

# فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی فعال حاوی اسانس دارچین: مروری بر خواص و کاربرد در بسته‌بندی مواد غذایی

سعید رنجبریان<sup>۱\*</sup>، بهبود پورفتحی<sup>۲</sup>، هادی الماسی<sup>۳</sup>، صابر امیری<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت مقاله: تیر ماه ۱۳۹۵

تاریخ پذیرش مقاله: دی ماه ۱۳۹۵

## چکیده

استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی و اثرات سوء آن‌ها بر روی سلامتی مصرف‌کننده، موجب نگرانی مراجع بهداشتی و مصرف‌کنندگان شده است. در نتیجه تولیدکنندگان مواد غذایی به فکر روش‌های ایمن‌سازی غذا به وسیله راه‌های طبیعی یا سبز و جایگزینی نگهدارنده‌های طبیعی به جای شیمیایی شده‌اند. یکی از این روش‌ها، استفاده از اسانس و عصاره‌های گیاهی به عنوان افزودنی ضدباکتریایی می‌باشد. اسانس دارچین منبع مناسبی از ترکیبات ضد میکروبی، ضد قارچی و آنتی‌اکسیدانی قوی بوده و قادر است از رشد میکروارگانیسم‌های فاسدکننده مواد غذایی جلوگیری کند. اخیراً گرایش به استفاده از پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی فعال در بسته‌بندی مواد غذایی، به دلیل تأثیر مثبت در ماندگاری بالای محصولات، افزایش چشمگیری داشته است. در این مقاله، به بررسی خواص اسانس دارچین و تأثیر آن بر روی خواص فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی پرداخته شده است و همچنین کاربرد فیلم‌های فعال حاوی اسانس دارچین در بسته‌بندی و افزایش ماندگاری محصولات غذایی مختلف مرور شده است.

## واژه‌های کلیدی

### ۱- مقدمه

فیلم فعال، پوشش خوراکی، اسانس دارچین، ماندگاری،

فعالیت ضد میکروبی

امروزه به دلیل افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان، صنعت غذا گرایش روز افزونی به استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی از جمله گیاهی به جای شیمیایی یافته که از بخش آروماتیک<sup>۵</sup> و روغنی گیاهان استخراج می‌شود [۱ و ۲]. اسانس‌های روغنی ترکیبات طبیعی فرار و پیچیده با بویی قوی، معطر و دانسیته<sup>۶</sup> کمتر از آب هستند که توسط اعراب با روش تقطیر با آب یا بخار برای اولین بار در قرون وسطی تهیه شدند. در حال حاضر ۳۰۰۰ نوع اسانس روغنی شناخته شده است که حدود ۳۰۰ نوع آن در صنایع مختلفی چون غذایی، آرایشی، داروسازی، دندانپزشکی، عطرسازی و هم چنین مبارزه با آفات کشاورزی کاربرد

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی مؤسسه

آموزش عالی صبا (ارومیه)

(\* نویسنده مسئول: Sranjbaryan@yahoo.com)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی مؤسسه آموزش عالی صبا (ارومیه) (Behboud.pourfathi@gmail.com).

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (h.almasi@urmia.ac.ir).

۴- دانشجوی دکتری تخصصی بیوتکنولوژی مواد غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز.

ایران (Saber\_amiry1988@yahoo.com).

5- Aromatic

6- Density

می‌بخشد [۷]. بسته‌بندهای خوراکی زیست تخریب‌پذیر<sup>۸</sup> به دو دسته فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی تقسیم شده و قابلیت خوراکی بودن و مصرف به همراه ماده غذایی را دارند. گرایش به فیلم و پوشش‌های خوراکی از سال (۱۹۹۰) تا به حال به منظور افزایش ماندگاری مواد غذایی افزایش چشمگیری داشته است. فیلم‌ها و ورقه‌های خوراکی به صورت لایه‌ای نازک تولید و بعد همانند پلیمرهای سنتزی<sup>۹</sup> برای بسته‌بندی ماده غذایی به کار می‌روند [۱]. در ترکیب فیلم‌ها و پوشش‌های فعال، علاوه بر اجزاء اصلی چون پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها می‌توان از افزودنی‌های مختلفی مانند مواد ضد میکروبی، ضد اکسیدانی و عوامل طعم‌زا استفاده کرد که در این صورت فیلم و پوشش‌های فعال نامیده می‌شوند [۷]. تفاوت فیلم و ورقه در ضخامت آن‌ها می‌باشد. معمولاً به ضخامت‌های بیش از ۲۵۰ میکرومتر ورقه و کمتر از آن فیلم می‌گویند. پوشش‌های خوراکی برخلاف فیلم‌ها و ورقه‌ها بر روی ماده غذایی تشکیل می‌شوند. بنابراین پوشش به عنوان بخشی از محصول بوده و موقع استفاده روی محصول باقی می‌ماند. این کار توسط روش‌هایی مانند واکس زدن، اسپری کردن و غوطه‌ور کردن صورت می‌گیرد [۱ و ۲]. اسانس‌های روغنی وقتی به فیلم‌های خوراکی اضافه می‌شوند، به آهستگی به سطح مواد غذایی رها شده، و در مدت زمان طولانی و در غلظت بالا روی مواد غذایی باقی می‌مانند [۸]. مسلماً به دلیل تفاوت در ویژگی‌های ساختاری فیلم و پوشش، تأثیر آن‌ها در نرخ رهایش ترکیبات ضد میکروبی به سطح و افزایش ماندگاری محصول غذایی نیز متفاوت از یکدیگر خواهد بود [۹].

افزودن اسانس دارچین به فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی، از یک سو بر ویژگی‌های کاربردی فیلم‌ها تأثیر گذاشته و از طرف دیگر، استفاده از فیلم‌های فعال حاوی اسانس دارچین در بسته‌بندی مواد غذایی مختلف، اثرات قابل توجهی بر ماندگاری و ویژگی‌های مواد غذایی در

تجاری دارد [۳]. استفاده از اسانس و عصاره به سال (۱۸۸۱) باز می‌گردد که سنجش فعالیت میکروبی عصاره‌ها توسط دلاکروکس<sup>۱</sup> انجام شد. و سرانجام در سال ۲۰۰۴ ویژگی ضد میکروبی، ضد قارچی، ضد ویروسی و آنتی‌اکسیدانی اسانس‌ها و عصاره‌ها بررسی و نشان داده شد که به طور کلی اثرات بازدارندگی اسانس‌ها و عصاره‌ها بر روی باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از گرم منفی می‌باشد که این به دلیل ساختار پیچیده‌تر غشای سلولی باکتری‌های گرم منفی می‌باشد [۱]. اسانس‌ها یکی از مهارکننده‌های میکروارگانیسم‌ها بوده که از گل، دانه، جوانه، برگ، شاخه، پوست درخت، چوب، میوه و ریشه با استفاده از روش‌های مختلف چون فشردن، تخمیر و یا تقطیر با آب یا بخار استخراج می‌شود. اسانس‌ها و محتویات آن‌ها چون سینام آلدهید<sup>۲</sup>، اوژنول<sup>۳</sup>، کاروکرول<sup>۴</sup> و تیمول<sup>۵</sup> به عنوان مواد طعم‌دهنده با تصمیم کمیسیون اروپا 2002/113/EC طبقه‌بندی شده و بی‌خطر بودن آن توسط FDA<sup>۶</sup> ثابت شده است [۴]. یکی از روش‌های مرسوم در افزایش ماندگاری فرآورده‌های گوشتی، استفاده از ترکیبات ضد میکروبی مختلف به روش پاشش روی سطح گوشت یا غوطه‌وری گوشت در ماده ضد میکروبی می‌باشد [۵]. افزودن مستقیم مواد ضد میکروبی به ماده غذایی باعث ایجاد برهمکنش با ترکیبات ماده غذایی شده و به دنبال آن کاهش اثربخشی ترکیبات مؤثر ضد میکروبی می‌شود، در نتیجه امروزه استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی حاوی مواد ضد میکروبی پیشنهاد می‌گردند تا با کنترل نرخ رهایش مواد مؤثر بتوانند ماندگاری محصول را بالا ببرند [۶].

