولز

برای تهیه محلول فیلم، ۲ گرم کربوکسی متیل سلولز در ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر ریخته شد سپس در دمای 70°C به مدت ۴۵ دقیقه به طور مستمر در حمام آبی مجهز به همزن مغناطیسی (German JULABO-F12، با سرعت ۷۰۰ دور در دقیقه هم زده شد و محلول شفاف و یکنواختی تهیه شد. ۱ میلی لیتر گلیسرول به عنوان پلاستیسایزر به آن اضافه شد. محلول فوق به مدت ۱۰ دقیقه در دمای 70°C هم زده و مخلوط شد. ۲۵ میلی لیتر از مخلوط تهیه شده در پلیت هایی از جنس آلومینیوم با قطر حدود ۱۵ میلی متر ریخته و در دمای 35°C به مدت زمان ۴۸ ساعت گرمخانه گذاری شد تا خشک شود. این فیلم به عنوان نمونه شاهد تهیه شد [۱۷].

فیلم های حاوی اسانس نیز با اضافه کردن غلظت های ۰/۱، ۰/۳، ۰/۶، و ۱ درصد (حجمی/حجمی) از اسانس های زنیان و مورد به طور جداگانه و همچنین توئین ۸۰ به محلول فیلم کربوکسی

متیل مطابق روش فوق الذکر تهیه شد [۱۸].

فیلم های تهیه شده (بدون اسانس و حاوی اسانس) در فویل آلومینیومی قرار داده شد و در دسیکاتور در دمای 25°C و رطوبت نسبی ۵۳٪ تا رسیدن به تعادل رطوبتی (وزن ثابت) و انجام آزمایش ها نگهداری شد. برای تامین رطوبت ۵۳٪ از دسیکاتورهای حاوی سیلیکاژل استفاده شد [۱۸]

۲-۲-۲- تعیین خواص فیزیکی فیلم

۲-۲-۲-۱- ضخامت فیلم

ضخامت فیلم با ریزسنج دستی (Lorentzen & Wetter, Stockholm, Sweden) با قدرت تفکیک ۰/۰۰۱ میلی متر به طور تصادفی در ۷ موقعیت تعیین و میانگین آن ها برای محاسبات استفاده شد [۱۸]

۲-۲-۲-۲- اندازه گیری رطوبت فیلم

ابتدا تکه های فیلم که رطوبت آن به تعادل رسیده، وزن شد و درون بوته چینی با وزن ثابت قرار گرفت. برای تعیین رطوبت، فیلم قبل و بعد از خشک شدن در آون ۱۱۰ درجه سلسیوس وزن شد. از سه بار تکرار برای هر تیمار فیلم در محاسبه رطوبت استفاده شد [۱۹].

۲-۲-۲-۳- اندازه گیری حلالیت فیلم در آب^۱

برای این کار تکه هایی از فیلم پس از توزین درون بشر حاوی ۵۰ میلی لیتر آب مقطر قرار داده شد. نمونه ها به مدت ۶ ساعت در دمای 25°C قرار گرفتند. سپس مخلوط فیلم و آب بر روی یک کاغذ صافی که قبلا به وزن ثابت رسیده و دقیقا توزین شده بود صاف شد. کاغذ صافی به همراه نمونه تا رسیدن به وزن ثابت در آون با دمای 110°C قرار داده شد [۲۰].

رابطه ۱

$$X_{100} = \frac{\left(\text{وزن خشک شده نهایی فیلم} - \text{وزن خشک شده اولیه فیلم} \right)}{\text{وزن خشک شده اولیه فیلم}} \times 100 = \text{درصد حلالیت}$$

۲-۲-۴- تعیین نفوذ پذیری به بخار آب (WVP)^۱

برای انجام آزمایش مقداری سیلیکاژل درون ظروف فلزی دایره‌ای مخصوصی با قطر ۶ سانتی‌متر و عمق ۱۰ سانتی‌متر ریخته شد. سپس قطعه‌ای از فیلم مورد آزمون به اندازه قطر درپوش ظرف بریده شد و در آن قرار داده شد. به این ترتیب به علت جاذب الرطوبه بودن سیلیکاژل رطوبت نسبی درون ظروف صفر درصد گردید. سپس ظروف با تمام محتویات توزین شد و داخل دسیکاتور حاوی محلول اشباع سدیم کلرید با رطوبت نسبی ۷۵٪ قرار داده شد. سپس وزن آن‌ها، در مدت زمان‌های معین (هر ۲۴ ساعت یکبار) تا زمانی که وزن ثابت گردید؛ اندازه‌گیری شد. میزان عبور بخار آب از فیلم‌ها بر اساس تغییرات وزن ظرف‌ها، محاسبه گردید. رطوبت در دو سمت فیلم در دمای °C ۲۵ منجر به شیب بخاری معادل ۱۷۵۳/۵۵ پاسکال می‌شود. تغییرات برای هر نمونه فیلم، یک ظرف فاقد سیلیکاژل، که توسط فیلم پوشانده شده بود به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. میزان نفوذپذیری بخار آب (WVP) با سه تکرار طبق رابطه ۲ ($\text{g/m.h.Pa} \times 10^{-9}$) گزارش می‌شود.

P = میزان فشار بخار آب اشباع، R_1 = رطوبت نسبی در دسیکاتور، R_2 = رطوبت نسبی در ظرف، X = ضخامت فیلم (m)، $P(R_1 - R_2)$ = فشار جزئی بخار آب که برابر ۱۷۵۳/۵۵ پاسکال می‌باشد [۲۱].

$$(WVP) = \frac{WVTR}{P(R_1 - R_2)} \quad \text{رابطه ۲}$$

۲-۲-۳- ویژگی‌های مکانیکی

ویژگی مکانیکی نمونه‌های فیلم با اندازه‌گیری استحکام کششی (TS)، درصد ازدیاد طول در نقطه پارگی (E) با استفاده از دستگاه کشش HOUNSFIELD مدل H10KS ساخت سوئیس ارزیابی شد. بدین ترتیب که ابتدا نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در رطوبت نسبی ۵۰٪ و دمای °C ۲۴ در یک اتاقک شرایط دهی قرار داده بودند. هر یک از فیلم‌ها به صورت

نوارهای مستطیل شکل با ابعاد $8 \times 2/5$ سانتی‌متر بریده و میان دو فک دستگاه قرار داده شد. فاصله بین دو فک ۶۸ میلی‌متر و سرعت حرکت فک متحرک ۵۰ میلی‌متر در دقیقه تنظیم شد. فیلم‌ها میان دو بازو کشیده شدند تا زمانی که نوار پلیمری پاره شود. نتایج با سه تکرار و بصورت نموداری ارائه شد [۲۲].

۲-۲-۴- اندازه‌گیری رنگ سطحی فیلم‌ها

برای اندازه‌گیری رنگ سطحی، فیلم‌ها بر روی یک پلیت سفید قرار داده شد. میزان رنگ آن‌ها با استفاده از دستگاه رنگ سنج اندازه‌گیری شد. برای محاسبه اختلاف رنگ نمونه با پلیت سفید با استفاده از داده‌های به دست آمده شامل فاکتور L^* ، a^* و b^* (پارامتر استاندارد) و فاکتور L ، a و b (پارامتر مربوط به نمونه) استفاده شد [۲۳].

رابطه ۳

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L)^2 + (a^* - a)^2 + (b^* - b)^2}$$

اختلاف رنگ فیلم‌ها
رابطه ۴

$$W_I = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}$$

اندیس سفیدی

۲-۲-۵- بررسی ریز ساختار فیلم به وسیله میکروسکوپ

الکترونی روبشی^۲

بررسی ریز ساختار نمونه‌های فیلم به وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی (Oxford Instruments INCA Penta FET× X3) انجام پذیرفت. به منظور بررسی تاثیر افزودن اسانس‌های مورد بررسی بر ویژگی‌های ریز ساختاری فیلم‌ها، تصاویر میکروسکوپ الکترونی علاوه بر سطح فیلم، از مقطع عرضی آن‌ها نیز گرفته شد. ابتدا فیلم‌ها به کمک چسب نقره بر روی پایه آلومینیومی چسبانده شدند. البته برای تصویر برداری از مقطع عرضی، پس از شکستن نمونه‌ها با فرو بردن آن‌ها در ازت

مایع، از سمت مقابل قسمت شکسته شده به پایه چسبانده شدند. به منظور پوشش دادن نمونه ها با طلا، پایه ها در یک دستگاه پوشش دهنده طلا (BAL-TEC AG, Balzers, Liechtenstein) تا نقطه بحرانی خشک شده و به مدت پنج دقیقه با طلا پوشش داده شدند. تصاویر با استفاده از ولتاژ شتاب دهنده ۲۰ کیلو وات در مورد فیلم شاهد (بدون پوشش) و از ولتاژ ۱۰ کیلو وات برای فیلم های دارای اسانس بزرگنمایی های مختلفی تهیه شدند [۱۷].

