مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال پانزدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، صفحات ۱۰۲-۹۳

بررسی اثر اسانس کندر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ساختاری، آنتی‌اکسیدانی و میکروبی فیلم خوراکی ژلاتین

مریم فلاح[۱]، میلاد روحی[۲]، احسان صادقی[۲]، زهرا سرلک[۳]، مجید علی زاده مقدم[۱]، رضا محمدی[۲]

۱- کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۳- دانشجوی دکترای تخصصی بهداشت و ایمنی مواد غذایی، کمیته تحقیقات دانشجویان، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
پست الکترونیکی: mohammadi@kums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۹/۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۴/۴

چکیده

سابقه و هدف: بسته‌بندی‌های فعال شکل بهبود یافته‌ای از بسته‌بندی‌های معمولی هستند که به دلیل داشتن ترکیبات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی می‌توانند سبب حفظ کیفیت مواد غذایی، افزایش ماندگاری و حفظ ایمنی محصول گردند.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه به بررسی اثر اسانس کندر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ساختاری، ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی فیلم خوراکی ژلاتین پرداخته شد. برای این منظور غلظت‌های مختلفی از اسانس کندر (۰، ۲٪، ۴٪، ۶٪ w/v) به محلول ژلاتین افزوده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در تمامی تیمارهای حاوی اسانس کندر نسبت به تیمار شاهد (بدون اسانس کندر) میزان نفوذپذیری به بخار آب و حلالیت به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). علاوه بر این، کشش‌پذیری و مقاومت به کشش در تمامی تیمارها نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). تجزیه و تحلیل طیف سنجی مادون قرمز (FT-IR) نشان‌دهنده برهمکنش‌های مناسب میان ژلاتین و اجزاء اسانس کندر بود. فعل و انفعالات الکتروستاتیک هیدروژنی و کووالانسی بین شبکه ژلاتین و ترکیبات اسانس کندر، در دسترس بودن گروه‌های هیدروژنی را برای تشکیل پیوند آبدوست با آب محدود کرده متعاقباً سبب کاهش میل فیلم ژلاتین به سمت آب می‌شود. در نتیجه خصوصیات سد آب، حلالیت و خواص مکانیکی فیلم بهبود یافت. همچنین تیمارهای حاوی اسانس کندر علاوه بر داشتن فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت ضدمیکروبی مناسبی را در برابر میکروارگانیسم‌های گرم مثبت و گرم منفی مورد آزمایش (استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیاکلی، باسیلوس سرئوس) از خود نشان دادند.

نتیجه گیری: بنابراین نتایج این تحقیق نشان داد که فیلم‌های ترکیبی ژلاتین حاوی اسانس کندر می‌توانند با کاهش فسادهای شیمیایی و میکروبی برای نگهداری مواد غذایی مناسب باشند.

واژگان کلیدی: اسانس کندر، فیلم خوراکی ژلاتین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت ضدمیکروبی

• مقدمه

در سال‌های اخیر بیماری‌های ناشی از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در مواد غذایی افزایش یافته است و نیز در طول ذخیره سازی، برخی از میکروارگانیسم‌ها باعث فساد و افزایش ضایعات مواد غذایی می‌گردند (۱). به همین ترتیب تقاضای بسته‌بندی فعال حاوی مواد ضدمیکروبی کارآمد افزایش یافته است. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی، از جالب‌ترین تکنیک‌های بسته‌بندی به شمار می‌آیند که اخیراً با هدف حفظ کیفیت مواد غذایی و طولانی شدن ماندگاری آن‌ها استفاده می‌شوند (۳، ۲). مواد اصلی تشکیل دهنده فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی شامل پلیمرهای طبیعی چون پروتئین‌ها، چربی‌ها و پلی‌ساکاریدها می‌باشند (۴). این مواد به تنهایی یا در ترکیب با هم بکار می‌روند. یکی از پروتئین‌های قابل استفاده ژلاتین

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

می‌باشد. ژلاتین مخلوطی از پروتئین‌های تخلیص شده است که از واسرشتی (دناتوراسیون) گرمایی کلاژن به‌وجود می‌آید که به سبب داشتن خاصیت تشکیل ژل (وجود اسیدآمینه‌های پرولین و هیدروکسی پرولین) می‌تواند برای تهیه فیلم خوراکی مورد استفاده قرار گیرد (۱، ۵).

این فیلم‌ها دارای ویژگی آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی محدودی می‌باشند. به همین سبب، به منظور کاهش استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، افزودنی‌ها و نگهدارنده‌های شیمیایی می‌توان در ترکیب این بسته‌بندی‌ها از مواد ضدمیکروبی طبیعی استفاده نمود (۶). در پژوهش‌های مربوط به ساخت و ارزیابی فیلم‌های خوراکی در سال‌های اخیر استفاده از انواع اسانس (مانند اسانس آویشن، میخک، پونه‌کوهی، دارچین، زنجبیل و ریحان) برای محافظت میکروبی، به تعویق انداختن فساد مواد غذایی (شیمیایی و میکروبی) و کاهش ضایعات غذایی جایگاه قابل توجهی به دست آورده‌اند (۱۴-۷). به دلیل وجود ترکیبات متفاوت در انواع اسانس، اسانس‌های مختلف علاوه‌بر داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی می‌توانند بر ساختار فیلم خوراکی نیز اثرگذار باشند. بونیلا و همکاران اثر اسانس‌های اوژینول و زنجبیل را در تولید فیلم‌های بسته‌بندی بررسی کردند و دریافتند که خاصیت ارتجاعی فیلم‌ها با افزودن هر دو اسانس به طور قابل توجهی افزایش یافت (۱۲). با این وجود نفوذپذیری به بخار آب تا حد زیادی تحت تأثیر قرار نگرفت. همچنین در نتیجه این پژوهش دریافتند که با افزودن اوزینول بهترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تمامی تیمارها نسبت به اسانس زنجبیل مشاهده شد (۱۲). بطورکلی، اسانس‌ها ترکیبات طبیعی فراری هستند که از متابولیت‌های ثانویه گیاهان به شمار می‌آیند که به دلیل ایمن بودن آن‌ها در لیست (GRAS) قرار گرفته‌اند (۱). اسانس کندر یکی از انواع اسانس به شمار می‌آید که دارای خواص ضدمیکروبی، ضدویروسی، ضدقارچ، ضدآفلاتوکسین و پتانسیل آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (۱۵). کندر عبارت است از قطعات کوچک بدون شکل یا کروی اولئوگام-رزین که از خراش‌های ایجاد شده در درختان جنس *Boswell* از خانواده Burseraceae به دست می‌آید (۱۶). اسانس کندر باعث پیشبرد رشد سلول‌های پوست و درمان زخم می‌گردد. علاوه‌براین به عنوان ماده ضدعفونی کننده و دهان شویه و همچنین در درمان سرفه مقاوم، اضطراب، برونشیت، اسکار و آسم استفاده می‌شود (۱۶). از این اسانس می‌توان در ترکیب فیلم‌های خوراکی برای افزایش ماندگاری و کاهش افت کیفیت غذا استفاده نمود.