بسته‌بندی‌های فعال<sup>۷</sup> علاوه بر داشتن خواص بازدارندگی اصلی (مانند خواص بازدارندگی در برابر گازها، بخار آب و تنش‌های مکانیکی)، با تغییر شرایط بسته‌بندی، ایمنی، ماندگاری و یا ویژگی‌های حسی ماده غذایی را بهبود

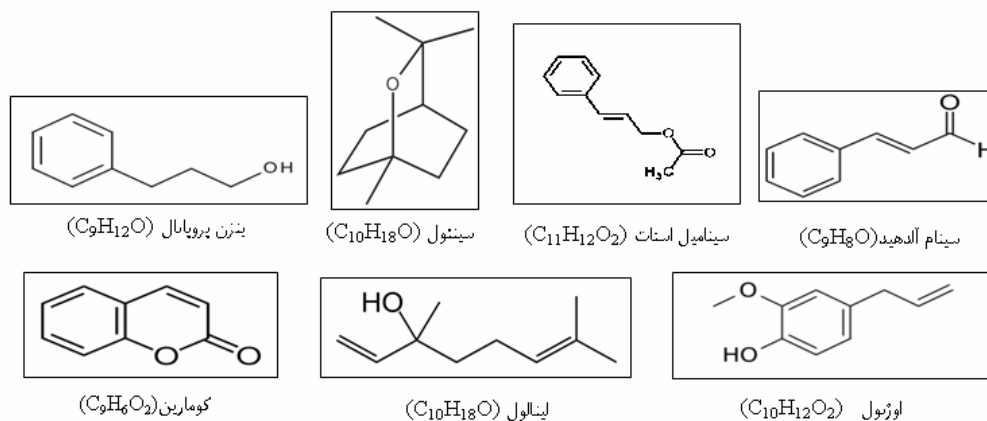
- 1- Delacroix
- 2- Cinnamaldehyde
- 3- Eugenol
- 4- Carvacrol
- 5- Thymol
- 6- U.S. Food and Drug Administration
- 7- Active Packaging

8- Biodegradable

9- Synthetic

که این جنس خود شامل ۲۰۰ گونه بوده و در هندوستان، چین، سریلانکا و استرالیا گسترش یافته است [۱۳]. دارچین چینی (کاسیا<sup>۸</sup>) دارای مقدار سینام آلدهید ۹۵-۸۵ درصد بوده و طعم تند و تلخی نسب به دارچین حقیقی دارد.

طول دوره نگهداری دارد. در این مقاله مروری، بر امکان استفاده از اسانس دارچین به عنوان یک نگهدارنده و همچنین تأثیر افزودن آن بر روی خواص فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی انجام و همچنین موارد استفاده از فیلم‌های فعال حاوی اسانس دارچین آورده شده است.



شکل ۱- ساختار شیمیایی ترکیبات مهم موجود در اسانس روغنی دارچین [۱۰، ۱۲].

در حال حاضر سالیانه حدود ۵ تن اسانس پوست دارچین و ۱۲۰ تن اسانس برگ دارچین در سریلانکا تولید می‌شود. دارچین، اولین بار در سریلانکا یافت شد به تدریج مصرف آن در سطح جهان به عنوان طعم‌دهنده رواج یافت [۱۲]. اسانس دارچین یکی از مهم‌ترین ترکیبات طبیعی شناخته شده است که ویژگی ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی آن توسط محققین زیادی به اثبات رسیده است. از مهم‌ترین ترکیبات فرآر و مؤثر اسانس دارچین می‌توان، ترانس سینام آلدهید<sup>۶</sup>، اوژنول، سینامیل استات<sup>۷</sup>، لینالول<sup>۸</sup>، کومارین<sup>۹</sup>، کاریوفیلین<sup>۱۰</sup> و بنز آلدهید<sup>۱۱</sup> را نام برد [۱۰، ۱۱ و ۱۲]. شکل (۱) ساختار شیمیایی مواد مؤثر اسانس دارچین را نشان می‌دهد.

## ۲- گیاه‌شناسی دارچین

دارچین، که عمق ریشه‌دهی آن تا ۱۰ متر نیز می‌رسد برگ این درخت سبز سیر و دارای گل‌هایی به رنگ سفید می‌باشد. پوست این درخت جداسازی و پودر به دست آمده از آن در غذا یا به عنوان چای استفاده می‌شود [۱۰].

دارچین ۳۲ جنس و ۲۰۰ تا ۲۵۰ گونه دارد. اکثر آن‌ها در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری با میانگین دمای °C ۲۷ و بارش سالانه حدود ۲۴۰۰-۲۰۰۰ میلی‌متر می‌رویند [۱۱]. این گیاه متعلق به تیره برگ بوها بوده و در حال حاضر دو نوع دارچین، به نام‌های دارچین حقیقی و دارچین چینی یا دارچین ویتنامی از اهمیت اقتصادی بیشتری نسبت به بقیه برخوردارند [۱۲]. دارچین حقیقی (سیلان) با نام علمی زیلانوم سینامیوم<sup>۱</sup> و همچنین سینامیوم ورم<sup>۲</sup> درختچه‌ای از راسته رارالس<sup>۳</sup> خانواده لوراسئی<sup>۴</sup> و از جنس سینامیوم بوده

- 4- Lauraceae
- 5- Cassia
- 6- Trans Cinnamaldehyde
- 7- Cinnamyl Acetate
- 8- Linalool
- 9- Coumarin
- 10- Caryophyllene
- 11- Benzaldehyde

- 1- Zeylanicum Cinnamomum
- 2- Cinnamomum Verum
- 3- Laurales

ضدمیکروبی در بسته‌بندی فعال، با انتشار از ماتریکس<sup>۴</sup> پلیمری به سطح ماده غذایی که به صورت آهسته و در زمان



شکل ۳ - فیلم کازینات سدیم تهیه شده توسط فرآیند کاستینگ [۱۵].

طولانی انجام می‌شود باعث افزایش ماندگاری فرآورده‌های غذایی می‌گردد [۱۶].