۲-۳- آماده کردن نمونه های گوشت بوقلمون و نحوه پوشش دادن

ابتدا گوشت بوقلمون به قطعاتی با وزن 25 ± 5 تقسیم کرده، تیمارها شامل گوشت پوشش داده شده با فیلم کربوکسی متیل سلولز فاقد اسانس (شاهد)، گوشت پوشش داده شده با فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی غلظت های ۰/۶٪ و ۱٪ حجمی/حجمی از اسانس زنیان، گوشت پوشش داده شده با فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی غلظت های ۰/۶٪ و ۱٪ حجمی/حجمی از اسانس مورد تقسیم شدند و در ظرف های یکبار مصرف در دار قرار داده شد. انتخاب غلظت های مورد استفاده از اسانس ها بر اساس خاصیت ضد میکروبی فیلم ها انجام شد. گوشت های بسته بندی شده در فیلم حاوی اسانس ها و شاهد (بدون اسانس) به یخچال با دمای 4°C منتقل شدند. سپس در روزهای صفر، اول، سوم، پنجم و هفتم ویژگی های میکروبی و اندازه گیری میزان pH مطابق استاندارد ملی بر روی آنها انجام شد [۲۴].

۲-۳-۱- آزمون های میکروبی

برای شمارش باکتریایی نمونه های گوشت، ابتدا ۱۰ گرم از نمونه گوشت در شرایط استریل با ۹۰ میلی لیتر پیتون واتر با کمک

همزن هموژن شد. از این محلول جهت تهیه رقت های متوالی استفاده گردید. بار باکتریایی کل^۱ و بار باکتریایی سرماگرا^۲ به روش پور پلیت در محیط کشت پلیت کانت آگار^۳ و به ترتیب در دماهای 30°C به مدت ۷۲ ساعت و $6/5^{\circ}\text{C}$ به مدت ۷ تا ۱۰ روز انجام شد. تعداد باکتری های کلی فرم^۴ به روش بیشترین تعداد احتمالی (MPN)^۵ انجام پذیرفت. علاوه بر آزمون های ذکر شده آزمون سالمونلا نیز بر روی گوشت بوقلمون انجام شد و نمونه ها فاقد سالمونلا بود [۲۹-۲۵].

۲-۳-۲- اندازه گیری pH

۱۰ گرم از نمونه گوشت سینه بوقلمون هموژن شده و با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط گردید و در نهایت pH نمونه با کمک دستگاه pH متر که در pH ۴ و ۷ استاندارد شده بود، اندازه گیری شد [۲۴].

۲-۴- روش تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به نرمال بودن توزیع داده ها برای مقایسه بین تیمارها از جداول تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد و سپس برای مقایسه میانگین ها از آزمون مقایسه میانگین دانکن (Duncan) در سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده گردید. برای این منظور از نرم افزار نسخه SPSS 22 استفاده شد.

۳- نتایج

۳-۱- بررسی ویژگی های فیزیکی فیلم ها

ویژگی های فیزیکی فیلم شاهد (بدون اسانس) و فیلم های دارای اسانس زنیان و مورد شامل ضخامت، مقدار رطوبت، درصد حلالیت و نفوذ پذیری به بخار آب در جدول ۱ آمده است.

1. Total bacterial counts
2. Psychrophilic Counts
3. Plate Count Agar
4. Coliforms
5. Most probable number technique

Table 1 Physical properties of Carboxymethyl Cellulose films formulated with different concentration of *Myrtus Communis* and *Trachyspermum Ammi* essential oil

Sample	WVP (g m ² day ⁻¹)	Solubility in water (%)	Moisture content (%)	Thickness (μm)
Mord 0.6	10.15±1.65 ^{ab}	0.12±1.01 ^a	0.17±1.35 ^a	55.96±3.163 ^{a*}
Zenian 0.6	9.59±1.28 ^{abc}	0.13±0.25 ^a	0.21±0.41 ^a	69.80±1.47 ^b
Mord 1	10.16±1.27 ^{ab}	0.10±1.56 ^a	0.08±0.01 ^a	35.00±0.11 ^c
Zenian 1	12.46±0.50 ^a	0.09±2.35 ^a	0.09±0.12 ^a	59.40±2.15 ^d
Mord 0.3	8.49±0.53 ^{bc}	0.19±1.41 ^a	0.17±0.69 ^a	44.00±1.02 ^e
Zenian 0.3	8.74±0.78 ^{bc}	0.19±0.78 ^a	0.18±8500 ^a	31.97±0.16 ^c
Mord 0.1	9.25±1.04 ^{abc}	0.40±1.25 ^a	0.25±0.01 ^a	36.67±2.02 ^c
Zenian 0.1	6.47±0.34 ^d	0.21±0.10 ^a	0.18±0.04 ^a	21.35±1.08 ^f
Control	10.64±1.41 ^{ab}	1.00±0.15 ^b	23.78±1.59 ^b	49.66±2.33 ^g

* Reported data average values ± standard error. Values within each column with different letters are significantly different (p<0.05).

۳-۱-۱- بررسی نتایج ارزیابی ضخامت فیلم های حاوی

اسانس

افزودن اسانس زنیان در غلظت های ۰/۶٪ و ۱٪ و مورد ۰/۶٪ سبب افزایش معنی دار ضخامت فیلم ها نسبت به فیلم شاهد شد (p<۰/۰۵). ضخامت فیلم ها در دامنه ۶۹/۸۰-۲۱/۳۵ قرار داشتند. بررسی نتایج نشان می دهد که ضخامت در هر دو اسانس در تمام غلظت ها اختلاف معنی داری با فیلم شاهد داشته است (p<۰/۰۵).

۳-۱-۲- بررسی نتایج میزان رطوبت فیلم های حاوی

اسانس

هنگامی که غلظت های اسانس های زنیان و مورد در فیلم از ۰/۱٪ تا ۰/۳٪ افزایش می یابد، محتوای رطوبت مربوط به این فیلم ها کاهش یافت. رطوبت فیلم شاهد از ۲۳/۷۸٪ در حضور ۱٪ از اسانس ها بصورت معنی داری کاهش نشان داده و به ۰/۰۸٪ و ۰/۰۹٪ به ترتیب در فیلم های حاوی ۱٪ مورد و ۱٪ زنیان رسید (p<۰/۰۵).

۳-۱-۳- بررسی اثر اسانس های زنیان و مورد بر

حلالیت فیلم ها

نتایج نشان داد اختلاف معنی داری در درصد حلالیت در آب، فیلم های دارای زنیان و مورد ۰/۱٪ نسبت به فیلم شاهد مشاهده شد (p<۰/۰۵) بیشترین کاهش در فیلم های دارای اسانس ۱٪ زنیان و سپس ۱٪ اسانس مورد مشاهده شد. میان اسانس های زنیان و مورد در هر غلظت در کاهش حلالیت تفاوت معنی دار بود (p<۰/۰۵).

۳-۱-۴- بررسی اثر اسانس های زنیان و مورد بر نفوذ

پذیری به بخار آب فیلم ها

فیلم حاوی غلظت ۱٪ و ۰/۱٪ زنیان اختلاف معنی داری با فیلم فاقد اسانس نشان داد (p<۰/۰۵). بیشترین نفوذ پذیری به بخار آب در فیلم حاوی ۱٪ زنیان و کمترین نفوذ پذیری به بخار آب در فیلم حاوی ۰/۱٪ زنیان مشاهده شد. بطور کلی می توان عنوان کرد که وجود هر دو اسانس در همه غلظت ها به استثنای فیلم دارای زنیان ۱٪ دارای کاهش معنی داری در نفوذپذیری نسبت به بخار آب در مقایسه با فیلم شاهد سبب گردید (p<۰/۰۵).

۳-۱-۵- بررسی ویژگی های مکانیکی (استحکام کششی

و ازدیاد طول) فیلم ها

جدول ۲ ویژگی های مکانیکی (استحکام کششی و ازدیاد طول) فیلم شاهد و فیلم های حاوی اسانس زنیان و مورد را نشان می دهد.

افزودن اسانس ها سبب کاهش مقاومت کششی در فیلم ها (به استثنای زنیان با غلظت ۰/۶٪) و افزایش درصد ازدیاد طول آنها (به استثنای فیلم های حاوی زنیان با غلظت ۰/۳٪ و ۱٪ و همچنین مورد با غلظت ۰/۳٪) و یا عدم تفاوت معنی داری نسبت به نمونه شاهد را نشان داد. بیشترین افزایش طول در فیلم دارای اسانس مورد با غلظت ۰/۱٪ و سپس ۱٪ مشاهده شد.

افزودن غلظت های اسانس های مورد و زنیان در فیلم از ۰/۱٪ تا ۱٪ باعث تغییر در میزان مقاومت به کشش مربوط به این فیلم ها شده است. مقاومت کششی فیلم از ۱۰/۶۰ تا ۲/۵۲ نیوتن در فیلم حاوی ۰/۳٪ اسانس زنیان و ۳/۹۳ در فیلم حاوی ۱٪ زنیان، به صورت معنی داری (p<۰/۰۵) کاهش یافت.

Table 2 Mechanical properties Carboxymethyl Cellulose films formulated with different concentration of *Myrtus Communis* and *Trachyspermum Ammi* essential oil

Sample	Elongation at break (%)	Tensile strength (MPa)
Mord 0.6	20.01±0.81 ^{ab}	10.01±0.76 ^{a*}
Zenian 0.6	21.62±2.02 ^{ab}	15.05±1.49 ^b
Mord 1	28.63±0.64 ^c	6.23±0.64 ^{ac}
Zenian 1	8.10±1.12 ^d	3.93±0.15 ^d
Mord 0.3	17.75±5.07 ^{abc}	2.46±0.46 ^d
Zenian 0.3	11.87±0.85 ^{cd}	2.52±0.24 ^d
Mord 0.1	39.68±8.11 ^e	10.78±4.26 ^a
Zenian 0.1	20.27±0.90 ^{ab}	7.48±0.44 ^{ac}
Control	20.70±1.90 ^{ab}	10.60±0.47 ^a

* Reported data average values ± standard error. Values within each column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

۳-۱-۶- مشخصه های رنگی

اسانس زنیان و مورد در فیلم از ۰/۱٪ تا ۱٪ افزایش می یابد، شفافیت (فاکتور I^*) از ۹۹/۵۹ تا ۹۹/۳ کاهش یافت. رنگ فیلم حاوی اسانس، با افزایش غلظت اسانس رو به سبزی (فاکتور a^* -) و زردی (فاکتور b^*) افزایش داشتند.

