

# استفاده از اسانس‌های روغنی در فیلم‌ها و پوشش‌های زیست تجزیه‌پذیر برای بسته‌بندی فعال مواد غذایی

مریم ذکایی<sup>۱\*</sup>، مهدی فرهودی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت مقاله: خرداد ماه ۱۳۹۵

تاریخ پذیرش مقاله: مهرماه ۱۳۹۵

## چکیده

مشتقات مواد نفتی مانند پلاستیک‌ها مشکلات زیست محیطی جدی را به وجود آورده‌اند. به همین منظور، تحقیقات اخیر بر روی بهبود بسته‌بندی خوراکی زیست تجزیه‌پذیر برای مواد غذایی تأکید دارند. تولید این نوع بسته‌بندی جدید، نیازمند بررسی تأثیر هر یک از اجزای تشکیل‌دهنده ماده بسته‌بندی بر روی ویژگی‌های اساسی آن است. اسانس‌های روغنی ترکیبات حائز اهمیتی جهت استفاده در بسته‌بندی زیست تجزیه‌پذیر مواد غذایی داشته که این اساساً به دلیل طبیعی بودن و خواص عملکردی (آنتی‌اکسیدان/ضدمیکروبی) آن‌ها است و ممکن است خاصیت خوراکی - زیست تجزیه‌پذیری فیلم‌ها در بسته‌بندی مواد غذایی بر خواص مختلف (ظاهر، بافت و...) تأثیر بگذارد که همه این عوامل مستقیماً روی مشتری‌پسندی محصول نیز تأثیر خواهد داشت. هدف این مقاله مرور آخرین یافته‌ها در مورد چگونگی تأثیر اسانس‌های روغنی بر روی ویژگی‌های فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی از جمله ساختار مولکولی، خواص فیزیکی (بافت، ممانعت‌کنندگی و ظاهر)، ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی است. آنچه که تاکنون از مطالعات مختلف حاصل شده است این است که اسانس‌های روغنی بر روی یکپارچگی ماتریس پلیمر تأثیر می‌گذارند و این امر بسته به نوع واکنش روغن و پلیمر منجر به بروز تغییرات فیزیکی می‌شود. به طور کلی، ساختار فیلم با افزودن روغن تضعیف می‌شود در صورتی که خاصیت ضدآبی آن تقویت می‌شود و شفافیت فیلم کاهش می‌یابد. اسانس‌های روغن می‌توانند خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی را در فیلم ایجاد نمایند. ترکیب اسانس و واکنش‌های روغن - پلیمر تأثیر آنرا به عنوان یک جزء فعال تعیین می‌نماید.

## واژه‌های کلیدی

### ۱- مقدمه

پلاستیک‌های مرسوم از مشتقات نفتی هستند که هشدارهای جدی زیست محیطی را در بر دارند. فیلم‌ها و پوشش‌های زیست تجزیه‌پذیر به دلیل اینکه در ترکیب آن‌ها چندین پلیمر زیستی جهت استفاده در تولید بسته‌بندی‌های غذایی دوستدار محیط زیست، قرار گرفته است، جایگزین‌های خوبی برای مواد پلاستیکی معمولی

فیلم‌های زیست تجزیه‌پذیر، فیلم‌های خوراکی، پوشش‌های خوراکی، بسته‌بندی غذایی، اسانس‌های روغنی

۱- کارشناس آزمایشگاه غذا و دارو - دانشگاه علوم پزشکی شیراز.

(\* نویسنده مسئول: mryzokaiei@gmail.com)

۲- دکتری، استاد یار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران (farhoodi@sbmu.ac.ir).

مورد استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی مرور می‌کند که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود؛

- ۱- خواص فیزیکی و ریز ساختاری (مولکولی)
- ۲- قدرت آنتی‌اکسیدانی
- ۳- ظرفیت ضد میکروبی

## ۲- تأثیر اسانس‌های روغنی روی ساختار مولکولی فیلم‌ها

مشاهده کیفی ترکیبات قرار گرفته در ساختار فیلم اغلب توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی<sup>۴</sup> (SEM) و یا میکروسکوپ الکترونی عبوری<sup>۵</sup> (TEM) انجام می‌شود. بارها در مطالعات گوناگون (SEM) برای ارزیابی ساختار فیلم‌هایی که در آن‌ها اسانس‌های روغنی وجود دارد جهت مقایسه آن‌ها با فیلم‌های بدون چربی استفاده شده است [۱۲].

برخلاف مواد بسته‌بندی غذایی با پایه پلاستیک‌های معمولی غیرقطبی، فیلم‌های زیست‌تجزیه‌پذیر خوراکی معمولاً بر پایه مواد آبدوست مانند پروتئین‌ها یا پلی‌ساکاریدها هستند که با قالب‌ریزی پراکنده‌سازی در محیط آبی و سپس خشک نمودن آن‌ها حاصل می‌گردد. اتصال اسانس‌های روغنی در پراکنده‌سازی تشکیل‌دهنده فیلم با به کار بردن روش‌های امولسیون<sup>۶</sup> و هوموژن کردن<sup>۷</sup> انجام می‌شود [۱۲].