افزودن اسانس به فیلم‌های بیوپلیمری، به دلیل ماهیت ساختاری این ترکیبات، ممکن است تأثیر منفی بر روی ویژگی‌های فیلم بگذارد. همچنین مهاجرت تدریجی اسانس از فیلم باعث ایجاد تغییرات ساختاری در بیوپلیمر خواهد شد و به تبع آن، ویژگی‌های کاربردی فیلم فعال، به مرور زمان تغییر خواهد کرد. در این قسمت، تغییرات ویژگی فیلم‌های فعال در اثر افزودن اسانس دارچین مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

### ۳-۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

ما<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۶) فیلم کیتوزان شفاف با نسبت‌های جرمی متفاوت از دارچین و روغن دانه سویا تهیه کرده و نتیجه گرفتند که فیلم‌های حاصله نسبت به فیلم‌های کنترل، ضخیم‌تر و دارای نفوذپذیری بیشتری نسبت به بخار آب بوده که می‌تواند مربوط به توئین<sup>۶</sup> ۸۰ و پروپیلن گلیکول<sup>۷</sup> باشد؛ اما به طور چشمگیری دارای محتوای رطوبت و سرعت تورم کمتری بوده و همچنین با

### ۳- بسته‌بندی فعال حاوی اسانس دارچین

برای تولید بسته‌بندی‌های مواد غذایی معمولاً از دو روش استفاده می‌شود. روش اول روش قالب‌گیری حلال یا روش کاستینگ<sup>۱</sup> است که در آن، پلیمر یا بیوپلیمر مورد نظر در حلال مناسب حل شده و سپس روی سطح صاف ریخته می‌شود و با تبخیر حلال، پلیمر حاصل می‌شود. در روش دوم که روش اکستروژن<sup>۲</sup> نام دارد، پلیمر یا بیوپلیمر در حضور مقادیر کمتری از آب، در داخل اکسترودر<sup>۳</sup> تحت عملیات مکانیکی و حرارت بالا به حالت مذاب درآمده و به شکل مورد نظر از منافذ اکسترودر خارج می‌شود. برای تولید فیلم‌های خوراکی از منابع بیوپلیمری معمولاً از روش کاستینگ استفاده می‌شود (اشکال ۲ و ۳) [۱، ۱۴ و ۱۵].



شکل ۲ - فیلم کازینات سدیم تهیه شده توسط فرآیند قالب‌گیری تزریقی [۱۴، ۱۵].

تحقیقات متعددی در خصوص فعالیت ضدقارچی و ضدباکتریایی اسانس دارچین انجام گرفته است؛ اما مطالعه کمی روی فعالیت این اسانس در سامانه‌های غذایی گزارش شده است. همچنین در مورد استفاده از آن در بسته‌بندی‌های فعال مواد غذایی، گزارش‌های معدودی وجود دارد. ترکیبات

4- Matrix  
5- Ma  
6- Tween™ 80  
7- Propylene Glycol (PG)

1- Casting  
2- Extrusion  
3- Extruded

افزایش میکرومولسیون<sup>۱</sup> مقاومت کششی کاهش و افزایش طول در لحظه پاره شدن زیاد می‌شود. اسانس دارچین در فیلم‌های حاوی میکرومولسیون در طول ذخیره‌سازی در شرایط محیط، کاهش کمتری نسبت به فیلم‌های کنترل تهیه شده با امولسیون‌های معمولی با توئین ۸۰ نشان داد [۱۷]. ون<sup>۲</sup> و همکاران در سال (۲۰۱۶) فیلم نانوفیبری پلی‌وینیل الکل حاوی اسانس دارچین و B - سیکلو دکسترین<sup>۳</sup> از طریق الکترورسی<sup>۴</sup> با قطر متوسط  $40 \pm 24$  نانومتر تولید کرده و نتایج طیف‌سنجی مادون قرمز و تجزیه و تحلیل حرارتی نشان داد که اسانس دارچین در حفره‌های B - سیکلو دکسترین محصور شده و یک تعامل مولکولی به وجود آمده که باعث افزایش پایداری حرارتی اسانس دارچین می‌گردد. همچنین نتایج زاویه تماس آب نشان داد افزودن B - سیکلو دکسترین و اسانس دارچین باعث افزایش ویژگی هیدروفیلیکی<sup>۵</sup> فیلم می‌شود [۱۸]. آیو<sup>۶</sup> و همکاران در سال (۲۰۱۵) فیلم ژلاتین<sup>۷</sup> با نانولیپوزوم<sup>۸</sup> حاوی اسانس دارچین جهت کاهش سرعت خروج مواد فرار در طول فرآیند خشک شدن فیلم تولید کرده و گزارش نمودند فیلم‌های حاصل از طرق امواج فراصوت، پایداری خوبی داشته و افزودن نانولیپوزوم مانع خوبی در برابر آب و نور بوده و باعث کاهش در مقاومت کششی، جذب رطوبت، محتوای رطوبت و نفوذپذیری در برابر بخار آب شده و همچنین با کنترل و کاهش سرعت رهایش اسانس دارچین باعث پایداری و بهبود ویژگی ضد میکروبی فیلم‌های حاصله از ژلاتین می‌شود [۱۹].

الیزما<sup>۹</sup> و همکاران در سال (۲۰۱۵) اسانس دارچین را در فیلم کیتوزان با غلظت‌های مختلف بررسی و اعلام کردند که

۰/۵ و یک درصد اسانس مذکور باعث کاهش ۲۲ درصد حلالیت نسبت به نمونه کنترل شده و همچنین نفوذپذیری نسبت به بخار آب با کمترین درصد غلظت یعنی ۰/۲۵ درصد به میزان ۴۰ درصد کاهش یافته و باعث ایجاد رنگ زرد و ویژگی آنتی‌اکسیدانی در فیلم شده است [۲۰].

ارس<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۱۰a) گزارش کردند فیلم کازئینات سدیم حاوی اسانس دارچین و زنجبیل در رفتار مکانیکی فیلم بی‌تأثیر بوده ولی نفوذپذیری به بخار آب توسط هر دو اسانس به مقدار کمی کاهش یافته بود. همچنین اسانس دارچین تا حد زیادی روی ویژگی نوری فیلم اثر گذاشته و در طول خشک شدن اسانس زنجبیل با توجه به تجمع چربی باعث افزایش زبری و بی‌نظمی سطح فیلم و موجب کاهش برآقت و صافی فیلم‌ها شد. فیلم کازئینات سدیم حاوی هر دو اسانس در برابر اکسیداسیون روغن آفتابگردان به عنوان محافظ عمل نموده و توسط روش اسپکتروفتومتری<sup>۱۱</sup> نشان داده شد روغن دارچین جدا شده یک آنتی‌اکسیدان بسیار قوی می‌باشد [۲۱].

حسینی و همکاران (۲۰۰۹) فیلم خوراکی کیتوزان حاوی اسانس آویشن، میخک و دارچین با غلظت‌های متفاوت تولید کردند و ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی و مکانیکی آن‌ها را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که افزودن اسانس آویشن و میخک به فیلم‌های کیتوزان محتوای رطوبت، درصد انحلال در آب، نرخ عبور بخار آب و درصد افزایش طول فیلم‌ها را در لحظه پاره شدن افزایش داد. در حالی که افزودن اسانس دارچین منجر به افزایش مقاومت کششی فیلم‌ها، کاهش محتوای رطوبت و درصد انحلال آن‌ها در آب شد [۸].