با توجه به اینکه تا کنون پژوهشی در خصوص تولید فیلم ضدمیکروبی ژلاتین حاوی اسانس کندر صورت نگرفته است، بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر اسانس کندر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ساختاری، آنتی‌اکسیدانی و میکروبی فیلم خوراکی ژلاتین می‌باشد.

• مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی و سویه‌های میکروبی: ژلاتین ماهی از شرکت Biobasic (Markham, Canada) به دست آمد. گلیسرول، کلرید کلسیم، نیترات منیزیم، توئین۸۰، DPPH (۲،۲-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل) و مولر هینتون آگار (MHA) از شرکت مواد شیمیایی Merck (Darmstadt, Germany) تهیه شد. صمغ کندر از بازار محلی شهر کرمانشاه (کرمانشاه، ایران) خریداری شد. استافیلوکوکوس اورئوس (ATCC 6538)، اشرشیاکلی (ATCC 25922) و باسیلوس سرئوس (ATCC 11778) از گروه میکروب شناسی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران (تهران، ایران) تهیه گردید.

استخراج و تجزیه و تحلیل اجزاء اسانس: استخراج اسانس از صمغ کندر به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. سپس برای تجزیه و تحلیل اجزاء اسانس از کروماتوگرافی گازی (Agilent 6890 series) استفاده شد. این دستگاه مجهز به یک طیف سنج جرمی تحلیلی (Agilent 5973 Network, Mass selective detector) و یک ستون Agilent, HP-1 (30m×0.25mm inside diameter and 0.5µm thickness) بود. از هلیوم با جریان ثابت 1.0 ml/min به عنوان گاز حامل استفاده شد. نسبت تقسیم اسانس ۱:۱۰ بود که با حجم ۱ میکرولیتر به دستگاه تزریق شد. دمای انژکتور ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود. دمای آون از ۵۰ درجه سانتی‌گراد (به مدت ۲ دقیقه ثابت نگه‌داشته شد) با سرعت $8^{\circ}C/min$ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد برنامه‌ریزی شد. از یک سیستم یونیزاسیون انتخابی با انرژی ۷۰EV با دمای منبع ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و تجزیه و تحلیل جرم چهارگانه با رنج اسکن m/z ۴۰-۵۰۰ برای تشخیص GC-MS استفاده شد. در نهایت ترکیبات اسانس توسط دیتابیس‌های NIST Ms Spectral search program وWiley mass spectral library تأیید شد.

تهیه فیلم: ابتدا محلول ۳ درصد ژلاتین همراه با همزدن ملایم با استفاده از همزن مغناطیسی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تهیه شد. سپس ۳۵ درصد پلاستی سایزر گلیسرول (براساس وزن ماده خشک مصرفی) به محلول ژلاتین افزوده شد و به مدت ۱۵ دقیقه ترکیب شد. از طرف دیگر غلظت‌های

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

مختلف (۲، ۴، ۶ درصد) W/V از اسانس کندر (بر مبنای وزن ژلاتین) به ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد و پس از افزودن ۰/۲ درصد توئین۸۰ به عنوان امولسیفایر تحت عمل دستگاه اولتراسونیک هموژنایزر حل شد و به محلول ژلاتین و گلیسرول افزوده شد و به مدت ۲۰ دقیقه ترکیب شدند. در نهایت محلول‌های حاصل داخل پلیت‌هایی با قطر ۱۵ سانتی‌متر ریخته شد و پس از خشک شدن کامل در دمای محیط فیلم‌ها از پلیت جدا شده و داخل فویل‌های آلومینیومی در دسیکاتور حاوی نیترات منیزیم اشباع در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد به مدت ۷۲ ساعت برای انجام آزمایشات قرار داده شد (روش تهیه فیلم‌ها براساس آزمون و خطا بدست آمد).

حلالیت: برای تعیین حلالیت ابتدا تکه‌های فیلم (2cm×2cm) برش داده شد و در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شد و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت با همزن مغناطیسی هم زده شد. سپس فیلم‌ها توسط کاغذ صافی که قبلاً در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به وزن ثابت رسیده بود صاف گردید و توزین شد (A). کاغذ صافی همراه نمونه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از رسیدن به وزن ثابت مجدداً توزین شد (B). در نهایت میزان حلالیت فیلم‌ها از رابطه زیر محاسبه گردید (۱۷):

$$\text{حلالیت} = \frac{(A-B)}{A} \times 100$$

نفوذپذیری: آزمون اندازه‌گیری نفوذپذیری با استفاده از روش اصلاح شده شماره E96 مصوب ASTM انجام گرفت. برای انجام آزمایش درون سل‌های شیشه‌ای کلرید کلسیم بدون آب ریخته شد، سپس سطح هر سلول به‌وسیله فیلم‌های تهیه شده پوشانده شد. به این ترتیب درون سلول‌ها رطوبت نسبی صفر درصد وجود دارد. سپس سل‌ها درون دسیکاتور حاوی آب نمک اشباع قرار گرفت. آب نمک اشباع در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد رطوبت ۷۵ درصد ایجاد می‌کند. اختلاف رطوبت در دو سمت فیلم در دمای ۲۵°C گرادیانت فشار بخاری معادل ۱۷۵۳/۵۵ پاسکال ایجاد می‌کند. تغییر در وزن سلول‌ها با استفاده از یک ترازو اندازه‌گیری شد و نمودار آن به‌صورت تابعی از زمان رسم گردید. شیب هر خط رسم شده به‌وسیله رگرسیون خط (r^2=۰/۹۹) محاسبه شده و نرخ انتقال بخارآب از تقسیم شیب‌خط کشیده شده (گرم/ثانیه) بر سطح فیلم‌های مورد آزمون (مترمربع) به دست می‌آید. با ضرب کردن ضخامت فیلم در نرخ انتقال بخار آب و تقسیم بر اختلاف فشار بین رطوبت نسبی درون سل‌ها و رطوبت نسبی دسیکاتور، نفوذپذیری نسبت به بخار آب به دست آمد (۱۸).