به طور معمول مشاهده شده که ساختار مولکولی نهایی فیلم‌ها تحت تأثیر سازماندهی ساختاری ترکیبات موجود در پراکنده‌سازی تشکیل‌دهنده فیلم است. علاوه بر این، طول دوره خشک کردن نقش مهمی دارد که ممکن است سبب بروز پدیده‌های ناپایداری مانند انعقاد قطره‌ای، تشکیل لخته و خامه‌ای شدن گردد. همسو با تبخیر آب، فاز پراکنده روغن افزایش یافته و بنابراین به دنبال آن

هستند [۱]. فیلم‌های خوراکی لایه‌های نازکی از مواد قابل خوردن هستند که به محض شکل گرفتن می‌توانند بر روی مابین ترکیبات غذایی قرار گیرند، در حالی که یک پوشش خوراکی به عنوان پوشش فقط روی یک محصول غذایی قرار می‌گیرد. مرسوم‌ترین موادی که برای فرمولاسیون<sup>۱</sup> فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی زیست‌تجزیه‌پذیر مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل پلی‌ساکاریدها<sup>۲</sup>، لیپدها و پروتئین‌ها بوده که ترکیبی از این‌ها مجموعه‌ای از ویژگی‌های بهبود یافته را فراهم می‌کند [۱۷]. به منظور کاهش استفاده از مواد افزودنی شیمیایی، استفاده از افزودنی‌های طبیعی به دلیل داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی و همچنین عدم تأثیر منفی بر سلامت انسان به صورت روز افزون رو به افزایش است [۳].

اسانس‌های روغنی از گیاهان و ادویه‌هایی که خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی دارند، استخراج می‌شود [۳۷]. به علاوه بیشتر آن‌ها به عنوان مواد<sup>۳</sup> (GRAS) (به طور کلی ایمن) شناخته شده‌اند [۲۴]. اگرچه استفاده از آن‌ها به عنوان مواد نگهدارنده به دلیل عطر و طعم قوی محدودیت دارد. برای رفع این مشکل اسانس‌های روغنی می‌توانند در فیلم‌های خوراکی استفاده شوند [۲۴]. در سال‌های اخیر، اسانس‌های روغنی به عنوان افزودنی در فیلم‌های خوراکی زیست‌تجزیه‌پذیر به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به دلیل طبیعت چرب آن‌ها، انتظار می‌رود که این ترکیبات نفوذپذیری نسبت به بخار را در فیلم‌های آبدوست کاهش دهند. ثابت شده است که این مواد می‌توانند در کنار تأمین خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی بر روی برخی خواص فیلم‌ها (کشش، ظاهر و ساختار) نیز تا حدودی تأثیر بگذارند. این مقاله مسائل مربوط به استفاده از اسانس‌های روغنی را به عنوان افزودنی در فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی

4- Scanning Electron Microscope  
5- Transmission Electron Microscope  
6- Emulsion  
7- Homogeneous

1- Formulation  
2- Polysaccharide  
3- Generally Recognized As Safe

سرعت انعقاد قطره‌ای نیز افزایش می‌یابد. در حقیقت اتلاف اسانس‌های روغنی در ساختار نهایی فیلم، توسط شاخص‌هایی که باعث افزایش پایداری امولسیون می‌شوند (مانند جذب سطحی پلیمرها در سطح قطره و افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته)، تقلیل می‌یابد [۲۸ و ۲۹]. بنابراین برهمکنش پلیمر- اسانس‌های روغنی روی پایداری امولسیون و ساختار مولکولی نهایی فیلم تأثیر می‌گذارد. با این وجود نه تنها ماهیت اسانس‌های روغنی بلکه روش هموژنیزاسیون<sup>۱</sup> نیز مکانیسم‌هایی را که روی ساختار مولکولی فیلم‌ها تأثیر می‌گذارد، تعیین می‌نماید [۱۲].