رنگ و شفافیت فیلم های خوراکی یکی از شاخص های بسیار مهم در افزایش میزان بازار پسنندی محصول است [۳۰]. با توجه به جدول ۳ نتایج نشان داد، هنگامی که غلظت های

Table 3 Effect of three concentration of *Myrtus Communis* and *Trachyspermum Ammi* essential oil on optical properties of Carboxymethyl Cellulose films

Sample	ΔE	b^*	a^*	I^*
Mord 0.6	2.41±0.96 ^{ab}	5.65±1.09 ^a	-2.53±0.36 ^a	99.65±0.61 ^a
Zenian 0.6	2.87±0.63 ^{ab}	8.60±1.28 ^b	-3.03±0.43 ^b	99.58±0.6 ^a
Zenian 1	5.82±0.79 ^c	13.14±0.74 ^c	-4.61±0.28 ^{bc}	99.35±0.42 ^a
Mord 0.3	3.37±1.23 ^{bc}	4.46±1.02 ^{ad}	-1.31±0.54 ^d	99.63±0.13 ^a
Zenian 0.3	2.29±0.93 ^{ab}	6.29±1.15 ^{ade}	-2.24±0.40 ^a	99.69±0.60 ^a
Mord 0.1	2.71±5.3 ^{ab}	7.01±1.21 ^{adf}	-2.48±0.41 ^a	99.73±0.76 ^a
Zenian 0.1	3.55±9.1 ^{bc}	4.29±0.86 ^{ad}	-1.57±0.29 ^d	99.59±0.51 ^a
Control	0	7.60±0.22 ^{adf}	-2.85±0.15 ^a	99.59±0.24 ^a

*Reported data average values ± standard error. Values within each column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

۳-۱-۷- بررسی ریز ساختار فیلم ها

نتایج حاصل از تعیین ریز ساختار از سطح مقطع در فیلم شاهد ۱ (a) نشان می دهد که فیلم فاقد اسانس دارای ساختار فشرده، صاف و ریز ساختارهای پیوسته و فاقد بی نظمی می باشد. در فیلم حاوی اسانس های زنیان با غلظت ۰/۶٪، غلظت ۱٪ و غلظت ۰/۱٪ و ۱٪ فیلم حاوی اسانس مورد، با افزودن اسانس سبب ایجاد ساختار ناهمگن در فیلم شده به ویژه زمانی که غلظت اسانس بیشتر می شود.

شکل ۱ تصاویر برش مقطع عرضی فیلم فاقد اسانس (a) و فیلم های دارای اسانس زنیان ۱/۰٪ (b)، اسانس مورد ۱/۰٪ (c)، اسانس زنیان ۰/۶٪ (d)، اسانس مورد ۰/۶٪ (e) را نشان می دهد. فیلم کربوکسی متیل سلولز خالص دارای سطح صاف و بدون حباب یا ترک بود، اما افزودن اسانس سبب ایجاد ناپیوستگی در ساختار آن گردید که در غلظت ۱٪ قطرات اسانس در هر دو نوع فیلم قابل مشاهده بود.

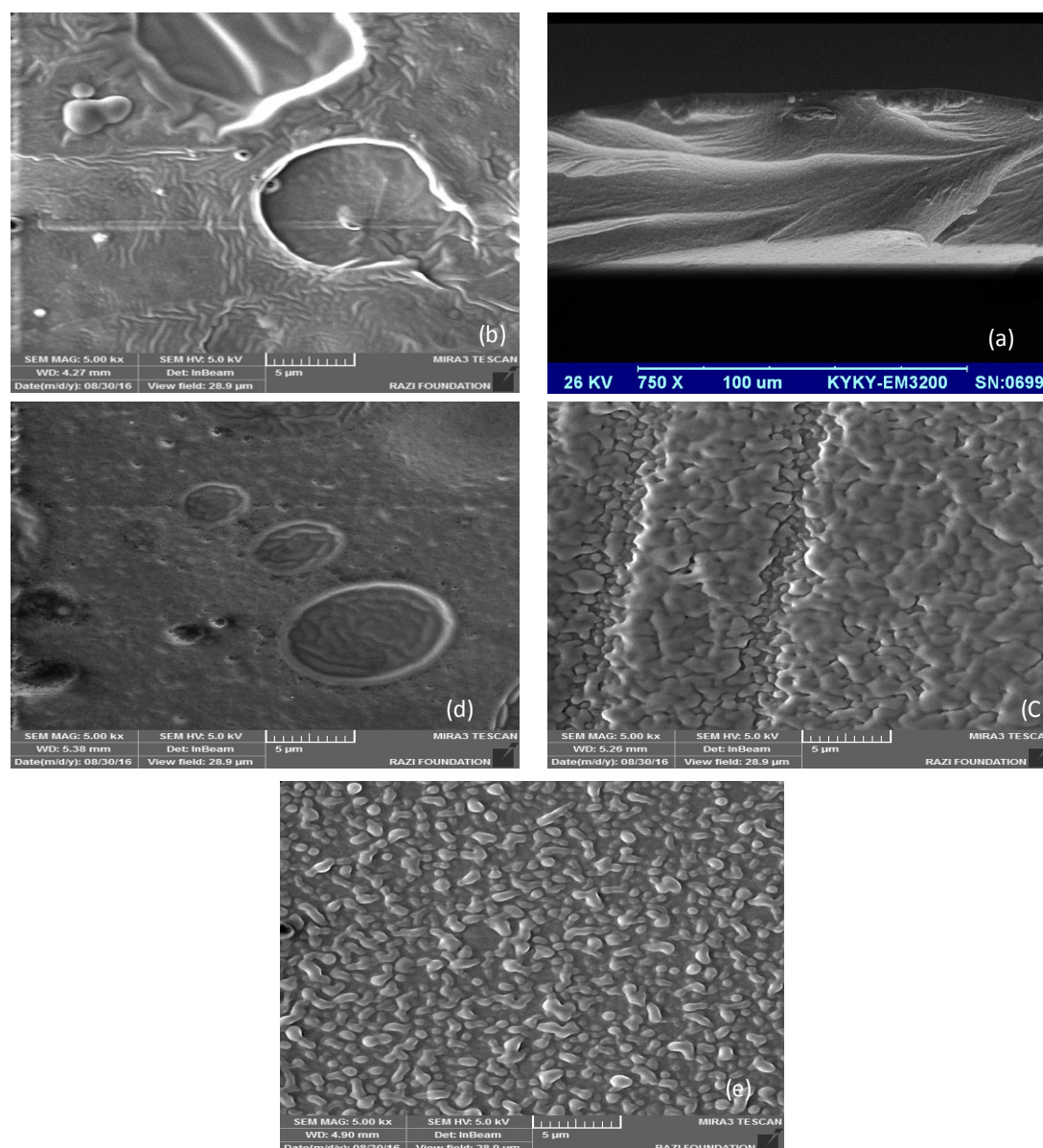


Fig 1 SEM micrographs of the films. (a) Control, (b) 1% *Trachyspermum Ammi*, (c) 1% *Myrtus Communis*, (d) 0.6 % *Trachyspermum Ammi*, (e) 0.6 % *Myrtus Communis*

استافیلوکوکس اورئوس کواگولاز مثبت، اشرشیاکلی و سالمونلا تایفی موریوم نشان داد که فیلم کربوکسی متیل سلولز خالص فاقد فعالیت ضد میکروبی بود، اما در حضور اسانس های مورد بررسی از رشد باکتری ها به ویژه در غلظت ۰/۶٪ و ۱٪ بطور قابل توجهی بازداری نمودند [۳۱].

۲-۳-آزمون های میکروبی

۱-۲-۳- خاصیت ضد میکروبی فیلم ها

جدول ۴ خاصیت ضد میکروبی فیلم های دارای اسانس را نشان می دهد.