ویژگی‌های مکانیکی: آزمایشات مکانیکی فیلم‌ها با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل بافت M350-10CT ساخت کشور انگلیس انجام گرفت. برای انجام آزمون فیلم‌ها در ابعاد ۱۰×۱سانتی‌متر مربع برش داده شدند. فاصله بین دو فک دستگاه ۵۰ میلی‌متر و سرعت حرکت فک‌ها ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه انتخاب شد. فاکتورهایی شامل قدرت کشش (مگاپاسگال) و افزایش طول تا نقطه شکست (درصد) طبق استاندارد ASTM-D882-02 از روی منحنی‌های نیرو بر حسب تغییر شکل به‌دست آمدند (۱۹).

واکنش‌های شیمیایی بین اجزا از طریق طیف فروسرخ با تبدیل فوریه (FT-IR): جهت شناسایی الگوی باندهای فیلم فعال ژلاتین حاوی اسانس کندر از طیف فروسرخ با تبدیل فوریه (FT-IR) استفاده شد. برای این منظور از گستره طیف $4000\text{-}650\,cm^{-1}$، با ۳۲ اسکن و تفکیک پذیری $4\,cm^{-1}$ توسط دستگاه طیف سنج FT-IR (Shimadzu Irprestige-21, Japan) استفاده شد.

خواص آنتی‌اکسیدانی: فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیلم‌های ژلاتین توسط تغییر رنگ رادیکال چربی دوست DPPH از بنفش به هیدرازین‌های زرد رنگ اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۳۰ میلی‌گرم از هر فیلم در نسبت‌های برابر آب مقطر و متانول (نسبت ۳ به ۳) حل شد. پس از حل شدن تمام فیلم‌ها، به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ سانتریفوژ شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از قسمت رویی محلول سانتریفوژ شده هر فیلم با ۴ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ میلی مولار متانولی DPPH مخلوط شد و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی نگه‌داشته شد. سپس جذب هر یک در ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر (UV–Vis Spectrophotometer, UNICO 2100) اندازه‌گیری شد (A_s). به عنوان شاهد ۱ میلی‌لیتر از محلول آب و متانول (۳ میلی‌لیتر آب مقطر+ ۳ میلی‌لیتر متانول) با ۴ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ میلی مولار متانولی DPPH به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی انکوبه شد و جذب آن در ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد (A_b) (۲۰). در نهایت فعالیت مهار رادیکال DPPH مطابق معادله زیر محاسبه شد:

$$\text{فعالیت آنتی‌اکسیدانی}\ (\%) = \frac{(A_b - A_s)}{A_b} \times 100$$

فعالیت ضدمیکروبی: از روش انتشار دیسک آگار برای تعیین فعالیت ضدمیکروبی فیلم‌ها برروی باکتری‌های مدل اشرشیاکلای، استافیلوکوکوس اورئوس و باسیلوس سرئوس استفاده شد. برای این منظور ۱۰۰µL (10^6CFU/g) از هریک از سوسپانسیون‌های باکتریایی به صفحات محیط MHA (مولر

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

هینتون آگار) تلقیح شد. سپس دیسک‌هایی به قطر ۶ میلی‌متر از هر فیلم برش داده شد و بر روی سطح آن گذاشته شدند. سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲±۳۵ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند. در نهایت قطر مناطق مهار رشد (میلی‌متر) برای تعیین فعالیت ضدمیکروبی اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری: تمامی آزمایشات در سه تکرار (n=3) با نمونه‌گیری کاملاً تصادفی انجام شد. آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه دانکن با استفاده از نرم افزار $SPSS_{16}$ در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام گرفت.

• یافته‌ها

تجزیه و تحلیل اجزاء اسانس کندر: ترکیبات شناسایی شده در اسانس کندر براساس زمان خروج از ستون در جدول ۱ جمع‌آوری شده است. نتایج نشان داد که ترکیب غالب موجود در این اسانس n-اکتیل استات (۵۶/۰۹ درصد) می‌باشد. بعد از آن فنانترین، زینک-دی‌پنتیل-(CAS) و لیمونن به ترتیب ۷/۹۳، ۷/۰۸و ۷/۰۱ درصد از ترکیبات را تشکیل می‌دهند.

جدول۱. ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس کندر

ردیف	ترکیبات	درصد
۱	Acetic acid, ethyl ester	۰/۶۹
۲	α-Pinene	۱/۸۰
۳	Sabinene	۰/۱۶
۴	β-Pinene	۰/۲۰
۵	Limonnene	۷/۰۱
۶	Tranns-β-ocimene	۱/۲۹
۷	n-octanol	۳/۷۴
۸	Linalool	۱/۳۷
۹	Cyclobutene	۱/۴۰
۱۰	n-Octyl acetate	۵۶/۰۹
۱۱	d-Nerolidol	۱/۵۲
۱۲	Cembrene	۰/۵۴
۱۳	1-(1-methylethenyl)	۲/۸۴
۱۴	β-elemene	۱/۱۴
۱۵	Δ-4-carene (Camphene)	۰/۶۸
۱۶	Phenanthrene	۷/۹۳
۱۷	Biformene-Naphthalene	۰/۸۳
۱۸	β-damascone	۰/۲۸
۱۹	(R)-(-)-Cembrene	۰/۱۹
۲۰	5,5-Dimethyl-3-oxo-1-pyrroline	۲/۰۸
۲۱	Zinc,dipentyl-(CAS)	۷/۰۸
	جمع کل	۹۸/۸۶

حلالیت: اثر غلظت اسانس کندر بر حلالیت فیلم خوراکی ژلاتین در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد با افزودن اسانس، درصد حلالیت در تمامی تیمارها نسبت به تیمار شاهد (فیلم ژلاتین بدون اسانس کندر) به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<0/05$). با افزایش میزان اسانس کاهش بیشتری در میزان حلالیت فیلم‌ها مشاهده شد به‌طوری که کمترین میزان حلالیت در تیمارهای با ۴ درصد و ۶ درصد به ترتیب با مقادیر ۳۶/۷۳ درصد و ۳۸/۴۳ درصد مشاهده شد.