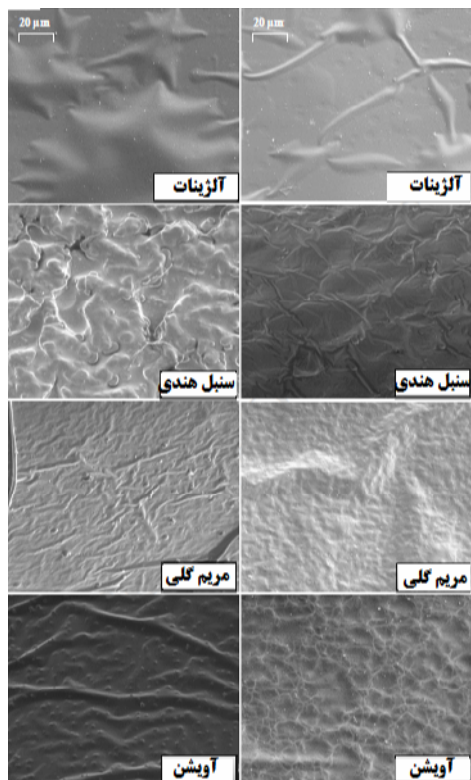
سنچز گونزالس<sup>۲</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۹ فیلم‌های هیدروکسی پلی‌متیل سلولز<sup>۳</sup> (HPMC) را همراه با اسانس روغنی درخت چای تهیه نمودند و مشاهده کردند که به دلیل بالا بودن گرانشی فاز پیوسته به صورت جزئی پدیده خامه‌ای<sup>۴</sup> شدن در ساختار فیلم رخ داده که این موضوع باعث بروز مقداری ناهمگنی در فیلم گردید [۳۰].

در سال (۲۰۱۱)، آرس<sup>۵</sup> و همکاران فیلم‌های (HPMC) را با عوامل آنتی‌اکسیدانی مختلف شامل اسانس روغنی زنجبیل ترکیب نمودند. حضور اسانس روغنی سبب ایجاد ناپیوستگی و در نتیجه ساختار بازتر و ضخامت بیشتر در فیلم‌ها نسبت به فیلم‌های بدون اسانس روغنی شد [۸].

اسویدو فانی<sup>۶</sup> و همکاران در سال (۲۰۱۵)، بیان کردند که قطرات روغن زنجبیل بر روی سطوح فیلم با کمک (SEM) قابل مشاهده‌اند. همچنین (SEM) برای مطالعات ساختاری فیلم‌های خوراکی که بر پایه نانو امولسیون‌های اسانس‌های روغنی بوده نیز مفید است. این محققین دریافتند زمانی که اسانس‌های روغنی (آویشن، سنبل هندی و مریم گلی) با

فیلم‌های آلژینات<sup>۷</sup> همراه باشند سبب افزایش در زبری سطح فیلم می‌شوند [۱].

نه تنها نسبت روغن‌ها بلکه ترکیب آن‌ها نیز روی ساختار نهایی فیلم‌ها تأثیرگذار است. آرس و همکاران در سال (۲۰۱۰)، فیلم‌های سدیم کازئینات را همراه با مقدار کمی اسانس‌های روغنی دارچین یا زنجبیل تهیه نمودند و مشاهده کردند که روغن دارچین به طور هموزن و یکنواخت در ماتریس<sup>۸</sup> پروتئینی توزیع شده در حالی که قطرات روغن زنجبیل مشاهده می‌شد. آن‌ها دریافتند که روغن‌های مختلف برهمکنش مختلفی با ماتریس پروتئینی و حلال می‌دهند [۷].



شکل ۱- عکس SEM از فیلم‌های آلژینات و سنبل

هندی، مریم گلی یا آویشن؛ ستون چپ: فیلم‌های خشک

شده با هوا ستون راست: فیلم‌های خشک شده با کاغذ

مایلار [۱]

- 1- Homogenisation
- 2- Sanchez-Gonzalez
- 3- Hydroxy Propyl Methyl Cellulose
- 4- Creaming
- 5- Atares
- 6- Acevedo-Fani

7- Algenat

8- Matrix

خواص بافتی فیلم‌های پروتئینی به ویژگی‌های چربی و ظرفیت آن برای واکنش با ماتریس پروتئینی بستگی دارد [۲۲]. مطالعات منتشر شده در ارتباط با اثر افزودن چربی‌ها بر خواص بافتی فیلم‌های خوراکی، تأثیرات متضادی را نشان داده‌اند. حضور چربی در ماتریس فیلم‌ها سبب به وجود آمدن یک ساختار ناهمگن می‌شود [۴۰]. این مسئله بر خواص بافتی فیلم‌ها تأثیر گذاشته که نوع تأثیر به ویژگی‌های چربی افزوده شده وابسته است. کاهش استحکام را می‌توان به صورت مختصر در اثر جایگزینی جزئی از برهمکنش قوی پلیمر-پلیمر با برهمکنش ضعیف پلیمر-روغن در شبکه فیلم توضیح داد [۳۳].

بونیللا<sup>۸</sup> و همکاران در سال (۲۰۱۲)، فیلم‌های کیتوزان را که در آن‌ها اسانس‌های روغنی ریحان یا آویشن حضور داشتند را مورد مطالعه قرار داده و متوجه شدند که القای تماس نزدیک پلیمر-روغن با هموژنیزاسیون تحت فشار زیاد سبب افزایش شکنندگی فیلم‌ها در زمان کشیدن آن‌ها شده که این به دلیل تأثیر تضعیف‌کننده بر روی ماتریس کیتوزان در حین القای واکنش‌های زنجیره‌ای است [۱۲].