بررسی فعالیت ضد میکروبی فیلم ها بر روی ۳ باکتری

Table 4 Antimicrobial activity of Carboxymethyl Cellulose films formulated with different concentration of *Myrtus Communis* and *Trachyspermum Ammi* essential oil

Sample	<i>S. typhimurium</i> (R)	<i>S. aureus</i> (R)	<i>E.coli</i> (R)*
<i>Myrtus Communis</i> 0.6	1.18	4.1	5.3
<i>Trachyspermum Ammi</i> 0.6	3.85	4.1	5.3
<i>Myrtus Communis</i> 1	0.11	4.1	5.3
<i>Trachyspermum Ammi</i> 1	3.85	4.1	5.3
<i>Myrtus Communis</i> 0.3	0.05	1.8	5.3
<i>Trachyspermum Ammi</i> 0.3	3.85	4.1	5.3
<i>Myrtus Communis</i> 0.1	-0.14	1.7	3.91
<i>Trachyspermum Ammi</i> 0.1	0.32	2.12	1.31
Control	Mean: 5.86	Mean: 5.70	Mean: 5.79

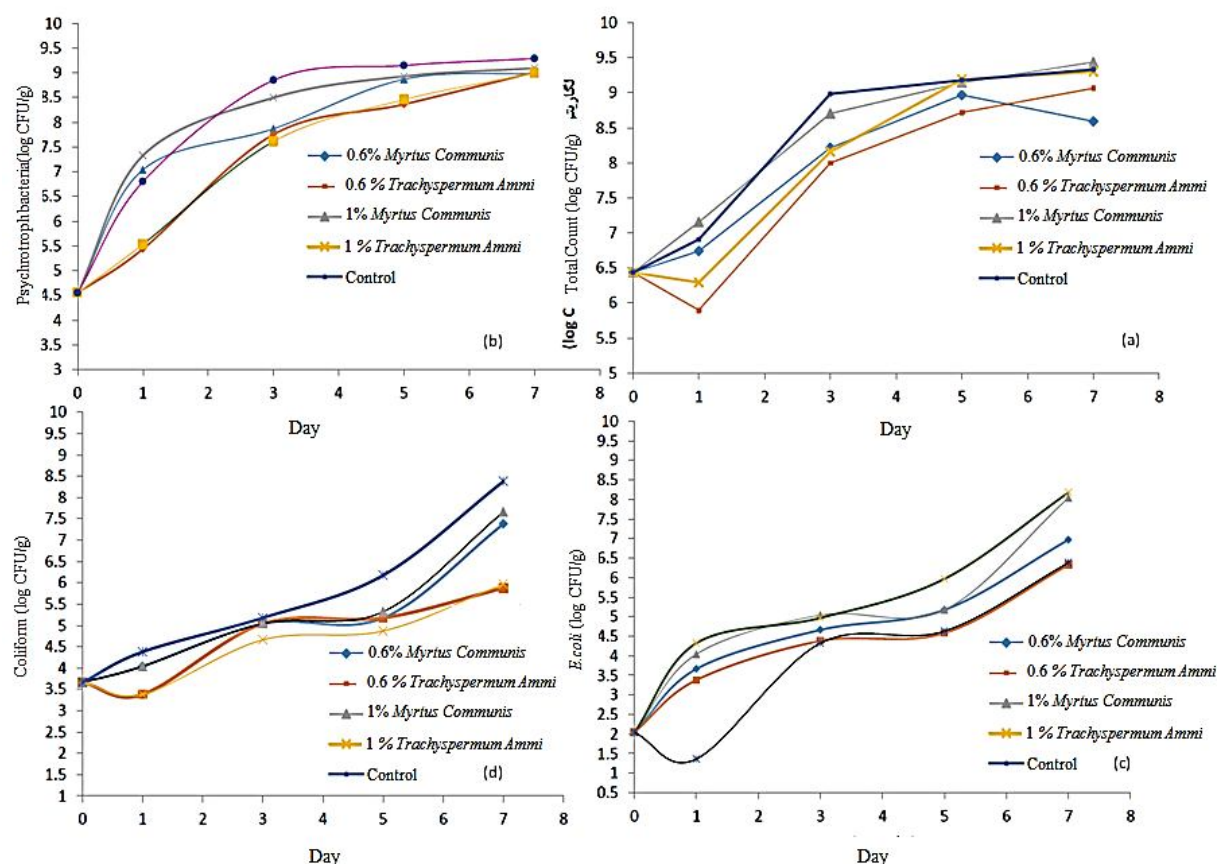
*R>3=High; 3>R>2=Medium; R<2=Low

سرما گرا، (c) میزان/اثرشیا کلی و (d) بار باکتریایی کلی فرم و در تیمارهای گوشت سینه بوقلمون نگهداری شده در دمای 4°C با گذشت زمان نشان می دهند.

۲-۲-۳- روند تغییرات رشد باکتریایی در تیمارهای

گوشت سینه بوقلمون

شکل ۲ (a) تغییرات بار باکتریایی کل، (b) تغییرات بار باکتریایی

**Fig 2** Changes in Total Viable Count (a), Psychrotroph bacteria (b), *E. coli*(c), and Coliform bacteria (d), in raw Turkey meat during storage.

بار باکتریایی کلی فرم در تیمارهای مختلف در طی زمان نگهداری در دمای 4°C در شکل ۲ (d) نشان داده شده است. تعداد بار باکتریایی کلی فرم ها در حضور فیلم های حاوی ۰/۶٪ و ۱٪ زنیان در روز اول روند کاهشی داشته است که این روند کاهشی نسبت به فیلم شاهد دارای اختلاف معنی داری می باشد ($p < 0/05$). این نتایج اثر بهتر فیلم حاوی مورد ۰/۶٪ در کاهش تعداد بار باکتریایی کلی فرم نسبت به مورد ۱٪ می باشد. تاثیر فیلم حاوی ۰/۶٪ زنیان در کاهش تعداد بار باکتریایی کلی فرم نسبت به فیلم حاوی ۱٪ دارای اختلاف معنی داری نمی باشد ($p \geq 0/05$).

۴-۳- نتایج اندازه گیری pH

شکل ۳ نشان دهنده تغییرات pH تیمارهای مختلف در طی زمان نگهداری در دمای 4°C می باشد. تغییرات pH در فیلم حاوی ۱٪ زنیان تا روز پنجم معنی دار نمی باشد ($p \geq 0/05$). نتایج نشان دهنده تغییرات کم pH در فیلم حاوی مورد ۰/۶٪ نسبت به فیلم حاوی ۱٪ مورد می باشد. کاهش تغییرات pH در فیلم حاوی ۰/۶٪ مورد نسبت به فیلم حاوی ۱٪ مورد می باشد. کاهش تغییرات pH در فیلم حاوی ۰/۶٪ مورد نسبت به فیلم حاوی ۱٪ مورد دارای اختلاف معنی داری می باشد ($p < 0/05$).

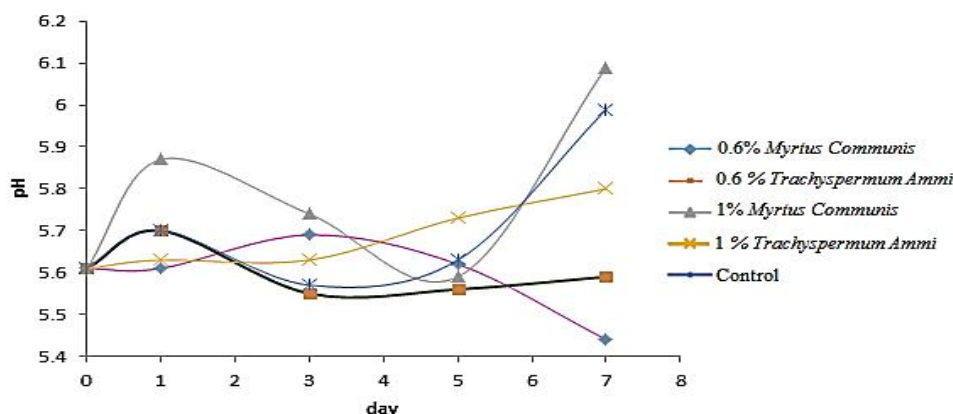


Fig 3 Effect of essential oil on pH of Turkey Meat during storage

میزان مواد جامد موجود در آنها است. البته نحوه قرارگیری مولکول های اسانس و توئین ۸۰ در فیلم نیز در افزایش ضخامت موثر است. فیلم های دارای اسانس به ویژه در غلظت ۱٪ دارای بافتی شبیه اسفنج فشرده می باشند که خود سبب افزایش

در همه تیمارها افزایش تعداد باکتری های مورد بررسی در طول دوره مشاهده گردید. روند افزایش در نمونه شاهد بطور معنی داری ($p < 0/05$) بیشتر از سایر نمونه ها به ویژه در روزهای آخر نگهداری بود بطوریکه تعداد کل باکتریای در روز صفر از $6/43 \log \text{cfu/g}$ به $9/33 \log \text{cfu/g}$ در روز هفتم رسید.

فیلم های حاوی ۰/۶٪ و ۱٪ زنیان کاهش تعداد بار باکتریایی نسبت به فیلم حاوی ۰/۶٪ مورد و شاهد (فاقد اسانس دارای اختلاف معنی داری می باشد) ($p < 0/05$). فیلم حاوی ۰/۶٪ زنیان بیشتر از فیلم حاوی ۱٪ باعث کاهش تعداد بار باکتریایی می شود. شکل ۲ (b) نشان دهنده روند افزایش تعداد بار باکتری های سرماگرا در طول مدت زمان نگهداری می باشد. تاثیر فیلم حاوی زنیان ۰/۶٪ در کاهش بار باکتریایی سرماگرا نسبت به فیلم حاوی ۱٪ زنیان دارای اختلاف معنی داری نمی باشند ($p < 0/05$). کاهش تعداد بار باکتریایی سرماگرا در فیلم های حاوی زنیان نسبت به فیلم های حاوی مورد و فیلم شاهد (فاقد اسانس) دارای اختلاف معنی داری ($p < 0/05$) می باشد.

شکل ۲ (c) تعداد باکتری های اشرشیا کلی در تیمارهای نگهداری شده در دمای 4°C را نشان می دهد. کاهش تعداد اشرشیا کلی در تمام فیلم های حاوی اسانس زنیان و مورد نسبت به فیلم شاهد اتفاق افتاده است.

۴- بحث

۴-۱- بررسی ویژگی های فیزیکی فیلم ها

افزایش ضخامت فیلم ها در حضور اسانس احتمالاً باعث افزایش

ضخامت نسبت به فیلم شاهد می شود [۳۲].