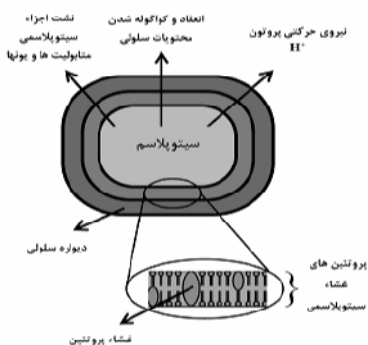
ارس و همکاران (۲۰۱۰b) ایزوله پروتئین سویا را نیز با دارچین و زنجبیل توسط روش کاستینگ تهیه و بررسی نموده و نتیجه گرفتند که نوع روغن باعث تغییرات چشمگیری در ویژگی‌های مکانیکی فیلم می‌شود. فیلم

10- Atarés

11- Spectrophotometry

1- Microemulsion  
2- Wen  
3-  $\beta$ -Cyclodextrin  
4- Electrospun  
5- Hydrophilic  
6- Wu  
7- Gelatin  
8- Nanoliposome  
9- López-Mata

نوکلئیک<sup>۸</sup> که حاوی نیتروژن می‌باشند واکنش داده و مانع از رشد میکروارگانیسم‌ها می‌شوند [۴، ۲۵]. تأثیر ضد میکروبی سینام آلدئید بر روی طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها به اثبات رسیده و اثرات ضد میکروبی و ضد قارچی قوی برای این ترکیب گزارش شده است [۲۶]. در مقالات مختلف غلظت‌های متفاوتی از اسانس‌ها به کار برده شده است که علت آن جنس گیاه، روش تهیه اسانس، غلظت ترکیبات مؤثر درون اسانس و همچنین نوع ماده تشکیل‌دهنده فیلم می‌باشند [۸]. این ترکیبات با داشتن ویژگی آبرگریزی، پس از تخریب دیواره سلولی، غشای سیتوپلاسمی<sup>۹</sup> سلول باکتری را حساس نموده و از بین می‌برد و موجب افزایش نفوذپذیری در غشای سلول باکتری و میتوکندری<sup>۱۰</sup> شده و تراوایی غشاهای سلولی باکتری‌ها و قارچ‌ها را افزایش داده و باعث نشت یون‌ها و خروج اجزای سلولی مانند لپیدها، پروتئین‌ها، آهن، اسید نوکلئیک و اسیدهای آمینه و دیگر محتویات سلولی شده و یا ممکن است به سامانه آنزیمی باکتری‌ها آسیب جدی برسانند که در نهایت منجر به انعقاد سیتوپلاسم، شکستن و از هم گسیختن نیروی حرکتی پروتون<sup>۱۱</sup> (جریان الکترونی) و تخلیه آن به بیرون انجام شده و باعث ایجاد اختلال در عملکرد سلولی باکتری و مرگ آن می‌شود (شکل ۴) [۴ و ۱۰].



شکل ۴ - محل و مکانیسم اثر ترکیبات اسانس‌ها بر روی سلول باکتریایی [۴].

حاوی زنجبیل، مقاومت و کشش‌پذیری کمتری نسبت به فیلم حاوی دارچین داشته و نفوذپذیری در فیلم‌ها کاهش یافته و فیلم حاوی دارچین بر روی ویژگی نوری تأثیر بیشتری داشته است [۲۲].

بهرام و همکاران (۲۰۱۴) مطالعه‌ای روی فیلم کنسانتره<sup>۱</sup> پروتئین آب پنیر حاوی اسانس دارچین انجام داده و اعلام کردند که نفوذپذیری نسبت به بخار آب و حلالیت در آب فیلم‌های حاصله کاهش یافته و زاویه تماس نیز افزایش یافته بود [۲۳].

زنگ<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۵) اثر ترکیب روغن دانه سویا بر روی ویژگی‌های میکروبی و مکانیکی فیلم آلژینات تهیه شده با یک و ۲ درصد اسانس دارچین را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند ترکیب روغن دانه سویا باعث یکنواختی ساختار، شفافیت فیلم، کاهش (مقاومت کششی، افزایش طول در لحظه پاره شدن، حلالیت در آب و محتوای مواد جامد شده) و بر روی نفوذپذیری تأثیری نداشت. همچنین با افزودن روغن دانه سویا مقدار کاهش اسانس دارچین در طول ذخیره‌سازی کمتر شده و باعث بهبود ویژگی ضد میکروبی در برابر اشرشیاکلی<sup>۳</sup>، لیستریا مونوسیتوزنز<sup>۴</sup> و سالمونلا اینتریتیدیس<sup>۵</sup> می‌شود [۲۴].

### ۳-۲- ویژگی‌های ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی و ضد قارچی

#### الف) ویژگی ضد میکروبی:

اسانس دارچین به دلیل داشتن مقدار زیادی سینام آلدئید و اوژنول فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی قوی داشته [۸ و ۱۲] و یک الکترولیت منفی قوی بوده و مانع از فعالیت اسید آمینه دکربوکسیلاز<sup>۶</sup> می‌شود و چون ترکیبات الکترومنفی با فرآیندهای بیولوژیکی<sup>۷</sup> مربوط به انتقال الکترون تداخل دارند در نتیجه با پروتئین‌ها و اسیدهای

- 1- Concentrate
- 2- Zhang
- 3- Escherichiacoli
- 4- Listeria Monocytogenes
- 5- Salmonella Enteritidis
- 6- Ddecarboxylase
- 7- Biological

- 8- Nucleic Acids
- 9- Cytoplasmic Membrane
- 10- Mitochondria
- 11- Proton Motive Force

دوآن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹) فعالیت ضد میکروبی اسانس دارچین را به اوژنول نسبت دادند [۲۲].

بؤید<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند سینام آلدهید فراوان‌ترین ترکیب در اسانس دارچین با مکانیزم ضدباکتریایی بر علیه استافیلوکوکوس اورئوس باعث نشت یون پتاسیم داخل سلولی از سلول‌های باکتری شده و کاهش قابل توجهی در فعالیت متابولیک<sup>۳</sup> آن ایجاد می‌کند [۲۸].

مورا و سینگه<sup>۴</sup> (۲۰۰۵) اعلام داشتند که سینام آلدهید فعالیت ضد میکروبی بالایی بر علیه باکتری‌های اشرشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس<sup>۵</sup> و سودوموناس آئروژینوزا<sup>۶</sup> دارد [۲۹]. باکتری‌های گرم مثبت به اسانس دارچین حساس‌تر از گرم منفی‌ها می‌باشند چون دیواره سلولی باکتری‌های گرم منفی علاوه بر پپتیدوگلیکان<sup>۷</sup> دارای غشای خارجی لیپو پلی ساکاریدی<sup>۸</sup> می‌باشد [۴ و ۲۶].

آجیه<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند در اسانس‌هایی که اثرات بازدارندگی کمی داشتند، اوژنول و سینام آلدهید نیز وجود نداشتند و یا به میزان کمی وجود داشتند، بنابراین حضور اوژنول و سینام آلدهید می‌تواند به طور مستقیم با ویژگی‌های ضدباکتریایی مرتبط باشد. با بررسی‌های مختلف مشخص شد که اسانس دارچین می‌تواند از رشد باکتری‌های گرم مثبت و منفی جلوگیری کند [۳۰].