### ۳-۱- ویژگی بازدارندگی

توانایی فیلم‌ها برای کاهش سرعت اتلاف رطوبت از محصول یک ویژگی حائز اهمیت بوده که بر روی کیفیت محصول غذایی اثر گذاشته و از این رو خواص بازدارندگی در برابر آب به ویژه برای یک محصول غذایی مرطوب باید مورد توجه قرار گیرد.

نفوذپذیری نسبت به بخار آب<sup>۹</sup> (WVP) در فیلم‌های خوراکی به طور معمول بر طبق یک روش گراویمتری<sup>۱۰</sup> سنجیده می‌شود ASTM E96-95 که غالباً برای کاربرد در مورد مواد آبدوست اصلاح می‌گردد. فرآیند انتقال بخار

ساختار فیلم‌ها به میزان زیادی بر ویژگی‌های فیزیکی آن تأثیر می‌گذارد. بینه وایدس<sup>۱</sup> و همکاران در سال (۲۰۱۲)، اسانس‌های روغنی پونه در نسبت‌های مختلف رابا فیلم‌های آلزینات ترکیب نمودند و مشاهده کردند که در فیلم‌های تهیه شده، بافت شل و ساختار اسفنج مانند مشاهده می‌شود. همچنین آن‌ها مشاهده کردند که با افزایش مقدار اسانس روغنی ساختار مذکور به حالت لایه‌ای تبدیل می‌گردد [۱۰].

آجه<sup>۲</sup> و همکاران در سال (۲۰۱۰)، روغن دارچین را همراه با فیلم‌های کیتوزان<sup>۳</sup> بررسی نمودند و مشاهده کردند که با افزودن اسانس روغنی، ساختار ورقه ورقه باریک در لایه‌های فشرده به وجود می‌آید. آن‌ها دریافتند که فیلم‌ها در ترکیب با این چربی (اسانس روغنی) خواص بازدارندگی بهتری در برابر آب، قدرت ارتجاعی بالاتر و قابلیت کشش کمتری دارند [۲۱].

### ۳- تأثیر حضور اسانس‌های روغنی در خواص فیزیکی فیلم‌های خوراکی

ویژگی‌های بافتی فیلم‌ها به طور معمول مطابق آزمون‌های بافتی (2001) ASTM<sup>4</sup> D882 انجام می‌شود. از جمله عوامل بافتی استفاده شده ضریب کشسانی<sup>۵</sup> (EM) و قدرت کششی<sup>۶</sup> (TS) است. این خواص برای بسته‌بندی مهم هستند. ویژگی‌های بافتی فیلم‌ها با کمک طیف وسیعی از شاخص‌ها مانند ویژگی‌های ساختار مولکولی تعیین می‌گردد [۲۰].

کاگ<sup>۷</sup> و همکاران در سال (۱۹۹۵)، بیان کردند که خواص بافتی فیلم‌های پروتئینی خوراکی به اجزای تشکیل‌دهنده فیلم، نسبت‌های مورد استفاده و شرایط آماده‌سازی بستگی دارد [۲۲]. تأثیر افزودن چربی‌ها روی

- 1- Benavides
- 2- Ojagh
- 3- Chitosan
- 4- American Society for Testing and Materials
- 5- Elastic modulus
- 6- Tensile Strength
- 7- Cug

- 8- Bonilla
- 9- Water Vapor Permiability
- 10- Gravimetric

آب در فیلم بستگی به نسبت اجزای تشکیل دهنده آبدوست - هیدروفیل<sup>۱</sup> دارد.

### ۲-۳- خواص ظاهری

خواص ظاهری (رنگ، شفافیت و درخشش) فیلم‌ها و پوشش‌ها ممکن است اثر قابل توجهی روی ظاهر محصولات غذایی داشته باشد. از این رو مشتری‌پسندتر هستند [۳۵].

### ۳-۳- رنگ

رنگ فیلم‌های خوراکی به طور مستقیم تحت تأثیر نوع و غلظت اسانس‌های روغنی افزوده شده است [۱۵].

### ۴-۳- شفافیت<sup>۲</sup>

شفافیت فیلم از طریق روش‌های گوناگون اندازه‌گیری می‌شود. تونگ نانچن<sup>۳</sup> و همکاران در سال (۲۰۱۲)، میزان عبور طیف با طول موج ۸۰۰-۲۰۰ نانومتر را از فیلم‌های ژلاتین<sup>۴</sup> اندازه‌گیری نمودند.

شاخص "میزان شفافیت" با تقسیم میزان جذب به دست آمده در طول موج ۶۰۰ نانومتر بر ضخامت فیلم محاسبه می‌شود [۳۶]. هر چه عدد به دست آمده برای "میزان شفافیت" بیشتر باشد، نشان‌دهنده شفافیت کمتر در فیلم بوده و این به دلیل آن است که بعضی از محققین این عامل را تحت عنوان "اندیس کدورت" نامگذاری می‌نمایند [۱۹].