افزودن ۱٪ اسانس زنیان و مورد سبب کاهش معنی داری در میزان رطوبت فیلم ها گردید ($p < 0.05$). این کاهش به دلیل ماهیت آبرگری اسانس های مورد و زنیان بود. جذب رطوبت به دلیل گروه های هیدروکسیل موجود است که با آب پیوند برقرار می کند. این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش حسینی و همکاران در سال ۱۳۸۸ مطابقت داشت [۳۳ و ۳۲].

با افزایش غلظت اسانس، میزان مقاومت به نفوذ رطوبت نیز به علت ماهیت آبرگری اسانس افزایش نشان داد. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق حسینی و همکاران (۱۳۸۸) و Mayzora و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد [۳۵، ۳۴]. همچنین وجود قطرات هیدروفوب اسانس توزیع شده در ترکیب فیلم باعث افزایش فاکتور انحنا (Tortuosity Factor) جهت انتقال جرم در فیلم می شود که خود سبب بهبود ویژگی های بازدارندگی فیلم در برابر بخار آب می گردد [۳۶، ۳۷]. وجود اسانس در ترکیب فیلم منجر به کاهش نیروی پیوستگی مولکولی شبکه پلیمر و کاهش انسجام ساختار فیلم و در نتیجه افزایش نفوذ پذیری به بخار آب می گردد [۳۸، ۳۹]. کاهش مقاومت فیلم های حاوی اسانس ها به تشکیل ساختار متخلخل نسبت داده می شود که به دلیل خروج مولکول های فرار اسانس در نتیجه اعمال حرارت بوده و یا به دلیل محبوس شدن مولکول های هوا در طی همزدن سریع می باشد [۳۷].

افزودن اسانس منجر به افزایش درصد افزایش طول فیلم در لحظه پاره شدن گردید. میزان درصد کشیدگی با افزایش غلظت اسانس ها (به استثنای زنیان ۰/۳٪ و ۱٪)، به صورت معنی داری ($p < 0.05$) افزایش یافت. بنابراین الاستیسیته فیلم ها افزایش یافت [۴۰]. ایجاد برهم کنش های ضعیف میان پلیمر قطبی و اسانس غیر قطبی سبب کاهش تعداد برهم کنش های قوی تر میان زنجیره های پلیمر می گردد این مسئله سبب تضعیف سازماندهی مولکولی شبکه و در نتیجه کاهش مقاومت کششی می شود [۴۱]. همچنین وجود اسانس، اثر نرم کنندگی بر فیلم های تهیه شده، داشته و تعادل نیروهای برهم کنش در شبکه پلی ساکاریدی را تغییر داده و در نتیجه باعث افت پیوستگی فیلم ها می شود که باعث حرکت آسان زنجیره ها در زمان کشیدن فیلم می شود [۴۲، ۴۳]. این موارد با نتایج Benavides و همکاران (۲۰۱۲) و

Moradi و همکاران (۲۰۱۲) که نتایج یکسانی را به ترتیب در فیلم های آلزینات دارای اسانس ارگانو و فیلم های کیتوزان دارای اسانس آویشن شیرازی و عصاره هسته انگور گزارش دادند، مطابقت دارد [۴۵، ۴۴].

علت تغییرات رنگ در ویژگی های نوری فیلم را احتمالاً می توان به وجود ترکیبات فنلی اسانس ها نسبت داد. افزودن فاز پراکنده غیر قابل امتزاج به پراکنش تشکیل دهنده فیلم باعث کاهش شفافیت فیلم تهیه شده در مقایسه با فیلم شاهد می شود. احتمالاً این مسئله با افزایش پراکنش نور توسط ذرات اسانس پراکنده شده در ماتریکس فیلم در ارتباط است. ویژگی پراکنش نور به مقدار و اندازه ذرات فاز پراکنده (قطرات اسانس) وابسته است؛ هرچه مقدار فاز پراکنده بیشتر باشد، شدت پراکنش نور بیشتر و در نتیجه شفافیت فیلم کمتر است [۴۶]. نتایج بدست آمده با نتایج Gómez-Estaca و همکاران (۲۰۰۹) در مورد اثر عصاره گاو زبان و Sazedul Hoque و همکاران (۲۰۱۰) در مورد اثر عصاره دارچین و میخک بر فیلم های ژلاتینی که سبب افزایش کدورت فیلم شد، مطابقت دارد [۴۸، ۴۷].

فیلم کربوکسی متیل سلولز خالص دارای ریزساختار پیوسته شکل ۱ (a)، صاف و فشرده ای بود که با اضافه شدن اسانس به آن ناهمگنی در ساختار ایجاد شد که دلیل آن به دام افتادن قطرات اسانس در شبکه پیوسته پلی ساکاریدی می باشد. فرآیند همگن سازی توانسته است قطراتی با اندازه های تقریباً مساوی حتی در غلظت های بالای اسانس را ایجاد نماید. اما قطرات اسانس در فیلم ها دقیقاً به صورت کروی آنچنان که در امولسیون های آب/روغن متداول است، نبودند که این پدیده احتمالاً به دلیل آن است که در مدت خشک شدن فیلم های امولسیونه، قطرات اسانس به علت نیروهای دفرماسیون که در طول بازآرایی ساختاری زنجیره های کربوکسی متیل سلولز و در نتیجه انقباض شبکه به آن ها وارد شده است، دچار کشیدگی شده است. هیچ گونه پارگی در فیلم - های امولسیونه حتی در بالاترین غلظت دیده نشد که احتمالاً به دلیل کاهش حرکت قطرات روغن به دلیل بالا بودن ویسکوزیته پراکنش تشکیل دهنده فیلم کربوکسی متیل سلولز در طول خشک شدن می باشد. در غلظت های کم اسانس، اندازه ذرات موجود در فیلم های امولسیونه کوچک بود که با افزایش غلظت اسانس اندازه قطرات نیز افزایش نشان داد، بطوریکه در غلظت ۱٪

افزایش نفوذ پذیری غشا و در نتیجه خروج یون ها، ATP و سایر ترکیبات سلولی شوند همچنین برهم کنش آن ها با آنزیم هایی که در دیواره سلولی قرار گرفته اند [۵۱].

۴-۳- روند تغییرات رشد میکروبی در تیمارهای

گوشت سینه بوقلمون

مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۹۷۱۴ "گوشت تازه طیور- ویژگی ها"، حد مجاز میزان بار باکتریایی کل در گوشت بوقلمون $5 \log \text{cfu/g}$ ، استافیلوکوکوس اورئوس کواگولاز مثبت $2 \log \text{cfu/g}$ و اشرشیاکلی $2 \log \text{cfu/g}$ می باشد که تجاوز بار میکروبی از این حدود باعث ایجاد بوی نامطبوع در گوشت - بوقلمون و غیر قابل مصرف بودن آن می شود [۵۲].

نتایج بدست آمده از آزمون میکروبی نمونه گوشت بوقلمون مورد بررسی در پژوهش، برای تعداد کل باکتریایی در دمای 30°C حدود $6.1 \log \text{cfu/g}$ ، تعداد کل باکتریایی سرماگرا در دمای $4/7 \log \text{cfu/g}$ ، تعداد اشرشیاکلی

$2.04 \log \text{cfu/g}$ ، تعداد کلی فرم $3.66 \log \text{cfu/g}$ ، تعداد استافیلوکوکوس اورئوس کواگولاز مثبت کمتر از صد و سالمونلا تایفی موریوم منفی بوده است. همچنین نمونه مورد بررسی دارای رنگ و بوی قابل قبول بود. نتایج نشان داد که بار باکتریایی کل در تمام نمونه های قرارداد شده در فیلم حاوی اسانس های مورد بررسی در طول مدت زمان نگهداری در دمای 4°C افزایش یافت. در مورد نمونه بدون پوشش (شاهد) بار باکتریایی کل به سرعت افزایش یافته و پس از ۷ روز نگهداری در دمای یخچال به $9 \log \text{cfu/g}$ رسید (بیشتر از حد مجاز مطابق استاندارد ۹۷۱۴) [۵۲]. در نمونه قرار داده شده در فیلم حاوی ۱٪ اسانس مورد،

افزایش تعداد کل بار باکتریایی، بوی بد و کمی تغییر رنگ در گوشت مشاهده شد که نشان دهنده فساد در گوشت بوقلمون است در حالیکه تیمارهای پوششی کربوکسی متیل سلولز حاوی ۰/۶٪، زنیان، در مقایسه با شاهد تا ۷۲ ساعت کاهش بار باکتریایی و سپس به ترتیب در روزهای پنجم و هفتم به بالای حد پذیرش رسیدند. بدین ترتیب در صورتی که نمونه مورد آزمون تعداد بار باکتریایی مطابق با حدود مجاز میکروبی داشته باشد می تواند مدت زمان ماندگاری آن را حداکثر تا ۷۲ ساعت افزایش داد. بار باکتریایی کل در تیمارهای حاوی زنیان و نمونه های قرارداد شده

اسانس، قطرات در سطح بزرگنمایی مورد استفاده در این بررسی قابل مشاهده بودند. در امولسیون های آب/ روغن با افزایش مقدار فاز پراکنده (روغن)، فرکانس برخورد بین قطرات بیشتر شده در نتیجه سبب افزایش سرعت فلوک شدن و درهم آمیختگی قطرات می شود [۴۹]. همچنین تصاویر میکروسکوپی، نشان دهنده ناپوستگی بیشتر فیلم های دارای اسانس زنیان نسبت به اسانس مورد است. این امر ممکن است به علت تفاوت در رفتار اسانس ها در مدت هموژنیزاسیون و خشک شدن باشد که بستگی به نوع اسانس و برهم کنش پیچیده بین آنها و پلی ساکراید دارد که منجر به تشکیل ساختار متفاوت در فیلم خشک شده است. [۱۹، ۴۲].