سالمرن و والرا<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۳) اثر ۱۱ اسانس گیاهی را بر روی باکتری اسپوردار باسیلوس سرئوس<sup>۱۱</sup> در کاروت برات<sup>۱۲</sup> در دمای زیر ۱۶ درجه سانتی‌گراد بررسی کردند و در مورد اسانس دارچین بیان کردند که ۵ میکرولیتر از اسانس برای

هر ۱۰۰ میلی‌لیتر کاروت برات در دمای کمتر از ۸ درجه سانتی‌گراد شرایطی را ایجاد می‌کند که به مدت ۶۰ روز باکتری قادر به رشد نمی‌باشد [۳۱].

ما و همکاران (۲۰۱۶) در فیلم کیتوزان حاوی میکرومولسیون فعالیت ضد میکروبی بالایی در برابر عوامل بیماری‌زای غذازاد به خصوص باکتری گرم مثبت لیستریا مونوسیژنوز را اعلام داشتند [۱۷].

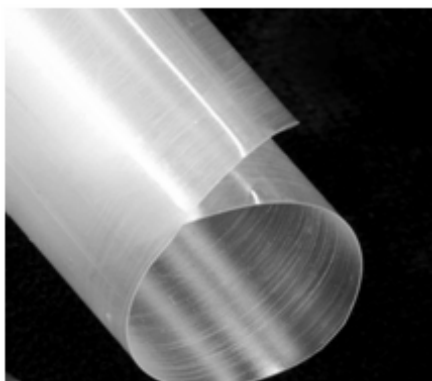
### (ب) خاصیت آنتی‌اکسیدانی:

دارچین به عنوان یک ادویه و افزودنی توسط اداره غذا و دارو شناخته شده است که علاوه بر قدرت طعم‌دهندگی به دلیل ویژگی‌های ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی نیز در صنعت غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۰]. آنتی‌اکسیدان‌ها با مهار رادیکال‌های آزاد و کنترل پراکسیداسیون لیپیدها در پستانداران از پراکسیداسیون لیپیدی که یک واکنش زنجیری بوده و تداوم آن باعث آسیب به بافت سلول می‌شود، جلوگیری کرده و مانع از ابتلا به بیماری‌هایی مانند التهابی، پیری، تصلب شرائین و سرطان می‌شود. تند شدن غذاها عمدتاً به دلیل اکسیداسیون چربی‌ها و تشکیل رادیکال‌های پراکسید می‌باشد که دارچین در میان سایر ادویه‌ها از قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان‌ها به شمار می‌رود. امروزه درخواست نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی<sup>۱۳</sup> مانند بوتیل هیدروکسی آنیزول<sup>۱۴</sup> (BHA) و بوتیل هیدروکسی تولوئن<sup>۱۵</sup> (BHT) افزایش یافته است. به دلیل نگرانی از سلامت مصرف‌کنندگان، محققان برای سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس دارچین در شرایط آزمایشگاهی روش‌هایی را به کار بردند که یکی از روش‌های مرسوم و معمول استفاده از ۲ و ۲ دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازین<sup>۱۶</sup> (DPPH) جهت ارزیابی ظرفیت مهار رادیکال آزاد می‌باشد [۱۰].

- 13- Synthetic Antioxidants
- 14- Butyl Hydroxy Anisole
- 15- Butyl Hydroxy Toluene
- 16- 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl

- 1- Duan
- 2- Bouhid
- 3- Metabolic Activity
- 4- Singh & Maurya
- 5- Staphylococcus Aureus
- 6- Pseudomonas Aeruginosa
- 7- Peptidoglycan
- 8- Lipo Polysaccharide
- 9- Ojagh
- 10- Salmeron & Valero
- 11- Bacillus Cereus
- 12- Carrot Broth

کاممیون و یوروییم امس توآلمی<sup>۱۰</sup> P به میزان ۲ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک فیلم اعلام کردند[۳۵].



شکل ۵- فیلم ضد میکروبی نشاسته کاساوا (حاوی ۰/۴ گرم اسانس دارچین) [۳۵].

پوست دارچین و اسانس‌های حاصل از آن می‌تواند از رشد انواع آسپرژیلوس‌ها و تولید آفلاتوکسین جلوگیری کند. دارچین به عنوان ضدقارچ در غلات انبار شده، حبوبات، خوراک طیور و دیگر مواد غذایی از جمله مواد غذایی فرآوری شده و همچنین در آبمیوه‌ها به عنوان یک نگهدارنده مناسب محسوب می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که استنشاق بخار اسانس دارچین می‌تواند در درمان بیماری‌های قارچی دستگاه تنفسی مفید واقع شود. اسانس برگ دارچین دارای اوژنول بالایی بوده و به مخمر و قارچ‌های رشته‌ای حساس است [۱۲].

### ۳-۳- کاربرد در بسته‌بندی مواد غذایی

گروهی از محققین اعلام داشتند فیلم نانوفیبری حاصل از الکتروریسی پلی‌وینیل الکل حاوی اسانس دارچین و B-سیکلو دکسترنین فعالیت ضد میکروبی بالایی در مقابل باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی داشته و این فیلم می‌تواند در افزایش ماندگاری توت فرنگی نقش بسزایی داشته باشد (شکل ۶) [۱۸].

لین<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹)، ۴۲ نوع اسانس تهیه کرده و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها را مورد بررسی قرار دادند که قوی‌ترین فعالیت آن‌ها در غلظت ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر مربوط به اسانس دارچین عدد  $(91/4 \pm 0/002)$  به دست آمد [۳].

همچنین الپزما و همکاران (۲۰۱۵) خاصیت آنتی‌اکسیدانی فیلم کیتوزان حاوی اسانس دارچین را ۴ الی ۱۴/۵ برابر نمونه کنترلی اعلام کردند [۲۰].

### ج) خاصیت ضدقارچی:

دارچین طبق مطالعات انجام شده در شمار ترکیبات ضدقارچی قرار گرفته و با اثر ضدقارچی خود باعث افزایش ماندگاری مواد غذایی می‌شود [۱۲].