### ۵-۳- جلا (درخشش)

مطابق با استاندارد (ASTM D523 (1999)، درخشش را می‌توان به صورت نسبت شاخص نور بازتاب شده با طول موج مرئی از نمونه، به عامل نور بازتاب شده با طول موج

مرئی از سطح استاندارد تحت شرایط خاص هندسی تعریف نمود. مورفولوژی<sup>۵</sup> سطح حاصل شده در طول مدت خشک شدن فیلم درخشش نهایی فیلم را تعیین می‌نماید [۲۹]. همراه بودن اسانس روغنی با ماتریس پلیمر، سبب ایجاد ناهمگونی و افزایش زبری سطح شده که مستقیماً باعث کاهش درخشش می‌گردد [۳۸].

### ۴- تأثیر اسانس‌های روغنی روی خواص

#### آنتی‌اکسیدانی فیلم‌ها یا پوشش‌های خوراکی

اکسیداسیون<sup>۶</sup> یک از مهم‌ترین دلایل تخریب مواد غذایی است. این واکنش در طی فرآیند و انبارمانی محصولات غذایی رخ می‌دهد. اکسیداسیون لیپیدها مسئول ایجاد بوها و طعم‌های رانسید<sup>۷</sup>، کاهش کیفیت تغذیه‌ای و تولید ترکیبات بالقوه سمی هستند [۳۹]. به دلیل وجود دید منفی نسبت به افزودنی‌های شیمیایی، تمایل نسبت به مصرف آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به دلیل نداشتن تأثیر منفی روی سلامت انسان دارای رشد روز افزون است [۳]. به دلیل حضور ترکیبات فعال مانند ترپنوئیدها<sup>۸</sup> و اسیدهای فنولیک<sup>۹</sup>، از مدت‌ها قبل اسانس‌های روغنی به عنوان دارندگان خواص آنتی‌اکسیدانی شناخته شده‌اند [۳ و ۲۴]. فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس‌های روغنی در همراهی با فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی توسط بونیللا و همکارانش در سال (۲۰۱۲) مرور شده است که به طور خلاصه می‌توان دو مکانیسم را برای آن بیان نمود: ارتقاء ویژگی ظرفیت ممانعت در برابر اکسیژن که به عنوان درگیرکننده اکسیژن و به اصطلاح جاروب‌کننده اکسیژن عمل می‌کنند و فعالیت ویژه آنتی‌اکسیدانی مربوط زمانی که ترکیبات در داخل محصول پوشش داده شده منتشر می‌شوند [۱۱].

5- Morphology

6- Oxidation

7- Rancid

8- Terpenoids

9- Phenolic

1- Hydrophil

2- Transparency

3- Tongnuanchan

4- Gelatin

اسانس‌های روغنی گیاهان یا ادویه‌جات، غنی از مواد فعال زیستی (ترپنوئیدها، ترکیبات فنلی و...) بوده که به عنوان عوامل ضد میکروبی شناخته شده‌اند [۱۳ و ۲۵].

اسانس‌های روغنی بر روی سلول‌های میکروبی با مکانیسم‌های مختلف ضد میکروبی اثر می‌گذارند که شامل حمله به غشای سلولی تشکیل شده از دو لایه فسفولیپیدی<sup>۶</sup>، تخریب سامانه‌های آنزیمی، سازش با ماده وراثتی باکتری و تشکیل هیدروپراکسیدازهای<sup>۷</sup> تشکیل دهنده اسید چرب که عامل اکسیژناسیون<sup>۸</sup> اسیدهای چرب غیر اشباع بوده، است.

### ۶- کاربرد بسته‌بندی فعال مواد غذایی

اثر کلی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به عنوان محصولات آنتی‌اکسیدانی نه تنها به توانایی آنتی‌اکسیدانی شیمیایی بلکه به خواص ممانعتی در برابر اکسیژن نیز بستگی دارد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی فیلم‌های خوراکی به طور طبیعی با ترکیب فنولی آن‌ها همبستگی دارد. برای اندازه‌گیری ترکیب فنولی از روشی موسوم به فولین-سیاکالتو<sup>۱</sup> استفاده می‌شود [۳۳].

### ۵- تأثیر اسانس‌های روغنی روی خواص ضد میکروبی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی

رشد میکروارگانیسم‌های<sup>۲</sup> عامل فساد و پاتوژن‌های<sup>۳</sup> غذایی یکی از مهم‌ترین عوامل تخریب مواد غذایی است. حضور میکروارگانیسم‌های عامل فساد در غذا می‌تواند اکسیداسیون لیپیدها و سایر واکنش‌های اکسیداسیونی را تسریع کند و یا تغییرات ارگانولپتیکی<sup>۴</sup> در خواص محصول غذایی ایجاد نماید پاتوژن‌های بیماری‌زای غذایی به طور مستقیم یا به طور غیرمستقیم به خاطر تولید توکسین<sup>۵</sup> عامل بیماری در بخش‌های مختلف بدن انسان هستند [۲۶].