۴-۲- خاصیت ضد میکروبی فیلم ها

اسانس زنیان و مورد توانستند از رشد باکتری های اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس کواگولاز مثبت، بازداري کنند. فیلم های حاوی ۰/۱٪ زنیان اثر بازدارندگی ضعیفی بر روی هر سه باکتری مورد مطالعه و همچنین فیلم های حاوی ۰/۱٪ و ۰/۳٪ مورد اثر ضعیفی بر روی استافیلوکوکوس اورئوس کواگولاز مثبت داشتند. همچنین فقط فیلم های حاوی ۰/۳٪، ۰/۶٪ و ۱٪ اسانس زنیان در مقابل باکتری سالمونلا تایفی موریوم اثر بازدارندگی کامل را داشتند. فعالیت ضد میکروبی فیلم ها در غلظت های بالاتر اسانس تقویت شد به گونه ای که بیشترین خاصیت بازداري در غلظت های ۱٪ اسانس ها دیده شد. [۵۰]

فیلم دارای ۱٪ هر دو اسانس اثر کامل بازدارندگی را بر روی اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس کواگولاز مثبت نشان داد ($R > 3$). برخلاف فیلم های حاوی اسانس ۰/۱٪ مورد فیلم های حاوی ۰/۱٪ زنیان اثر بسیار ضعیفی بر روی باکتری های اشرشیاکلی و سالمونلا داشت ($R < 2$) و اثر متوسطی هم بر روی استافیلوکوکوس اورئوس کواگولاز مثبت از خود نشان داد ($R > 2$ ، $R > 3$). حساس ترین باکتری ها نسبت به فیلم های زنیان، اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس کواگولاز مثبت و مقاوم ترین باکتری سالمونلا بودند.

ماهیت هیدروفوب ترکیبات تشکیل دهنده اسانس ها به ویژه تیمول و کارواکرول توانایی نفوذ آن ها به لیپیدهای غشای سلولی و میتوکندری را فراهم نموده و سبب به هم ریختگی ساختار و

در فیلم حاوی ۰/۶٪ مورد (تا روز پنجم) و نمونه‌های قرار داده شده در فیلم حاوی ۱٪ مورد (تا روز سوم) در مدت زمان نگهداری سرد در مقایسه با نمونه قرار داده شده در فیلم بدون اسانس کاهش معنی داری ($p < 0/05$) را نشان داد. اگر چه فیلم حاوی ۰/۶٪ مورد افزایش بار باکتریایی کمتری را نسبت به فیلم حاوی ۱٪ مورد و همچنین فیلم فاقد اسانس (شاهد) نشان داد. بیشترین میزان بازدارندگی رشد باکتریایی و بار باکتریایی سرماگرا در مقایسه با فیلم بدون اسانس (شاهد) به ترتیب مربوط به نمونه‌های قرارداده شده در فیلم حاوی ۰/۶٪ و ۱٪ زنیان مشاهده شد که منجر به کاهش حدود ۱/۳ لگاریتم در تعداد بار باکتریایی در 30°C و بار باکتریایی سرماگرا در دمای $6/5^{\circ}\text{C}$ گردید، ضمن این‌که اثر ضد میکروبی آن در مقایسه با تمام نمونه‌های پوشش داده شده با فیلم‌های حاوی اسانس و فیلم‌های فاقد اسانس (شاهد) از همان ابتدا مشهود بود [۵۳، ۵۴].

افزایش پیوسته‌ای در تعداد باکتریایی سرماگرا در همه نمونه‌ها در مدت زمان نگهداری تا روز هفتم مشاهده شد شکل ۲(b) اما در نمونه‌های پوشیده شده با فیلم حاوی ۰/۶٪ و ۱٪ زنیان نسبت به فیلم شاهد (بدون اسانس) افزایش بار باکتریایی سرماگرای کمتری نشان دادند. حداقل رشد باکتریایی به ترتیب در تیمارهای زنیان ۰/۶٪ و ۱٪ دیده شد که از $5/5 \log \text{cfu/g}$ و $8/9 \log \text{cfu/g}$ در روز هفتم رسید.

اغلب کلی فرم‌ها به عنوان شاخص بهداشتی در مواد غذایی در نظر گرفته می‌شوند [۵۵، ۵۶]. تعداد کم کلی فرم‌ها در گوشت روز صفر $3/66 \log \text{cfu/g}$ نشان‌دهنده کیفیت بهداشتی خوب گوشت بود. روند رشد کلی فرم‌ها نیز در طول دوره نگهداری مانند سایر باکتری‌های مورد بررسی، روندی افزایشی را نشان داد (به استثنای فیلم حاوی ۱٪ و ۰/۶٪ اسانس زنیان در ۲۴ ساعت اول). بیشترین تاثیر بر روی کاهش تعداد باکتری‌های کلی فرم مربوط به نمونه‌های قرار داده شده در فیلم‌های حاوی ۱٪ و ۰/۶٪ زنیان بود که در ۲۴ ساعت اول تاثیر هر دو غلظت یکسان بود ولی از روز سوم به بعد تاثیر فیلم حاوی غلظت ۱٪ زنیان بیشتر از فیلم حاوی ۰/۶٪ زنیان بود که نشان‌دهنده تاثیر افزایش غلظت اسانس روی کاهش روند رشد باکتری کلی فرم است.

بیشترین اثر ضد میکروبی و بازدارندگی از رشد *شرشیا* کلی مربوط به فیلم حاوی ۱٪ اسانس زنیان با کاهشی حدود ۲ سیکل

لگاریتمی در ۲۴ ساعت اول و ۱ سیکل لگاریتمی پس از ۷۲ ساعت نسبت به نمونه شاهد بود که اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) را نشان داد. در فیلم حاوی ۰/۶٪ اسانس زنیان نیز کاهشی حدود ۱ سیکل لگاریتمی پس از ۲۴ ساعت و ۰/۵ سیکل لگاریتمی پس از ۷۲ ساعت نسبت به فیلم فاقد اسانس (شاهد) مشاهده شد که نشان دهنده اختلاف معنی‌داری ($p < 0/05$) نسبت به فیلم فاقد اسانس (شاهد) می باشد. نتایج به‌دست آمده با نتایج حاصل از تحقیقات (Burt ۲۰۰۴) مطابقت دارد [۵۷].

با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده می‌شود که تیمارهای با پوشش زنیان ۱٪ و ۰/۶٪ توانست بار باکتریایی کل، بار باکتریایی سرماگرا، کلی فرم‌ها و *شرشیا* کلی را نسبت به شاهد کاهش دهد. اگرچه در مورد بار باکتریایی کل، بار باکتریایی سرماگرا و برخلاف تیمارهای بدون اسانس، تیمار اسانس زنیان ۰/۶٪ و مورد ۰/۶٪ نسبت به تیمار زنیان و مورد ۱٪ بطور کارآمدتری سبب کاهش رشد باکتری‌ها شد.

کاهش جمعیت میکروبی ممکن است به دلیل اثر بازدارندگی این فیلم‌ها در مقابل اکسیژن باشد. سه گروه اول باکتری‌های هوازی بوده، در مدت زمان نگهداری، با توجه به رطوبت بالای گوشت، فیلم در تماس مستقیم با گوشت رطوبت جذب کرده و آبدار می‌شود در نتیجه فضای شبکه ساختاری آن بزرگتر شده و نفوذ پذیری آن به اکسیژن افزایش پیدا می‌کند. [۵۸، ۵۹].

بنابراین استفاده از پوشش‌های کربوکسی متیل سلولز حاوی ۱٪ زنیان و سپس ۰/۶٪ نسبت به فیلم تهیه شده از اسانس مورد در همه باکتری‌های مورد بررسی اثر بازدارندگی کارآمدتری داشته است به ویژه پوشش‌های حاوی اسانس ۰/۶٪ زنیان در بار کل باکتریایی و ۱٪ زنیان در خصوص کلی فرم و *شرشیا* کلی بیشترین اثر نگهدارندگی را نشان داد که به ترتیب توانستند مدت زمان ماندگاری گوشت بوقلمون را در دمای 4°C به بیش از دو روز افزایش دهند.

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که به‌کار بردن فیلم‌های کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس در کاهش بار میکروبی گوشت بوقلمون نگهداری شده در دمای 4°C حداکثر به مدت سه روز می‌تواند موثر باشد. به ویژه اسانس زنیان قدرت بازدارندگی فیلم‌ها را نسبت به مورد بیشتر افزایش می‌دهد [۵۲].