نفوذپذیری: نفوذپذیری به بخار آب فیلم‌های ژلاتین حاوی اسانس کندر در جدول ۲ نشان داده شده است. در تمامی تیمارها نفوذپذیری نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($p<0/05$). با این وجود با افزایش درصد اسانس میزان نفوذپذیری در فیلم‌ها افزایش یافت. به‌طور کلی بیشترین و کمترین میزان آن مربوط به فیلم شاهد و فیلم حاوی ۲ درصد اسانس بود که به ترتیب از $gm^{1-}s^{1-}Pa^{1-}$ $^{-11}$ ۱۰×۶/۳۹ به $gm^{1-}s^{1-}Pa^{1-}$ $^{-11}$ ۱۰×۱/۹۸ کاهش یافت.

ویژگی‌های مکانیکی: ویژگی‌های مکانیکی (قدرت کشش (مگاپاسگال) و افزایش طول تا نقطه شکست (درصد)) فیلم‌های ژلاتین با درصدهای مختلف اسانس کندر در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با افزودن غلظت‌های مختلف اسانس کندر، افزایش طول تا نقطه شکست (کشش‌پذیری) و قدرت کشش در تمامی تیمارها نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0/05$). کمترین و بیشترین میزان افزایش طول تا نقطه شکست به ترتیب در فیلم شاهد (۳۶/۴ درصد) و فیلم حاوی ۲ درصد اسانس کندر (۷۷/۳۶ درصد) مشاهده شد. با افزایش بیشتر اسانس درصد کشش‌پذیری کاهش یافت. همچنین کمترین و بیشترین میزان قدرت کشش مربوط به فیلم شاهد (۹/۴ مگاپاسکال) و فیلم حاوی ۴ درصد اسانس (۱۸/۵ مگاپاسکال) بود. با افزایش اسانس تا سطح ۶ درصد این مقدار به ۱۲/۸ مگاپاسکال کاهش یافت.

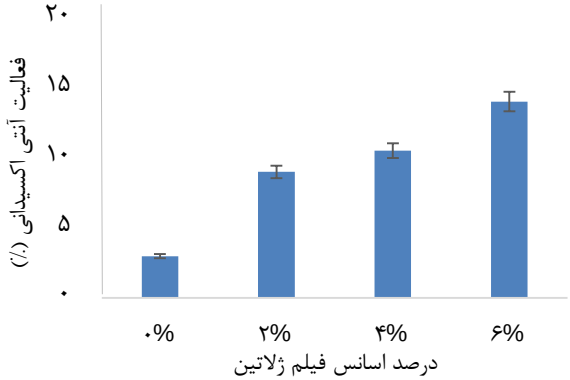
فعالیت آنتی‌اکسیدانی: شکل ۱ نشان‌دهنده فعالیت آنتی‌اکسیدانی تیمارها می‌باشد. اسانس کندر در افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیلم ژلاتین مؤثر بود ($p<0/05$). با افزایش درصد اسانس قدرت مهار رادیکال‌های DPPH افزایش یافت به‌طوری که کمترین و بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در فیلم شاهد (۲/۹۸ درصد) و فیلم حاوی ۶ درصد اسانس (۱۴/۰۴ درصد) مشاهده شد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

جدول۲. محلولیت، نفوذپذیری و خواص مکانیکی فیلم‌های ژلاتین حاوی اسانس کندر

نوع فیلم (درصد اسانس)	مقاومت به کشش (مگاپاسکال)	میزان کشش‌پذیری (درصد)	محلولیت (٪)	نفوذپذیری ($\times10^{-11}$ $gm^{1-}s^{1-}Pa^{1-}$)
٪۰	۳۶/۴۰ ± ۱/۸^{c*}	۹/۴ ± ۱/۴^{d}	۵۳/۵۰ ± ۱/۳^{a}	۶/۳۹ ± ۰/۲۰^{a}
٪۲	۷۷/۳۶ ± ۳/۶^{a}	۱۴/۷ ± ۲/۲^{b}	۴۷/۶۶ ± ۲/۱^{b}	۱/۹۸ ± ۰/۳۱^{c}
٪۴	۶۴/۴۱ ± ۲/۴^{b}	۱۸/۵ ± ۲/۱^{a}	۳۶/۷۳ ± ۳/۰^{c}	۲/۲۶ ± ۰/۱۸^{c}
٪۶	۶۳/۲۶ ± ۱/۵^{b}	۱۲/۸ ± ۱/۱^{c}	۳۸/۴۳ ± ۲/۶^{c}	۴/۴ ± ۰/۰۹^{b}

*حروف کوچک متفاوت در هر سطر بیانگر معنی‌دار بودن اعداد در یک ستون است (P<۰/۰۵).



شکل۱. فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیلم ژلاتین حاوی اسانس کندر

فعالیت ضدمیکروبی: فعالیت ضدمیکروبی فیلم‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. در تمام تیمارهای دارای اسانس کندر فعالیت ضدمیکروبی مؤثری در برابر هرسه گونه مورد آزمایش (استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیا کلی، باسیلوس سرئوس) مشاهده شد. با افزایش میزان اسانس فعالیت ضدمیکروبی نیز افزایش یافت (p<۰/۰۵). علاوه‌براین فعالیت ضدمیکروبی بیشتری در برابر گرم مثبت‌ها مشاهده شد.