بسته‌بندی ضد میکروبی می‌تواند تلفات غذایی را کاهش

و مدت ما جدول ۱- برخی از مطالعات اخیر انجام شده بر روی تأثیر اسانس‌های روغنی بر روی ویژگی‌های فیلم‌های خوراکی

منابع	اسانس روغنی	ماتریس
[۳۲]	چوب سدر	لیگنوسلولز پلی ساکارید
[۳۰]	درخت چای	HPMC (هیدروکسی پروپیل متیل سلولز)
[۸]	زنجبیل	HPMC
[۲۱]	دارچین	کیتوزان
[۳۴]	عصاره چای سبز	کیتوزان
[۱۲]	ریحان-آویشن	کیتوزان
[۲۳]	سیر	آلژینات
[۷]	دارچین-زنجبیل	پروتئین سویا پروتئین
[۲]	ترنج-سنبل هندی	ژلاتین
[۴۰]	پونه کوهی	پروتئین آب پنیر

- 6- Phospholipids
- 7- (hydro)Peroxidase
- 8- Oxygenation

- 1- Folin-Ciocalteu
- 2- Microorganisms
- 3- Pathogen
- 4- Organoleptic
- 5- Toxin

جدول ۲- برخی از مطالعات اخیر انجام شده بر روی تأثیر اسانس‌های روغنی بر روی ویژگی ضد میکروبی فیلم‌های

#### خوراکی

منابع	میکروارگانیسم‌های مورد آزمون	اسانس روغنی	ماتریس	
[۲۴]	<i>S. marcescens, A. hydrophila, A. faecalis, A. denitrificans, L. innocua.</i>	آویشن	کیتوزان	پلی ساکارید
[۲۷]	<i>B. thermosphacta, E. coli, L. innocua, L. monocytogenes, P. putida, S. typhimurium, S. putrefaciens</i>	ترنج	کیتوزان	
[۱۰]	<i>E. coli, S. Enteritidis, S. aureus, L. monocytogenes</i>	پونه کوهی	آلژینات	
[۳۱]	<i>L. plantarum, S. enteritidis, E. coli O157:H7, L. monocytogenes, S. aureus</i>	پونه کوهی، رزماری، سیر	پروتئین آب پنیر	
[۱۶]	<i>E. coli, S. aureus, E. coli O157:H7, P. aeruginosa and L. plantarum</i>	پونه کوهی، آویشن	پروتئین سویا	پروتئین
[۲]	<i>E. coli, S. typhimurium, P. aeruginosa, L. monocytogenes, S. aureus</i>	ترنج-سنبل هندی	ژلاتین	

آنتی‌اکسیدانی ویژه ترکیبات روغنی، بلکه به ویژگی نفوذپذیری نسبت به اکسیژن فیلم نیز بستگی دارد.

ارتباط بین ترکیبات اسانس‌های روغنی و ماتریس پلیمر می‌تواند با نانو امولسیون‌ها که تلفات تبخیر اسانس‌های روغنی را کاهش می‌دهند، تقویت شود. با کمک نانو امولسیون‌ها پدیده ناپایداری در داخل فیلم نسبت به امولسیون‌های معمولی کمتر رخ می‌دهد. بنابراین تماس نزدیک بین ترکیبات در فیلم‌های خشک شده حاوی نانو امولسیون‌ها سبب بهبود ویژگی‌های فیلم شده که می‌توان به افزایش شفافیت فیلم و کاهش نفوذپذیری در برابر آب اشاره نمود. مطالعات اخیر اثبات نموده‌اند که پتانسیل ضد میکروبی اسانس‌های روغنی زمانی که بر روی گویچه‌های سورفکتانت<sup>۲</sup> با ابعاد نانومتری قرار می‌گیرند، بهبود می‌یابد. قرار گرفتن اسانس روغنی داخل گویچه‌های نانولیپوزوم<sup>۳</sup> سبب شده، این مواد به آرامی آزاد شده و بنابراین فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیلم افزایش می‌یابد.

هرچند که قالب ریز فیلم برخلاف روش اکستروژن و تحت فشار که در دمای بالا انجام می‌گیرد، در حال حاضر

جذب اسانس‌های روغنی داخل یک ماتریس پلیمری ممکن است نتایج مهمی روی ساختار نهایی فیلم امولسیفای<sup>۱</sup> شده داشته باشد و در نتیجه بر روی ویژگی‌های ممانعتی و اثر آنتی‌اکسیدانی آن، تأثیر بگذارد [۱۱].

به دلیل آزمون ظرفیت حقیقی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی برای افزایش مدت ماندگاری محصولات غذایی در برابر اکسیداسیون، هر دو سامانه غذایی مدل و واقعی باید استفاده شود.