۴-۵- روند تغییرات pH

افزایش pH در نتیجه کاتابولیسیم ترکیبات نیتروژنی و آمینو اسیدها و همچنین واکنش‌های متابولیت‌های ثانویه و تولید آمونیاک و آمین‌ها می‌باشد. این امر سبب افزایش میزان pH و بیان‌کننده میزان فساد در گوشت‌بوقلمون می‌باشد [۵۱]. تاخیر مشاهده شده در افزایش pH در فیلم‌های حاوی اسانس زنیان در مدت زمان نگهداری، ممکن است عاملی برای جلوگیری از رشد میکروبی و بازدارندگی از فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین در گوشت بوقلمون باشد، که این امر می‌تواند در افزایش زمان ماندگاری گوشت بوقلمون موثر باشد [۵۲]. این نتایج با یافته‌های Ahmad و همکاران در سال ۲۰۱۲ در استفاده از اسانس علف لیمو در فیلم بر پایه ژلاتین و Karabagias و همکاران در سال ۲۰۱۱ با اضافه کردن اسانس‌های پونه‌کوهی و آویشن (بطور مستقیم) و افزایش زمان ماندگاری به ترتیب در ماهی خاردار و گوشت بره مطابقت دارد [۶۰، ۶۱]. اگرچه Emiroğlu و همکاران در سال ۲۰۱۰ عنوان نمودند که pH در گوشت گاو بسته‌بندی در مدت زمان دوازده روز کاهش نشان داده است و این امر را به رشد باکتری‌های لاکتیک اسید و تولید اسید و در نتیجه کاهش میزان pH نسبت دادند [۵۶].

۵- نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که افزایش غلظت اسانس زنیان و مورد باعث کاهش در میزان حلالیت، محتوی رطوبت و بخار آب فیلم‌ها گردید. در ارزیابی خواص مکانیکی فیلم‌های کربوکسی متیل - سلولز حاوی اسانس زنیان و مورد، با افزایش غلظت، کاهش استحکام کششی، و افزایش درصد کشیدگی مشاهده گردید. بررسی مشخصه‌های رنگی نشان داد که با افزایش غلظت اسانس زنیان و مورد شفافیت کاهش یافته و در رنگ فیلم‌ها، با افزایش غلظت اسانس تغییر حاصل نشد. افزودن اسانس‌های زنیان و مورد به فیلم بر پایه کربوکسی متیل سلولز به طور موفقیت آمیزی سبب تولید فیلم‌هایی با ویژگی‌های ضد میکروبی گردید و بر باکتری‌های مورد بررسی موثر بود. اسانس زنیان در این زمینه کارآمدتر از اسانس مورد عمل نمود. همچنین علاوه بر بهبود قابل توجه در ویژگی‌های ضد میکروبی، وجود اسانس‌های مذکور

باعث افزایش مقاومت به نفوذ پذیری به بخار آب نسبت به فیلم شاهد شد. اگر چه مقاومت کششی فیلم‌ها در حضور اسانس‌ها کاهش یافت، اما با توجه به تصاویر میکروسکوپ الکترونی این کاهش در حدی نبود که باعث تغییر در پیوستگی ساختار فیلم‌ها شود و سبب افزایش نفوذ پذیری به بخار آب در فیلم‌ها گردد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که فیلم‌های کربوکسی متیل - سلولز دارای اسانس زنیان از پتانسیل بالایی برای به‌کارگیری به عنوان فیلم خوراکی ضد میکروبی با نفوذپذیری کمتر به بخار آب، برخوردار می‌باشند.

۶- تقدیر و تشکر

بدین وسیله از همکاری کارکنان پژوهشکده شیمی و پتروشیمی و همچنین پژوهشکده غذایی و کشاورزی پژوهشگاه استاندارد به ویژه از زحمات سرکار خانم دکتر فرناز موحدی و سرکار خانم ناهید قلیچ خانی کارشناسان محترم گروه پژوهشی بسته بندی پژوهشکده شیمی و پتروشیمی، سرکار خانم دکتر لادن رشیدی مسئول محترم آزمایشگاه چربی و روغن، سرکار خانم مهندس ساره داورزنی، سرکار خانم مهندس رامش مهرپور، آقای رامتین احمدی کارشناسان محترم و سرکار خانم مهندس فهمدخت مختاری مدیر محترم گروه پژوهشی میکروبیولوژی پژوهشکده غذایی و کشاورزی به خاطر همکاری در انجام آزمایشات کمال تشکر و قدردانی را دارد.

۷- منابع

- [1] Shahidi. F., John. J.A. (2010). Oxidation and protection of nuts and nut oils. *Woodhead Publishing Limited*. Vol. 2, pp. 274-305.
- [2] Kerry. J., O'grady. M., Hogan. S. (2006). Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science*. Vol. 74, pp. 113-30.
- [3] Coma. V. (2008). Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. *Meat Science*. Vol. 78, pp. 90-103.
- [4] Hernández. H., Claramount. D., Kučerová. I., Banout. J. (2017). The effects of modified blanching and oregano essential oil on drying

- [16] Ghanbarzadeh. B., Oromiehie. A.R., Musavi. M., Massimiliano Falcone. P., Emam DJomeh. Z., Razmi Rad. E. (2007). Study of Mechanical Properties, Oxygen Permeability and AFM Topography of Zein Films Plasticized by Polyols. *Packaging Technology and Science*. Vol. 20, pp. 155-163.
- [17] Dashipour. A., Khaksar. R., Hosseini. H., Shojaee Aliabadi. S., Ghanati. K. (2014). Physical, Antioxidant and Antimicrobial Characteristics of Carboxymethyl Cellulose Edible Film Cooperated with Clove Essential Oil. *Zahedan Journal of Research in Medical Science*. Vol.16, no. 8, pp. 34-42.
- [18] Holley. R.A., Patel. D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*. Vol. 22, pp. 273-92.
- [19] Ojagh. S.M., Rezaei. M., Razavi. S.H., Hosseini. S.M.H. (2010). Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chemistry*. Vol. 122, no. 1, pp. 161-166.
- [20] ASTM E96-95. Standard test methods for water vapor transmission of materials. (1995). *Annual Book of ASTM, American Society for Testing and Materials*. Philadelphia, PA.
- [21] ASTM D882. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting.(2001). *Annual Book of ASTM, American Society for Testing and Materials*. Philadelphia, PA.
- [22] ASTM D523. Standard test method for specular gloss. (1999). *Annual Book of ASTM, American Society for Testing and Materials*. Philadelphia, PA.
- [23] Meshkani. M., Mortazavi. A., Pourfallah. Z. (2013). Antimicrobial and physical properties of a chickpea protein isolate-based film containing essential oil of thyme using response surface methodology. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. Vol. 8, no. 1, pp. 93-104.
- [24] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISO 1028, (2007), Meat and meat products. pH: reference test methods. The first revision.
- [25] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISO 5272-1, (2015). Microbiology of food chain Horizontal method for the enumeration of microorganisms-Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate kinetics and sensory attributes of dried meat. *Journal of food processing and preservation*. Vol.41, no 5, pp. 5- 41.
- [5] Guilbert. S. (1986).Technology and application of edible protective films. *Food packaging and preservation*. Vol. 4, pp. 371-394.
- [6] Fishman. M.L. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technol*. Vol. 5, no. 2, pp. 60-74.
- [7] Krochta. J.M., Mulder-Johnston. C.D. (1997). Edibleand biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technol*. Vol. 51, no. 2, pp. 61-74.
- [8] Shahnia. M., Khaksar. R. (2013). Antimicrobial effects and determination of minimum inhibitory concentration (MIC) methods of essential oils against pathogenic bacteria. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. Vol. 7, no. 5, pp. 949-955.
- [9] Sánchez-González. L., Vargas. M.A., González Martínez. C., Chiralt. A., Cháfer. M. (2011). Use of essential oils in bioactive edible coatings. *J. Food Eng*. Vol. 3, pp. 1-16.
- [10] Akgul. A., Kivanc. M. (1988). Inhibitory effects of selected Turkish spices and oregano components on some food borne fungi. *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 69, no. 3, pp. 263-268.
- [11] Palmer. A., Stewart. J., Fyfel. F. (2002). The Potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese. *Journal of Food Microbiology*. Vol. 1, pp. 463-470.
- [12] hurinder. S., Fallahi. M.B., Adams. M.A. (2001). Synergistic inhibition of *listeria monocytogenes* by nisin and garlic extract. *Journal of Food Microbiology*. Vol. 18, pp. 133-139.
- [13] Aberoomand Azar. p., Mottaghianpuor. Z., Sharifan. A., Larijani. K. (2010). Studies on the Effect of Extraction Method on Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Carum copticum Essential Oil. *Food Technology & Nutrition*. Vol. 7, no. 2, pp. 10-18.
- [14] Salehi surmaghi. M.H. (2009). Medicinal plants and phytotherapy. 1nd ed. *donyaye aghzieh*. Vol. 16, no. 86, pp.378-81.
- [15] Turhan. K.N., Sahbas. F. (2004). Water vapor permeability, tensile properties and Solubility of methylcellulose-based edible films, *Journal of Food Engineering*. Vol. 16, no. 3, PP. 459-466.