واکنش‌های شیمیایی بین اجزا از طریق طیف فروسرخ با تبدیل فوریه (FT-IR): واکنش های شیمیایی بین اجزاء در شکل ۲ نشان داده شده است. مهمترین پیک‌های فیلم ژلاتین شامل آمید A (پیوند هیدروژنی N-H کششی و O-H کششی)، آمیدB (C-H کششی و $-NH_2$ کششی)، آمیدI (ارتعاش کششی C=O و یا باند هیدروژنی متصل شده با COO^-)، آمیدII (ارتعاش خمشی گروه N-H و ارتعاشات کششی گروه‌های C-N)، آمیدIII (ارتعاشات کششی گروه‌های C-N و N-H محدوده آمیدی و یا ارتعاشات گروه‌های CH_2 گلایسین) است (۲۱).

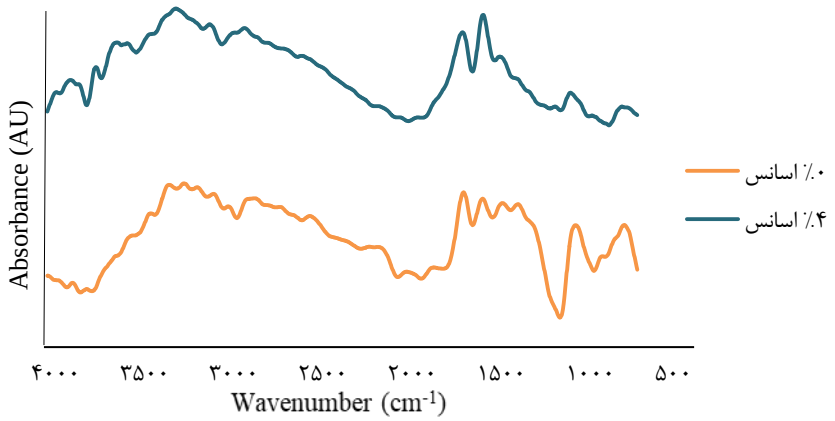
در طیف FT-IR مربوط به فیلم شاهد (بدون اسانس)، پیک‌های مربوط به فرکانس‌های آمیدA، آمیدB، آمیدI، آمیدII و آمیدIII به ترتیب در طول موج‌های ۳۲۷۸ cm^{-1}، ۲۹۴۳، ۱۶۳۹، ۱۵۳۹ و ۱۲۳۰ مشاهده شدند. در فیلم حاوی ۴ درصد اسانس کندر نسبت به فیلم شاهد، تغییرات در شیفت پیوندها و افزایش سطح زیر پیک‌ها خصوصاً در ناحیه آمیدII ایجاد شده است. این تغییرات می‌تواند به دلیل پیوند گروه‌های عاملی n-اکتیل استات با گروه‌های عاملی ژلاتین (خصوصاً پیوندهای آروماتیک) باشد. همچنین موج‌های مربوط به آمیدIII در فیلم ۴ درصد با شدت کمتری نسبت به فیلم شاهد ظاهر شد. در فیلم ۴ درصد پیک‌های مربوط به آمیدA و آمیدB به طول موج پایین‌تر شیفت پیدا کردند و با شدت بیشتری نسبت به فیلم شاهد ظاهر شدند. تغییر شیفت به طول موج پایین‌تر در این نواحی می‌تواند به دلیل افزایش پیوندهای شیمیایی و میانکنش‌های هیدروژنی مربوط به CH_2^- و CH_3 کششی، C=C-H کششی و CO-H کششی میان ترکیبات اسانس و زنجیره پروتئینی باشد (۱). یکی دیگر از تغییرات مشاهده شده، مربوط به ناحیه ۹۹۹ cm^{-1} در فیلم شاهد بود که به ناحیه ۱۰۲۹ cm^{-1} در فیلم حاوی ۴ درصد اسانس شیفت پیدا کرد. این شیفت طول موج می‌تواند در نتیجه ایجاد ارتعاشات کششی بین ترکیبات اسانس و بستر فیلم باشد.

جدول۳. فعالیت ضدمیکروبی فیلم ژلاتین حاوی اسانس کندر

نوع فیلم (درصد اسانس)	باسیلوس سرئوس	اشرشیاکلی	استافیلوکوکوس اورئوس
٪۰	-	-	-
٪۲	۹/۷۷ ± ۰/۲۵^{c*}	۸/۶۰ ± ۰/۱۰^{c}	۹/۹۰ ± ۰/۱۷^{c}
٪۴	۱۱/۰۲ ± ۰/۰۸^{b}	۱۰/۰۳ ± ۰/۵۸^{b}	۱۱/۱۳ ± ۰/۲۳^{b}
٪۶	۱۲/۱۷ ± ۰/۲۱^{a}	۱۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{a}	۱۲/۰۳ ± ۰/۱۵^{a}

*حروف کوچک متفاوت در هر سطر بیانگر معنی‌دار بودن اعداد در یک ستون است (P<۰/۰۵).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]



شکل۲. نمودار FTIR فیلم‌های ژلاتین با و بدون اسانس کندر

• بحث

ژلاتین نفوذپذیری نسبت به فیلم شاهد کاهش یافت. با این حال با افزایش غلظت اسانس کندر روند افزایشی در نفوذپذیری مشاهده شد. ماهیت روغنی اسانس از یک سو و اشباع شدن ظرفیت واکنش‌پذیری مولکول ژلاتین از سوی دیگر هرکدام می‌توانند دلیل بر افزایش مجدد در نفوذپذیری فیلم‌ها باشند. وجود هیدروکربن‌های مونوترپن در اسانس کندر نقش عمده‌ای در افزایش آبگریزی فیلم ژلاتین دارد (۲۶). علاوه بر ماهیت روغنی اسانس، نوع و غلظت اسانس نیز ممکن است در خصوصیات سد بخار آب بستر آبدوست فیلم مؤثر باشد (۲۵، ۶). احمد و همکاران فیلم‌های ژلاتینی را با اسانس‌های ترنج یا لیموترش بررسی کردند و بیان کردند که آن‌ها نفوذپذیری را به طور متفاوتی تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۲).