#### ۷- نتیجه گیری

اسانس‌های روغنی همراه با فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی زیست‌تجزیه‌پذیر بر روی ویژگی‌های ساختاری، فیزیکی و زیست‌فعالیت فیلم تأثیر می‌گذارند. افزودن اسانس‌های روغنی عامل ناپیوستگی در شبکه پلیمری بوده و منجر به تغییراتی در خواص (به طور کلی تضعیف شبکه، کاهش نفوذپذیری در برابر آب و افزایش کدورت) می‌گردد. با هدف افزایش مدت ماندگاری و ارزش بخشیدن به محصولات، حضور آنتی‌اکسیدانی نه تنها به فعالیت

2- Surfactant

3- Nanoliposome

1- Emulsifi

- thin plastic sheeting. In standard D882. Annual book of American standard testing methods, (162-170.**" Philadelphia, PA: American society for testing and materials.
7. Atar\_es, L., De Jesús, C., Talens, P., & Chiralt, A. (2010). **"Characterization of SPI-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils."** Journal of food engineering, 99, 384-391.
  8. Atares, L., Perez-Masia, R., & Chiralt, A. (2011). **"The role of some antioxidants in the HPMC film properties and lipid protection in coated toasted almonds."** Journal of food engineering, 104(4), 649-656.
  9. Azeredo, H. M. C. (2009). **"Nanocomposites for food packaging applications."** Food research international, 42, 1240-1253.
  10. 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, 110(2), 232-239.
  11. Bonilla, J., Atares, L., Vargas, M., & Chiralt, A. (2012a). **"Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: possibilities and limitations."** Journal of food engineering, 110, 208-213.
  12. Bonilla, J., Atares, L., Vargas, M., & Chiralt, A. (2012b). **"Effect of essential oils and homogenization conditions on properties of chitosan-based films."** Food hydrocolloids, 26, 9-16.
  13. Burt, S. (2004). **"Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review."** International Journal of Food Microbiology, 94, 223-253.
  14. Cuq, B., Aymard, C., Cuq, J.-L., & Guilbert, S. (1995). **"Edible packaging films based on fish thin plastic sheeting. In standard D882. Annual book of American standard testing methods, (162-170."** Philadelphia, PA: American society for testing and materials.
- مرسوم و کاربردی نیست؛ اما اسانس‌های روغنی به آسانی می‌توانند در داخل حلال‌های آبی پلیمری حضور داشته تا بتوان فیلم قالب‌ریزی شده به دست آورد. آن چه در حال حاضر مطرح است این است که چگونه باید فعالیت ضد میکروبی اسانس‌های روغنی را داخل فیلم در فرآیند تولید در دمای بالا محافظت کرد.

#### ۸- منابع

1. Acevedo-Fani, A., Salvia-Trujillo, L., Rojas-Graü, M. A., & Martín-Belloso, O. (2015). **"Edible films from essential-oil-loaded nanoemulsions: physicochemical characterization and antimicrobial properties."** Food Hydrocolloids, 47, 168-177.
2. Ahmad, M., Benjakul, S., Prodpran, T., & Agustini, T. W. (2012). **"Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leather jacket incorporated with essential oils."** Food hydrocolloids, 28(1), 189-199.
3. Alves-Silva, J. M., Dias dos Santos, S. M., Pintado, M. E., Perez-Alvarez, J. A., Fernandez-Lopez, J., & Viuda-Martos, M. (2013). **"Chemical composition and in vitro antimicrobial, antifungal and antioxidant properties of essential oils obtained from some herbs widely used in portugal."** Food control, 32(2), 371-378.
4. ASTM. (1995). **"Standard test methods for water vapor transmission of materials."** Standard designations: E96-95. Annual books of ASTM, ASTM, philadelphia (pp. 406-413).
5. ASTM. (1999). **"Standard test method for specular gloss. Designation (D523)."** In Annual Book of ASTM standards, vol. 06.01. Philadelphia, PA: American society for testing and materials.
6. ASTM. (2001). **"Standard test method for tensile properties of**