- Research*. Vol. 15, no. 2, pp. 233-236.
- [35] Saei-Dehkordi. S.S., Tajik. H., Moradi. M., Khalighi-Sigaroodi. F. (2010). Chemical composition of essential oils in *Zataria multiflora* Boiss. from different parts of Iran and their radical scavenging and antimicrobial activity. *Food and chemical toxicology*. Vol. 48, pp. 1562-7.
- [36] Pérez-Gago. M.B., Krochta. J.M. (2001). Lipid particle size effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein/beeswax emulsion films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 49, pp. 996-1002.
- [37] Fabra. M.J., Pérez-Masiá. R., Talens. P., Chiralt. A. (2011). Influence of the homogenization conditions and lipid self-association on properties of sodium caseinate based films containing oleic and stearic acids. *Food Hydrocolloids*. Vol. 25, no. 5, pp. 1112-21.
- [38] Bonilla. J., Atarés. L., Vargas. M., Chiralt. A. (2012). Effect of essential oils and homogenization conditions on properties of chitosan-based films. *Food Hydrocolloids*. Vol. 26, pp. 9-16.
- [39] Hosseini. M.H., Razavi. S.H., Mousavi. M.A. (2009). Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils. *Journal of Food Processing and Preservation*. Vol. 33, pp. 727-743.
- [40] Pelissari. F.M., Grossmann. M.V.E., Yamashita. F., Pineda. E.A.G. (2009). Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch- chitosan films incorporated with oregano essential oil. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*. No. 57, pp. 7499-7504.
- [41] Sánchez-González. L., González-Martínez. C., Chiralt. A., Cháfer. M. (2010). Physical and antimicrobial properties of chitosan-tea tree essential oil composite films. *Journal of Food Engineering*. Vol. 98, pp. 443-452.
- [42] Atarés. L., Bonilla. J., Chiralt. A. (2010). Characterization of sodium caseinate-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. *Journal of Food Engineering*. Vol. 100, pp. 678-87.
- [43] Monedero. F.M., Fabra. M.J., Talens. P., Chiralt. A. (2009). Effect of oleic acid-beeswax mixtures on mechanical, optical and water barrier properties of soy protein isolate based films. *Journal of Food Engineering*. Vol. technique.
26. Ojagh. S.M., Rezaei. M., Razavi. S.H., Hosseini. S.M.H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*. Vol. 120, no. 1, pp. 193-198.
- [27] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISO 11166-1. (2015). Microbiology of food and animal feeding stuffs- Horizontal method for the detection and enumeration of coliforms- Most probable number technique.
- [28] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISO 6806-1. (2005). Microbiology of food and animal feeding stuffs- enumeration of coagulase – Positive staphylococci (*staphylococcus aureus* and other species) - Test method.
- [29] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISO 1810-4. (2015). Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp.
- [30] Hosseini. M.H., Razavi. S.H., Mousavi. M.A. (2009). Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils. *Journal of Food Processing and Preservation*. Vol. 33, pp. 727-43.
- [31] Oussalah. M., Caillet. S., Saucier. L., Lacroix. M. (2007). Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157: H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*. Vol 18, no. 5, pp. 414-420.
- [32] Moradi. M., Tajik. H., Razavi Rohani. S.M., Oromiehie. A.R., Malekinejad. H., Aliakbarlu. J. (2012). Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with *Zataria multiflora* Boiss essential oil and grape seed extract. *LWT - Food Science and Technology*. Vol. 46, pp. 477-84.
- [33] Talja. R.A., Helen. H., Roos. Y.H., Jouppila. K. (2008). Effect of type and content of binary polyol mixtures on physical and mechanical properties of starch-based edible films. *Carbohydrat Polymer*. Vol. 71, pp. 269-276.
- [34] Maizura. M., Fazilah. A., Norziah. M.H., Karim. A.A. (2008). Antibacterial Activity of Modified Sago Starch-Alginate Based Edible Film Incorporated with Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) Oil. *International Food*

- [52] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISO 9714, poultry meat.
- [53] Nadeem. Ahmed S., Chattopadhyay. U., Sherikar. A., Waskar. V., Paturkar. A., Latha. C. (2003). Chemical sprays as a method for improvement in microbiological quality and shelf-life of fresh sheep and goat meats during refrigeration storage (5–7 °C). *Meat Science*. Vol. 63, pp. 39-44.
- [54] Zinoviadou. K.G., Koutsoumanis. K.P., Biliaderis. C.G., (2009). Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Science*. Vol. 82, pp. 338-345.
- [55] Seol. K.H., Lim. D.G., Jang. A., Jo. C., Lee. M. (2009). Antimicrobial effect of κ -carrageenan-based edible film containing ovotransferrin in fresh chicken breast stored at 5 °C. *Meat Science*. Vol. 83, pp. 479-483.
- [56] Emiroğlu. Z.K., Yemiş. G.P., Coşkun. K.B., Candoğan. K. (2010). Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat Science*. Vol. 86, pp. 283-288.
- [57] Burt. S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in food- a review. *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 94, pp. 223-253.
- [58] Zinoviadou. K.G., Koutsoumanis. K.P., Biliaderis. C.G. (2009). Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Science*. Vol. 82, pp. 338-345.
- [59] Giatrakou. V., Ntzimani. A., Savvaidis. I. (2010). Effect of chitosan and thyme oil on a ready to cook chicken product. *Food microbiology*. vol. 27, no. 1, pp. 132-136.
- [60] Ahmad. M., Benjakul. S., Sumpavapol. P., Nirmal. N.P. (2012). Quality changes of sea bass slices wrapped with gelatin film incorporated with lemongrass essential oil. *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 155, pp. 171-178.
- [61] Karpińska. M., Borowski. J., Danowska-Oziewicz. M. (2011). The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. *Food Chemistry*. Vol. 122, pp. 5-9.
- 91, pp. 509-515.
- [44] Benavides. S., Villalobos-Carvajal. R., Reyes. J.E. (2012). Physical, mechanical and antibacterial properties of alginate film: Effect of the crosslinking degree and oregano essential oil concentration. *Journal of Food Engineering*. Vol. 110, pp. 232-239.
- [45] Moradi. M., Tajik. H., Razavi Rohani. S.M., Oromiehie. A.R., Malekinejad. H., Aliakbarlu. J. (2012). Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with Zataria multiflora Boiss essential oil and grape seed extract. *LWT - Food Science and Technology*. Vol. 46, pp. 477-484.
- [46] Sánchez-González. L., Vargas. M., González-Martínez. C., Chiralt. A., Cháfer. M. (2009). Characterization of edible films based on hydroxypropylmethylcellulose and tea tree essential oil. *Food Hydrocolloids*. Vol. 23, pp. 2102-9.
- [47] Gómez-Estaca. J., Giménez. B., Montero. P., Gómez-Guillén. M.C. (2009). Incorporation of antioxidant borage extract into edible films based on sole skin gelatin or a commercial fish gelatin. *Journal of Food Engineering*. Vol. 92, pp. 78-85.
- [48] Hoque. M.S., Benjakul. S., Prodpran. T. (2011). Properties of film from cuttlefish (*Sepia pharaonis*) skin gelatin incorporated with cinnamon, clove and star anise extracts. *Food Hydrocolloids*. Vol. 25, pp. 1085-97.
- [49] McClements DJ. (2005). Theoretical analysis of factors affecting the formation and stability of multilayered colloidal dispersions. *Langmuir*. Vol. 21, no. 21, pp. 9777-9785.
- [50] Shakeri. M.S., Shahidi. F., Beiraghi-Toosi. S., Bahrami. A. (2011). Antimicrobial activity of *Zataria multiflora* Boiss. essential oil incorporated with whey protein based films on pathogenic and probiotic bacteria. *International journal of food science & technology*. Vol. 46, no. 3, pp. 549-554.
- [51] Shojaei-Aliabadi. S., Mohammadifar. M.A., Hosseini. H., Mohammadi. A., Ghasemlou. M., Hosseini. S.M., Haghshenas. M., Khaksar. R. (2014). Characterization of nanobiocomposite kappa-carrageenan film with *Zataria multiflora* essential oil and nanoclay. *International journal of biological macromolecules*. Vol. 69, pp. 282-289.



Scientific Research

Physical, Mechanical and Microbial Properties of Carboxymethyl Cellulose (CMC) Bioactive Film Containing *Trachyspermum Ammi*, *Myrtus Communis* Essential Oils and the Effects on Shelf Life of Turkey Meat

Fayazi, A. ¹, Hashemiravan, M. ², Jannatiha, N. ³, Moslehishad, M. ^{4*}

1. Graduated MSc Student, Institute of Food Agriculture, Standards Research Institute, Iranian National Standards Organization

2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin- Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

3. Ph.D Student, Nutrition and Food Sciences Research Center, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Safadasht Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 21 March 2020

Accepted 04 October 2020

Keywords:

Trachyspermum Ammi Essential Oil,
Myrtus Communis Essential Oil,
Antimicrobial Activity,
Packaging, Edible Film

DOI: 10.52547/fsct.18.02.19

*Corresponding Author E-Mail: mmoslehi@safa.iaui.ac.ir

Antimicrobial packaging has a potential to prevent pathogenic microorganisms and also increases the shelf life of meat products. The aim of this study was to determine mechanical and physical properties of Carboxymethyl Cellulose (CMC) containing *Trachyspermum ammi* and *Myrtus Communis* essential oils (0.1, 0.3, 0.6 and 1%). Therefore antimicrobial packaging with optimum concentration of essential oil (0.6 and 1%) was selected to evaluate the effect of packaging on microbial and physical properties of turkey meat during storage at refrigerator. The results showed that tensile strength decreased and percentage of film elongation increased significantly. Water absorption, moisture content, solubility and water vapor permeability decreased by increasing the concentration of the essential oils increased. Film prepared using *Trachyspermum ammi* essential oil had high antimicrobial activity compared to *Myrtus Communis* essential oil. Turkey meat which packed using film containing 0.6% *Trachyspermum ammi* essential oil was more effective against total bacterial count than 1% essential oil. In contrast, the film containing 1% essential oil showed high antimicrobial activity against coliform and *E.coli*. Therefore, the film containing essential oil increased the shelf life of turkey meat, and application of 0.6% *Trachyspermum ammi* essential oil film as an effective treatment is recommended.