خواص مکانیکی در فیلم‌های خوراکی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها در بیان دوام و توانایی آن در افزایش یکپارچگی مکانیکی ساختار فیلم و همچنین حداکثر توانایی فیلم‌ها در برابر تنش می‌باشد (۲۴). تأثیر اسانس‌ها بر خواص مکانیکی فیلم‌ها به شدت به ویژگی‌های اسانس و ظرفیت آن برای تعامل با بستر بیوپلیمر بستگی دارد (۲۷). افزودن غلظت‌های مختلف اسانس کندر به فیلم ژلاتین سبب افزایش میزان قدرت کششی و افزایش طول تا نقطه شکست، نسبت به فیلم شاهد شد. اسانس معمولاً در دمای اتاق مایع است و حضور آن در ساختار فیلم به شکل قطرات روغن به راحتی تغییر شکل می‌یابد و باعث افزایش انعطاف‌پذیری فیلم می‌شود (۲۲). علت ایجاد مارپیچ سه‌گانه در مولکول‌های ژلاتین علاوه بر افزودن هرگونه ترکیب به بستر فیلم خوراکی ممکن است ویژگی‌ها و خواص فیلم و همچنین ماده غذایی بسته‌بندی شده در آن را تحت تأثیر قرار دهد. مطالعات قبلی نشان داده است که اسانس‌های مختلف تأثیرات متفاوتی بر خواص فیلم‌های خوراکی دارند. نتایج نشان داد که در نتیجه افزودن اسانس کندر به فیلم ژلاتین حلالیت، نفوذپذیری، خواص مکانیکی، خواص آنتی‌اکسیدانی و میکروبی تمامی تیمارها نسبت به فیلم شاهد (بدون اسانس) بهبود یافت.

حلالیت را می‌توان معیار مقاومت در برابر آب و یکپارچگی فیلم دانست (۲۲). با افزودن اسانس کندر (در غلظت‌های متفاوت) میزان حلالیت در تمامی تیمارها نسبت به فیلم شاهد کاهش یافت. توضیحی برای این مشاهدات ویژگی‌های آبدوستی ژلاتین می‌باشد که در نتیجه آن مولکول‌های آب قادر به نفوذ در فیلم شاهد خواهند بود (۲۳). در نتیجه افزودن اسانس کندر، اجزاء غیر قطبی اسانس به طور مطلوب با دامنه آبدوست ژلاتین در تعامل بوده و فشرده‌تر شده در نتیجه منجر به کاهش میل ترکیبی با آب و افزایش آبگریزی فیلم حاصل می‌شود (۲۲). نتایج اختر و همکاران نیز نشان‌دهنده کاهش در حلالیت فیلم‌ها در اثر افزودن اسانس روزماری و نعناع بود (۲۴).

نفوذپذیری به عنوان نرخ انتقال آب به نیرو محرکه فشار بخار تعریف می‌شود و معمولاً از طریق یک روش گرانشی اندازه‌گیری می‌شود (۲۳،۲۵). فرآیند انتقال بخار آب در فیلم‌ها به نسبت آبدوست- آب‌گریز ترکیبات فیلم بستگی دارد (۱۲). نتایج نشان داد که با افزودن اسانس کندر به فیلم

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

می‌تواند سبب خاتمه مکانیسم واکنش زنجیره پراکسید گردد (۱۲). نتایج نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی ضعیف در فیلم شاهد با افزودن اسانس کندر در تمامی تیمارها افزایش یافت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شده در فیلم شاهد می‌تواند دلیل بر وجود پپتیدهای فعال بیولوژیکی مانند گلیسین و پرولین باشد (۳۱، ۱۲).

اثربخشی فیلم خوراکی در برابر رشد میکروبی به ماهیت اسانس و نوع میکروارگانیسم بستگی دارد. فیلم‌های فعال ژلاتین حاوی اسانس کندر فعالیت ضدمیکروبی علیه هر سه گونه باکتریایی استافیلوکوکوس اورئوس، باسیلوس سرئوس و اشرشیاکلی به نمایش گذاشتند. معمولاً اسانس‌ها از طریق مکانیسم‌های مختلفی از جمله: اختلال در غشای سلولی فسفولیپیدی و نشت سیتوپلاسم، واکنش با آنزیم‌های تنفسی غشاء سلولی و همچنین مهار سنتز آنزیم در میتوکندری، تأثیر بر ماده ژنتیکی و ترکیبات هسته‌ایی توسط ترکیبات الکتروفیل، کاهش انرژی در سلول‌های میکروبی ناشی از آزاد سازی پروتون گروه‌های هیدروکسیل و یا تشکیل اسیدهای چرب هیدروپراکسیداز (ناشی از اکسیژن رسانی اسیدهای چرب اشباع نشده) می‌توانند بر میکروارگانیسم‌ها اثرگذار باشند (۳۲).

فیلم‌های خوراکی حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدان و ضدمیکروب، دسته عمده‌ای از بسته‌بندی‌های فعال و امیدوار کننده برای افزایش زمان ماندگاری محصول به شمار می‌آیند (۳۳). به دلیل درگیر بودن ترکیبات فعال در ساختار فیلم ژلاتین (بسته به ماهیت ترکیب و میزان تعامل آن با ژلاتین)، این ترکیبات به صورت تدریجی و در طول زمان انتشار می‌یابند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی به نمایش گذاشته شده می‌تواند نتیجه فعالیت اهداء کننده‌های قوی هیدروژن شامل هیدروکربن‌های مونوترپن (لیمونن، α-پینن، β-پینن، کامفن) و مشتقات مونوترپن‌های اکسیژن‌دار (لینالئول) و همچنین وجود مقدار زیاد n-اکتیل استات (مشتقات الکل و استر) در اسانس کندر باشد. علاوه‌براین، مواد تشکیل دهنده جزئی (با غلظت کم) در ترکیبات اسانس می‌توانند اثر سینرژیست در بروز فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی داشته باشند (۳۴). به طور کلی نتایج حاکی از آن است که می‌توان از فیلم‌های ژلاتین حاوی اسانس کندر به طور مؤثری برای نگهداری محصولات غذایی فسادپذیر استفاده نمود.