- essential oil with low affinity toward water." Food Chemistry, 122, 161-166.
22. Pires, C., Ramos, C., Teixeira, G., Batista, I., Mendes, R., Nunes, L., et al. (2011). "Characterization of biodegradable films prepared with hake proteins and thyme oil." Journal of food engineering, 105, 422e428.
  23. Pranoto, Y., Salokhe, V. M., & Rakshit, S. K. (2005). "Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil." Food research international, 38(3), 267e272.
  24. Ruiz-Navajas, Y., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Perez-Alvarez, J. A., & Fernandez- Lopez, J. (2013). "In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with Thymus moroderi or Thymus piperella essential oils." Food control, 30, 386e392.
  25. Ruiz-Navajas, Y., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Perez-Alvarez, J. A., & Fernandez- Lopez, J. (2013). "In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with Thymus moroderi or Thymus piperella essential oils." Food Control, 30, 386-392.
  26. Saggiorato, A. G., Gaio, I., Treichel, H., De Oliveira, D., Cichoski, A. J., & Cansian, R. L. (2012). "Antifungal activity of basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.): evaluation in vitro and on an Italian-type sausage surface." Food and bioprocess technology, 5, 378-384.
  27. Sanchez Gonzalez, L., Ch\_ afer, M., Chiralt, A., & Gonz\_ alez- Martínez, C. (2010). "Physical properties of edible chitosan films containing bergamot essential oil and their inhibitory action on *Penicillium italicum*." myofibrillar proteins: formulation and functional properties." Journal of food science, 60(6), 1369-1374.
  15. Du, W. X., Olsen, C. W., Avena-Bustillos, R. J., Mchugh, T. H., Levin, C. E., & Friedman, M. (2009). "Effects of allspice, cinnamon, and clove bud essential oils in edible apple films on physical properties and antimicrobial activities." Journal of food science, 74, 372378.
  16. Emiro\_glu, Z. K., Yemis, , G. P., Cos, kun, B. K., & Cando\_gan, K. (2010). "Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties." Meat science, 86(2), 283-288.
  17. Fabra, M. J., Jimenez, A., Atares, L., Talens, P., & Chiralt, A. (2009). "Effect of fatty acids and beeswax addition on properties of sodium caseinate dispersions and films." Biomacromolecules, 10, 1500e1507.
  18. Shen, Z. & Kamdem, D.P. Cellulose (2015). "Antimicrobial activity of sugar beet lignocellulose films containing tung oil and cedarwood essential oil." 22: 2703. doi:10.1007/s10570-015-0679-y.
  19. Gomez-Estaca, J., Gimenez, B., Montero, P., & Gomez-Guillen, M. C. (2009b). "Incorporation of antioxidant borage extract into edible films based on sole skin gelatin or a commercial fish gelatin." Journal of food engineering, 92, 78-85.
  20. Kunte, L. A., Gennadios, A., Cuppette, S. L., Hanna, M. A., & Weller, C. L. (1997). "Cast films from soy protein isolates and fractions." Cereal chemistry, 74, 115e118.
  21. 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

35. Sivarooban, T., Hettiarachchy, N. S., & Johnson, M. G. (2008). **"Physical and antimicrobial properties of grape seed extract, nisin, and EDTA incorporated soy protein edible films."** Food research international, 41, 781785.
36. Tongnuanchan, P., Benjakul, S., & Prodpran, T. (2012). **"Properties and antioxidant activity of fish skin gelatin film incorporated with citrus essential oils."** Food chemistry, 134(3), 1571e1579.
37. Viuda-Martos, M., El Gendy, N. G. S., Sendra, E., Fernandez-Lopez, J., El-Razik, K. A. A., El-Sayed, A., et al. (2010). **"Chemical composition and antioxidant and anti-listeria activities of essential oils obtained from some Egyptian plants."** Journal of agricultural and food chemistry, 58, 9063e9070.
38. Ward, G., & Nussinovitch, A. (1996). **"Gloss properties and surface morphology relationships of fruits."** Journal of food science, 61(5), 973-977.
39. Yanishlieva, N. V., Marinova, E., & Pokorný, J. (2006). **"Natural antioxidants from herbs and spices."** European Journal of lipid science and technology, 108, 776-793.
40. 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, 82, 338-345.
- Carbohydrate Polymers, 82(2), 277-283.
28. Sanchez-Gonzalez, L., Chafer, M., Gonzalez-Martinez, C., Chiralt, A., & Desobry, S. (2011b). **"Study of the release of limonene present in chitosan films enriched with bergamot oil in food simulants."** Journal of Food Engineering, 105, 138-143.
29. Sanchez-Gonzalez, L., Chiralt, A., Gonzalez-Martinez, C., & Chafer, M. (2011a). **"Effect of essential oils on properties of film forming emulsions and films based on hydroxypropylmethylcellulose and chitosan."** Journal of food engineering, 105(2), 246-253.
30. Sanchez-Gonzalez, L., Vargas, M., Gonzalez-Martinez, C., Chiralt, A., & Chafer, M. (2009). **"Characterization of edible films based on hydroxypropylmethylcellulose and tea tree essential oil."** Food hydrocolloids, 23(8), 2102-2109.
31. Seydim, A. C., & Sarikus, G. (2006). **"Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils."** Food research international, 39, 639-644.
32. Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging, Lorena Atarés, Amparo Chiralt, Volume 48, February 2016, Pages 51-62.
33. Shojaee-Aliabadi, S., Hosseini, H., Mohammadifar, M. A., Mohammadi, A., Ghasemlou, M., Ojagh, S. M., et al. (2013). **"Characterization of antioxidant antimicrobial k-carrageenan films containing Satureja hortensis essential oil."** International journal of biological macromolecules, 52, 116-124.
34. Siripatrawan, U., & Harte, B. R. (2010). **"Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract."** Food hydrocolloids, 24, 770-775.

#### آدرس نویسنده

شیراز - پل معالی آباد - خ شهید کبار - مجتمع  
چمران - بلوک ۲ - واحد ۲۲۶.