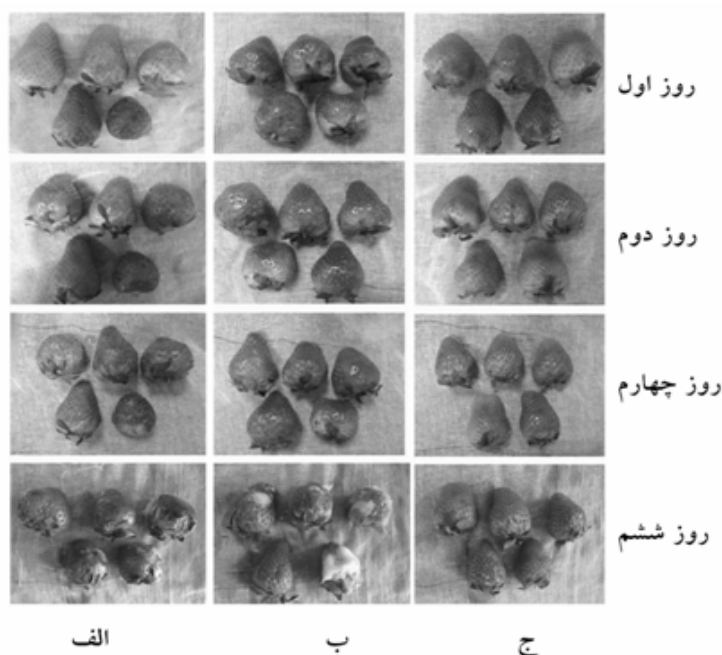
مانسو<sup>۲</sup> و همکاران در سال (۲۰۱۴) ارزیابی فعالیت ضدقارچی و آنتی‌مایکوتوکسینی<sup>۳</sup> بسته‌بندی فعال پلی‌پروپیلن حاوی اسانس دارچین را بر روی آسپرژیلوس فلاووس<sup>۴</sup> و آفلاتوکسین<sup>۵</sup> ایجاد شد و گزارش نمودند که با کاربرد ۲ درصد اسانس دارچین کاهش چشمگیری در تولید آفلاتوکسین B<sub>1</sub> نشان داد در حالی که با ۴ و ۶ درصد اسانس مذکور، مهار کامل آن قابل انجام است. این محققان در سال (۲۰۱۳) نیز همین اسانس را بر روی فیلم پلی‌اتیلن ترفتالات<sup>۶</sup> انجام داده و نتیجه مشابهی گرفته بودند [۳۳].

سورتکس<sup>۷</sup> (۲۰۰۹) اثرات اسانس روغنی دارچین را بر روی قارچ‌های مختلف تحت شرایط آزمایشگاهی بررسی کرده و نتیجه گرفتند ppm ۵۰۰ از اسانس مذکور، رشد قارچ‌ها را کاملاً متوقف می‌کند [۳۴]. سوزه<sup>۸</sup> و همکاران، فیلم نشاسته کاساوا<sup>۹</sup> حاوی اسانس دارچین تولید کردند (شکل ۵) و اثر ضدقارچی این اسانس را در برابر دو قارچ پنسیلیوم

- 1- Lin
- 2- Manso
- 3- Anti-Mycotoxin
- 4- Aspergillus Flavus
- 5- Aflatoxin
- 6- Polyethylene Terephthalate
- 7- Tzortzakis
- 8- Souza
- 9- Cassava Starch

10- *Enicillium Commune* and *Eurotium Amstelodami*





شکل ۶- تغییرات ایجاد شده در ظاهر توت فرنگی‌های نگهداری شده در  $21^{\circ}\text{C}$ .

الف: نمونه کنترلی ب: نمونه بسته‌بندی شده با فیلم معمولی ج: نمونه بسته‌بندی شده با نانوفیلم (پلی‌وینیل الکل حاوی B-سیکلو دکستروزین و اسانس دارچین) [۵۶].

کیتوزان<sup>۵</sup> و بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده در افزایش ماندگاری فیله مرغ در دمای یخچال طی دوره ۱۴ روزه و تحت آزمون‌های فیزیکو شیمیایی، میکروبی و حسی مورد بررسی قرار دادند و اعلام داشتند که با بسته‌بندی ساده ۵ روز با غوطه‌وری در محلول کیتوزان ۶ الی ۷ روز و با بسته‌بندی ترکیبی محلول کیتوزان و <sup>۱</sup>(MAP) ماندگاری فیله‌های مرغ تا ۹ روز افزایش می‌یابد [۵]. بیاسکین<sup>۷</sup> و همکاران اثرات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی عصاره ادویه‌های دارچین کاسیا<sup>۸</sup>، میخک<sup>۹</sup>، پونه کوهی<sup>۱۰</sup> و خردل<sup>۱۱</sup> را روی گوشت مرغ خام به مدت ۱۵ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار داده و اعلام داشتند که افزودن عصاره ادویه‌ها در رشد

آجیه و همکاران (۲۰۱۰) از ترکیب کیتوزان و اسانس دارچین در بسته‌بندی فیله ماهی قزل آلا استفاده کرده و اعلام داشتند که میزان بازهای از ته فرار در نمونه‌های پوشش‌دار و بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی در نمونه‌های کنترل به شکل معنی‌داری کاهش یافته بود [۳۰]. در تحقیقی مشابه که توسط آندواری و رضی‌ای (۲۰۱۱) انجام شد اسانس دارچین را با پوشش ژلاتین روی فیله تازه ماهی قزل آلا رنگین کمان بررسی کرده و نتیجه گرفتند که میزان بار باکتریایی کل، مقادیر باکتری‌های سرما دوست، مجموع بازهای نیتروژنی فرار<sup>۲</sup> تیوباربتوریک اسید<sup>۳</sup> و ویژگی‌های حسی (بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی) تا روز پانزده از حد مجاز بالاتر نرفته بود [۳۶]. لاتو<sup>۴</sup> و همکاران در سال (۲۰۱۴) نیز اثر ترکیبی محلول

- 5- Chitosan
- 6- Modified Atmosphere Packaging
- 7- Babuskin
- 8- Cassia Cinnamon
- 9- Cloves
- 10- Oregano
- 11- Mustard

- 1- Andevari & Rezaei
- 2- Total volatile Basic Nitrogen (TVB-N)
- 3- 2-Thiobarbituric Acid (TBA)
- 4- Latou

(سالمونلا و سودوموناس آئروژینوزا) حساسیت بیشتری ایجاد می‌کند، لذا محققین پیشنهاد می‌کنند که از این اسانس در غذاهایی با فسادپذیری بالا چون مرغ و ماهی استفاده شود [۸ و ۱۰]. این ادویه علاوه بر ویژگی‌های ضد میکروبی می‌تواند به عنوان عامل بو و طعم نیز در فرآورده‌های گوشتی مورد استفاده قرار گیرد [۸]. جدول (۱) تأثیر فیلم و پوشش‌های حاوی اسانس دارچین در افزایش ماندگاری مواد غذایی مختلف بسته‌بندی شده را نشان می‌دهد. علاوه بر اسانس دارچین، سایر اسانس‌ها چون اسانس پونه‌کوهی با کیتوزان روی بسته‌بندی مرغ تحت شرایط بسته‌بندی (MAP) [۴۲]، (EDTA)، پونه‌کوهی و آویشن برای افزایش ماندگاری فیله سینه مرغ تحت شرایط بسته‌بندی تحت خلاً [۳۹]، اثر ترکیبی اسانس پونه‌کوهی و بسته‌بندی MAP در ماندگاری گوشت مرغ [۴۰]، اسانس میخک و پونه‌کوهی در پوشش خوراکی ایزوله پروتئین آب پنیر روی خواص کیفی فیله مرغ [۴۱]

میکروبی، کاهش اکسیداسیون چربی، بهبود ویژگی‌های حسی و افزایش ماندگاری فیله مرغ نگهداری شده در دمای یخچال مؤثر است. همچنین نشان دادند که ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی عصاره آبی ادویه‌های مختلف به ویژه میخک با مقدار فنول<sup>۱</sup> بالا در مقایسه با سایر عصاره‌ها بیشتر می‌باشد [۳۷].