زنجیره‌های تری‌پلی‌پپتید گلایسین- پرولین- هیدروپرولین، همبستگی‌های درون و بین مولکولی شامل گروه‌های هیدروکسی لایزین (Hyl) و مشتقات آلدهید از آن می‌باشد (۲۸). این گروه‌ها با ترکیبات مختلف پیوند برقرار می‌کنند. افزودن اسانس‌های مختلف (با داشتن ماهیت روغنی) به ماتریس فیلم می‌تواند باعث افزایش حجم آزادی بین مولکول‌های پروتئین گردد. درنتیجه سبب می‌شود که گروه‌های هیدروکسی لایزین و مشتقات آلدهیدها از حداکثر ظرفیت خود برای ایجاد پیوند استفاده کنند. در نتیجه حضور اسانس ممکن است تنظیم مجدد شبکه پروتئین را به روشی که فیلم‌ها را تقویت می‌کند، القا کند. برخی از ترکیبات موجود در اسانس ممکن است بتوانند زنجیره ژلاتین را به هم متصل کرده و با ایجاد برهمکنش‌های مناسب سبب تقویت ساختار فیلم گردند (۲۹). مهرج احمد و همکاران به نتایج مشابهی از فیلم‌های ژلاتین حاوی اسانس‌های ترنج و لیموترش دست یافتند. آن‌ها بیان کردند که وجود مقدار مناسب اسانس به دلیل داشتن ترکیبات مختلف می‌تواند از طریق ایجاد و تقویت پیوندهای شیمیایی باعث تقویت زنجیره‌های پروتئین گردد (۲۲).

نتایج حاکی از آن است که افزودن اسانس در مقدار بیش از حد (بیش از ظرفیت واکنش‌پذیری اسانس و پروتئین) به احتمال زیاد منجر به ایجاد یک ساختار ناهمگن در فیلم می‌شود که دارای ناپیوستگی یا بی‌نظمی است. با این وجود سطح مناسب اسانس می‌تواند بستر فیلم را از طریق تقویت تعامل بین زنجیره‌های پروتئین تقویت کند (۲۲).

به طور کلی برهمکنش میان بیوپلیمرها ممکن است دلیل کاهش حلالیت، نفوذپذیری و به دنبال آن تقویت خواص مکانیکی باشد (۳۰). فعل و انفعالات الکتروستاتیک هیدروژنی و کووالانسی بین شبکه ژلاتین و ترکیبات اسانس کندر، در دسترس بودن گروه‌های هیدروژنی را برای تشکیل پیوند آبدوست با آب محدود کرده متعاقباً سبب کاهش میل فیلم ژلاتین به سمت آب می‌شود. همچنین به نظر می‌رسد همان فعل و انفعالات گروه‌های عاملی ژلاتین با اجزاء اسانس کندر باعث تقویت خصوصیات مکانیکی فیلم‌ها می‌شود. در نتیجه خصوصیات سد آب، حلالیت و خواص مکانیکی فیلم بهبود می‌یابد.

اکسیداسیون لیپیدها مسئول ایجاد بوها و طعم نامناسب، کاهش کیفیت ماده غذایی و تشکیل ترکیبات سمی است (۲۶). حضور اسانس در ساختار فیلم به دلیل توانایی آن‌ها در اهداء اتم‌های هیدروژن یا الکترون و گرفتن رادیکال‌های آزاد،

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

References

1. Ejaz M, Arfat YA, Mulla M, Ahmed J. Zinc oxide nanorods/clove essential oil incorporated Type B gelatin composite films and its applicability for shrimp packaging. Food Packaging and Shelf Life. 2018;15:113-21.
2. Al-Hassan A, Norziah M. Starch–gelatin edible films: water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. Food Hydrocolloids. 2012;26(1):108-17.
3. Sorrentino A, Gorrasi G, Vittoria V. Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications. Trends in Food Science & Technology. 2007;18(2):84-95.
4. Alparslan Y, Yapıcı HH, Metin C, Baygar T, Günlü A, Baygar T. Quality assessment of shrimps preserved with orange leaf essential oil incorporated gelatin. LWT-Food Science and Technology. 2016;72:457-66.
5. Taghizadeh M, Mohammadifar MA, Sadeghi E, Rouhi M, Mohammadi R, Askari F, et al. Photosensitizer-induced cross-linking: A novel approach for improvement of physicochemical and structural properties of gelatin edible films. Food Research International. 2018;112:90-7.
6. Martucci JF, Gende LB, Neira L, Ruseckaite RA. Oregano and lavender essential oils as antioxidant and antimicrobial additives of biogenic gelatin films. Industrial Crops and Products. 2015;71:205-13.
7. Lian H, Shi J, Zhang X, Peng Y. Effect of the added polysaccharide on the release of thyme essential oil and structure properties of chitosan based film. Food Packaging and Shelf Life. 2020;23:100467.
8. Echeverría I, López-Caballero ME, Gómez-Guillén MC, Mauri AN, Montero MP. Active nanocomposite films based on soy proteins-montmorillonite-clove essential oil for the preservation of refrigerated bluefin tuna (Thunnus thynnus) fillets. International journal of food microbiology. 2018;266:142-9.
9. Xiong Y, Li S, Warner RD, Fang Z. Effect of oregano essential oil and resveratrol nanoemulsion loaded pectin edible coating on the preservation of pork loin in modified atmosphere packaging. Food Control. 2020:107226.
10. Ahmed J, Mulla M, Arfat YA, Bher A, Jacob H, Auras R. Compression molded LLDPE films loaded with bimetallic (Ag-Cu) nanoparticles and cinnamon essential oil for chicken meat packaging applications. LWT. 2018;93:329-38.
11. Ranjbaryan S, Pourfathi B, Almasi H. Reinforcing and release controlling effect of cellulose nanofiber in sodium caseinate films activated by nanoemulsified cinnamon essential oil. Food Packaging and Shelf Life. 2019;21:100341.
12. Bonilla J, Poloni T, Lourenço RV, Sobral PJ. Antioxidant potential of eugenol and ginger essential oils with gelatin/chitosan films. Food bioscience. 2018;23:107-14.
13. Noori S, Zeynali F, Almasi H. Antimicrobial and antioxidant efficiency of nanoemulsion-based edible coating containing ginger (Zingiber officinale) essential oil and its effect on safety and quality attributes of chicken breast fillets. Food control. 2018;84:312-20.
14. Tongnuanchan P, Benjakul S, Prodpran T, Pisuchpen S, Osako K. Mechanical, thermal and heat sealing properties of fish skin gelatin film containing palm oil and basil essential oil with different surfactants. Food Hydrocolloids. 2016;56:93-107.
15. Prakash B, Mishra PK, Kedia A, Dubey N. Antifungal, antiaflatoxin and antioxidant potential of chemically characterized Boswellia carterii Birdw essential oil and its in vivo practical applicability in preservation of Piper nigrum L. fruits. LWT-Food Science and Technology. 2014;56(2):240-7.
16. Mothana RA, Hasson SS, Schultze W, Mowitz A, Lindequist U. Phytochemical composition and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of three endemic Soqotraen Boswellia species. Food chemistry. 2011;126(3):1149-54.
17. Taheri-Behrooz F, Maher BM, Shokrieh M. Mechanical properties modification of a thin film phenolic resin filled with nano silica particles. Computational Materials Science. 2015;96:411-5.
18. ASTM (2005). Standard test method for water vapor transmission of materials (E 96-05). Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia, PA: American Society for Testing Materials.
19. ASTM (2002). Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. Annual book of ASTM. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Material., D 882-02.
20. Dou L, Li B, Zhang K, Chu X, Hou H. Physical properties and antioxidant activity of gelatin-sodium alginate edible films with tea polyphenols. International journal of biological macromolecules. 2018;118:1377-83.
21. Uranga J, Leceta I, Etxabide A, Guerrero P, De La Caba K. Cross-linking of fish gelatins to develop sustainable films with enhanced properties. European Polymer Journal. 2016;78:82-90.
22. Ahmad M, Benjakul S, Prodpran T, Agustini TW. Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leatherjacket incorporated with essential oils. Food hydrocolloids. 2012;28(1):189-99.
23. Chin SS, Lyn FH, Hanani ZN. Effect of Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) gel on the physical and functional properties of fish gelatin films as active packaging. Food packaging and shelf life. 2017;12:128-34.
24. Akhter R, Masoodi F, Wani TA, Rather SA. Functional characterization of biopolymer based composite film: Incorporation of natural essential oils and antimicrobial agents. International journal of biological macromolecules. 2019;137:1245-55.
25. Atarés L, Chiralt A. Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. Trends in food science & technology. 2016;48:51-62.
26. Wu J, Ge S, Liu H, Wang S, Chen S, Wang J, et al. Properties and antimicrobial activity of silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) skin gelatin-chitosan

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

films incorporated with oregano essential oil for fish preservation. Food Packaging and Shelf Life. 2014;2(1):7-16.

27. Pereda M, Amica G, Marcovich NE. Development and characterization of edible chitosan/olive oil emulsion films. Carbohydrate polymers. 2012;87(2):1318-25.

28. Hanani ZN, Roos YH, Kerry J. Use and application of gelatin as potential biodegradable packaging materials for food products. International journal of biological macromolecules. 2014;71:94-102.

29. Tongnuanchan P, Benjakul S, Prodpran T. Properties and antioxidant activity of fish skin gelatin film incorporated with citrus essential oils. Food Chemistry. 2012;134(3):1571-9.

30. Ganiari S, Choulitoudi E, Oreopoulou V. Edible and active films and coatings as carriers of natural antioxidants for lipid food. Trends in Food Science & Technology. 2017;68:70-82.

31. Alexandre EMC, Lourenço RV, Bittante AMQB, Moraes ICF, do Amaral Sobral PJ. Gelatin-based films reinforced with montmorillonite and activated with nanoemulsion of ginger essential oil for food packaging applications. Food Packaging and Shelf Life. 2016;10:87-96.

32. Azarifar M, Ghanbarzadeh B, Khiabani MS, Basti AA, Abdulkhani A, Noshirvani N, et al. The optimization of gelatin-CMC based active films containing chitin nanofiber and Trachyspermum ammi essential oil by response surface methodology. Carbohydrate polymers. 2019;208:457-68.

33. Jridi M, Hajji S, Ayed HB, Lassoued I, Mbarek A, Kammoun M, et al. Physical, structural, antioxidant and antimicrobial properties of gelatin–chitosan composite edible films. International journal of biological macromolecules. 2014;67:373-9.

34. Hashemi SMB, Khaneghah AM. Characterization of novel basil-seed gum active edible films and coatings containing oregano essential oil. Progress in Organic Coatings. 2017;110:35-41.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

Effects of Olibanum Essential Oil on Physicochemical, Structural, Antioxidant and Microbial Characteristics of Gelatin Edible Films

Fallah M[1], Rouhi M[2], Sadeghi E[2], Zahra Sarlak Z[3], Alizadeh Moghadam M, Mohammadi R[4]*

1-Student Research Committee, Department of Food Science and Technology, School of Nutritional Sciences and Food Technology, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

2-Department of Food Science and Technology, School of Nutritional Sciences and Food Technology, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

3-Student Research Committee, Department of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

*4- *Corresponding author: Associate Prof, Department of Food Science and Technology, School of Nutritional Sciences and Food Technology, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran. Email: r.mohammadi@kums.ac.ir*

Received 16 Apr, 2020 **Accepted 24 Jun, 2020**

Background and Objectives: Active packaging is an improved form of conventional packaging that can preserve quality of foods and increase durability and safety of food products due to their antimicrobial and antioxidant characteristics.

Materials & Methods: In this study, effects of olibanum essential oil on physicochemical, structural, antimicrobial and antioxidant characteristics of gelatin edible films were investigated. Various concentrations of olibanum essential oil (0.2, 4 and 6% w/v) were added to the gelatin solutions.

Results: Results showed that water vapor permeability and solubility decreased significantly in all treatments containing olibanum essential oil, compared to control treatments (with no olibanum essential oils) (p<0.05). Moreover, tensile strength and elongation at break increased significantly in all treatments compared to control treatments (p< 0.05). Fourier-transform infrared spectroscopy analysis showed good interactions between gelatin and olibanum essential oil components. Hydrogen and covalent electrostatic interactions between the gelatin network and olibanum essential oil compounds limited availability of the hydrogen groups to form hydrophilic bonds with water. Subsequently, tendency of the gelatin films to water decreased. In addition to antioxidant activity, treatments containing olibanum essential oil exhibited good antimicrobial activities against the Gram-positive and Gram-negative bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Bacillus cereus*).

Conclusion: Results of this study have shown that gelatin composite films containing olibanum essential oil can be used for food storage by decreasing chemical and microbial spoilages.

Keywords: Olibanum essential oil, Gelatin edible films, Antioxidant activity, Antimicrobial activity

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]