با توجه به مطالب ذکر شده اسانس دارچین به دلیل دارا بودن ویژگی ضد میکروبی و ضد قارچی یک اسانس مطلوب به عنوان افزودنی در صنایع غذایی، تولید انواع داروها و عطرسازی می‌باشد. دارچین و مواد مؤثر آن در صنایع مختلف از جمله آرایشی و بهداشتی، تولید عطر و ادکلن، صابون، توتون و آدامس، آب نبات، شکلات، پودینگ<sup>۲</sup> و دسرهای کاربرد فراوان دارد. همچنین در طعم‌دار کردن کنسرو میوه‌ها، سوپ، ترشیجات، انواع سس، گوشت و غذاهای آماده کاربرد دارد [۱۰ و ۱۲]. همچنین به دلیل ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و ضد میکروبی که اسانس دارچین در فیلم‌ها ایجاد می‌کند و در برابر باکتری‌های گرم مثبت (لیستریا مونوسیتوژنز و استافیلوکوکوس اورئوس) و گرم منفی

جدول ۱ - فیلم و پوشش‌های فعال خوراکی حاوی اسانس دارچین به کاربرده شده در بسته‌بندی مواد غذایی

نوع فیلم یا پوشش	عامل ضد میکروبی	نوع ماده غذایی	دمای نگهداری	طول دوره (روز)	نتایج	منابع
کیتوزان	-	فیله مرغ	۴ °C	۱۴	افزایش ماندگاری تا ۹ روز تحت بسته بندی MAP	(۵)
کیتوزان	اسانس دارچین	فیله ماهی قزل آلابی	۴ °C	۱۶	افزایش ماندگاری و کاهش رشد میکروبی	(۳۰)
ژلاتین	اسانس دارچین	فیله ماهی قزل آلابی	۴ °C	۲۰	افزایش ماندگاری و قابل مصرف تا ۱۵ روز	(۳۶)
-	عصاره دارچین	گوشت مرغ	۴ °C	۱۵	مهار رشد میکروبی و خواص آنتی اکسیدانی بالاتر و ماندگاری بیشتر	(۳۷)
-	اسانس دارچین	همبرگر	۸ °C	۲۱	افزایش ماندگاری با کاهش دما و افزایش غلظت اسانس	(۴۳)
کیتوزان	اسانس دارچین	گوشت منجمد خوک	۴ °C	۱۵	افزایش ماندگاری و کاهش در رشد میکروبی و اکسیداسیون و خواص حسی بهتر	(۴۴)
نانوکامپوزیت نشاسته-رس	اسانس دارچین و سوربات پتاسیم	محصولات نانوبی	-	-	افزایش خاصیت ضد میکروبی و ضد قارچی با افزایش غلظت اسانس	(۴۵)
کازئینات سدیم	-	ماهی قزل آلابی	۴ °C	۲۰	کاهش بار میکروبی و تاخیر در فساد اکسیداسیونی و افزایش ماندگاری، ولی فاقد خاصیت ضد میکروبی	(۴۶)

1- Phenol  
2- Pudding

3- Ethylene Diamine Tetraacetic Acid

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون  
**بسته‌بندی**

**potential applications in foods – a review."** International Journal of food microbiology 94 (3), 223–253.

5. Latou, E., Mexis, S. F., Badeka, A. V., Kontakos, S., & Kontominas, M. G. (2014). "Combined effect of chitosan and modified atmosphere packaging for shelf life extension of chicken breast fillets." LWT - Food science and technology, 55, 263-268.
6. Karagöz Emiroğlu, Z., Polat Yemiş, G., Kodal Coşkun, B., & Candoğan, K. (2010). "Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties." Meat Science, 86, 283–288.
7. Han, J. H. and Rooney, M. L. (2002). "Personal communications, Active food packaging workshop." Annual conference of the canadian institute of food science and Technology (CIFST), May 26, 2002.
8. 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, 33(6), 727-743.
9. Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J., & Luo, Y. (2011). "Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*)." Food control, 22, 608-615.
10. Cardoso-Ugarte, G. A., Sosa-Morales, M. E., & López-Malo, A. (2016). "Chapter 38 –cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) essential oils." Essential oils in food preservation, Flavor and safety. Pages 339–347.
11. Thomas, J., & Duethi, P. P. (2001). "Cinnamon. Hand book of

و اسانس‌های روغنی و آنتی باکتریال طبیعی چون (EDTA)، لیزوزیم، پونه‌کوهی و رزماری روی فیله‌های مرغ نیمه پخته شده تحت شرایط بسته‌بندی تحت خلأ [۴۲] انجام گرفته و نتایج مشابه با اسانس دارچین را گزارش کرده‌اند که موجب افزایش در ماندگاری مواد غذایی بسته‌بندی شده گردیده است.

#### ۴- نتیجه‌گیری

استفاده از اسانس‌ها به عنوان عوامل ضد میکروبی در بسته‌بندی و پوشش مواد غذایی فناوری جدیدی است که اخیراً توجه بسیاری از محققان و تولیدکنندگان را به خود جلب کرده است. مطالعات و بررسی متعدّد در زمینه فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی حاوی اسانس، مؤثر بودن این اسانس در مقابله با میکروارگانیسم‌های عامل فساد مواد غذایی را اثبات کرده‌اند. که در بین این تحقیقات بکارگیری اسانس دارچین در بسته‌بندی مواد غذایی علاوه بر کاهش بار میکروبی می‌تواند باعث افزایش زمان ماندگاری و حفظ شاخص‌های ارگانولپتیکی<sup>۱</sup> در طول زمان ماندگاری شود.

#### ۵- منابع

1. Ghanbarzadeh, B., Almasi, H., and Zahedi, Y. (2009). "Biodegradable edible biopolymers in food and drug packaging." Amir Kabir university of technology, tehran polytechnic press.
2. Ghanbarzadeh, B., Pezeshki Najafabadi, A., Almasi, H. (2011). "Antimicrobial edible films for food packaging." Iranian journal of food science and technology. volume; Page(s) 123 To 135.
3. Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). "Biological effects of essential oils—a review." Food and chemical toxicology, 46(2), 446-475.
4. Burt, S. (2004). "Essential oils: their antibacterial properties and

1- Organoleptic

- essential oil nanoliposomes."** Food hydrocolloids, 43, 427-435.
20. López-Mata, M. A., Ruiz-Cruz, S., Silva-Beltrán, N. P., Ornelas-Paz, J. D. J., Ocaño-Higuera, V. M., Rodríguez-Félix, F., ... & Shirai, K. (2015). "Physicochemical and antioxidant properties of chitosan films incorporated with cinnamon oil." International journal of polymer science, 2015.
  21. Atares, L., Bonilla, J., Chiralt, A. (2010a). "Characterization of sodium caseinate-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils." Journal of food engineering, (100)678-687.
  22. Atarés, L., De Jesús, C., Talens, P., & Chiralt, A. (2010b). "Characterization of SPI-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils." Journal of food engineering, 99(3), 384-391.
  23. Bahram, S., Rezaei, M., Soltani, M., Kamali, A., Ojagh, S. M., & Abdollahi, M. (2014). "Whey protein concentrate edible film activated with cinnamon essential oil." Journal of food processing and preservation, 38(3), 1251-1258.
  24. Zhang, Y., Ma, Q., Critzer, F., Davidson, P. M., & Zhong, Q. (2015). "Physical and antibacterial properties of alginate films containing cinnamon bark oil and soybean oil." LWT-Food science and technology, 64(1), 423-430.
  25. Gupta, C., Garg, A. P., Uniyal, R. C., & Kumari, A. (2008). "Comparative analysis of the antimicrobial activity of cinnamon oil and cinnamon extract on some food-borne microbes." African journal of microbiology research, 2(9), 247-251.
  26. Shan, B., Cai, Y. Z., Brooks, J. D., & Corke, H. (2007). "Antibacterial properties and major bioactive components of cinnamon stick (Cinnamomum herbs and spices." Cambridge, UK: Woodhead, 143-153.
  12. Ravindran, P. N., Nirmal-Babu, K., & Shylaja, M. (Eds.). (2003). "Cinnamon and cassia: the genus cinnamomum." CRC press.
  13. Singh, G., Maurya, S., & Catalan, C. A. (2007). "A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents." Food and chemical toxicology, 45(9), 1650-1661.
  14. Belyamani, I., Prochazka, F., & Assezat, G. (2014). "Production and characterization of sodium caseinate edible films made by blown-film extrusion." Journal of food engineering, 121, 39-47.
  15. Colak, B. Y., Gouanve, F., Degraeve, P., Espuche, E., & Prochazka, F. (2015). "Study of the influences of film processing conditions and glycerol amount on the water sorption and gas barrier properties of novel sodium caseinate films." Journal of membrane science, 478, 1-11.
  16. Han, J. H. (2003). "Antimicrobial food packaging." Novel food packaging techniques, 50-70.
  17. Ma, Q., Zhang, Y., Critzer, F., Davidson, P. M., Zivanovic, S., & Zhong, Q. (2016). "Physical, mechanical, and antimicrobial properties of chitosan films with microemulsions of cinnamon bark oil and soybean oil." Food Hydrocolloids, 52, 533-542.
  18. Wen, P., Zhu, D. H., Wu, H., Zong, M. H., Jing, Y. R., & Han, S. Y. (2016). "Encapsulation of cinnamon essential oil in electrospun nanofibrous film for active food packaging." Food control, 59, 366-376.
  19. Wu, J., Liu, H., Ge, S., Wang, S., Qin, Z., Chen, L., & Zhang, Q. (2015). "The preparation, characterization, antimicrobial stability and in vitro release evaluation of fish gelatin films incorporated with cinnamon

34. Tzortzakis, N. G. (2009). "Impact of cinnamon oil-enrichment on microbial spoilage of fresh produce." *Innovative food science & Emerging Technologies*, 10(1), 97-102.
35. Souza, A. C., Goto, G. E. O., Mainardi, J. A., Coelho, A. C. V., & Tadini, C. C. (2013). "Cassava starch composite films incorporated with cinnamon essential oil: Antimicrobial activity, microstructure, mechanical and barrier properties." *LWT-Food science and technology*, 54(2), 346-352.
36. Andevani, G. T., & Rezaei, M. (2011). "Effect of gelatin coating incorporated with cinnamon oil on the quality of fresh rainbow trout in cold storage." *International Journal of Food science & Technology*, 46(11), 2305-2311.
37. Babuskin, S., Babu, P. A. S., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M., & Sukumar, M. (2014). "Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat." *International journal of food microbiology*, 171, 32-40.
38. Petrou, S., Tsiraki, M., Giatrakou, V., & Savvaidis, I. N. (2012). "Chitosan dipping or oregano oil treatments, singly or combined on modified atmosphere packaged chicken breast meat." *International journal of food microbiology*, 156(3), 264-271.
39. Pavelková, A., Kačániová, M., Horská, E., Rovná, K., Hleba, L., & Petrová, J. (2014). "The effect of vacuum packaging, EDTA, oregano and thyme oils on the microbiological quality of chicken's breast." *Anaerobe*, 29, 128-133.
40. Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2007). "Combined effect burmannii): activity against foodborne pathogenic bacteria." *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(14), 5484-5490.
27. Duan, Zhao, (2009). "Antimicrobial efficiency of essential oil and freeze-thaw treatments against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* Ser. Enteritidis in strawberry juice." *J. Food Sci.* 74 (3), M131-M137.
28. Bouhdid, S., Abrini, J., Amensour, M., Zhiri, A., Espuny, M., Manresa, A., (2010). "Functional and ultrastructural changes in *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* induced by Cinnamon verum essential oil." *J. Appl. Microbiol.* 109 (4), 1139-1149.
29. Singh, G., & Maurya, S. (2005). "Antimicrobial, antifungal and insecticidal investigations on essential oils: An overview." *Natural product radiance*, 4(3), 179-192.
30. 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*, 120(1), 193-198.
31. Valero, M. Salmeron, M.C. (2003). "Antimicrobial activity of 11 essential oils against *Bacillus cereus* intyndallized carrot broth." *Journal of food microbiology*. 85: 73-81.
32. Lin, C., Yu, C., Wu, S., Yih, K., (2009). "DPPH free-radical scavenging activity, total phenolic contents and chemical composition analysis of forty-two kinds of essential oils." *J. Food Drug Anal.* 17 (5), 386-395.
33. Manso, S., Pezo, D., Gómez-Lus, R., & Nerín, C. (2014). "Diminution of aflatoxin B1 production caused by an active packaging containing cinnamon essential oil." *Food control*, 45, 101-108.

## آدرس نویسنده

ارومیه - خیابان شهید بهشتی - بلوار جام جم  
 پلاک ۲۰ - مؤسسه آموزش عالی صبا -  
 دانشکده کشاورزی - گروه آموزشی علوم و  
 صنایع غذایی کد پستی: ۵۳۸۶۹-۵۷۱۶۶ ،  
 کد: ۰۴۴ .

- of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4 C." Food microbiology, 24(6), 607-617.
41. Fernández-Pan, I., Carrión-Granda, X., & Maté, J. I. (2014). "Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets." Food control, 36, 69-75.
42. Ntzimani, A. G., Gitrakou, V. I., & Savvaidis, I. N. (2010). "Combined natural antimicrobial treatments (EDTA, lysozyme, rosemary and oregano oil) on semi cooked coated chicken meat stored in vacuum packages at 4 °C." microbiological and sensory evaluation. Innovative food science & Emerging technologies, 11(1), 187-196.
43. Noori, N., Tooryan, F., Rokni, N., Akhondzadeh, A., & Misaghi, A. (2011). "Preservative effect of cinnamomum zeylanicum Blume essential oil and storage temperature on the growth of E. coli O157: H7 in hamburger using Hurdle technology." J Food Sci Technol, 7(4), 35-42.
44. Hu, J., Wang, X., Xiao, Z., & Bi, W. (2015). "Effect of chitosan nanoparticles loaded with cinnamon essential oil on the quality of chilled pork." LWT-Food science and technology, 63(1), 519-526.
45. Barzegar, H., Azizi, M. H., Barzegar, M., & Hamidi-Esfahani, Z. (2014). "Effect of potassium sorbate and cinnamon oil on antimicrobial and physical properties of starch-clay nanocomposite films." Carbohydrate polymers, 110, 26-31.
46. Zargar, M., Yeganeh, S., Razavi, S. H., Ojagh, S. M. (2014). "Effects of Sodium Caseinate edible coating on quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage in refrigerator temperature." JFST No. 44, Vol. 11.