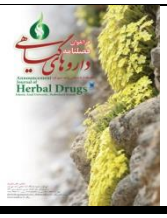


فصل‌نامه داروهای گیاهی

journal homepage: www.jhd.iaushk.ac.ir

مروری بر کاربرد اسانس‌های گیاهی در فیلم‌های بسته‌بندی مواد غذایی

الهه امانی[1*]، امیر پویا قندهاری یزدی[2]، لیلا صداقت بروجنی[3]

۱. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، شیراز، ایران؛

[*] مسئول مکاتبات (E-mail: *E_amanyy@yahoo.com*)

۲. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران، ایران؛

۳. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران؛

شناسه مقاله

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۷/۱۰

نوع مقاله: علمی - پژوهشی

موضوع: فیتوشیمی

کلید *واژگان* :

- ✓ *اسانس*
- ✓ *آنتی اکسیدانی*
- ✓ *بسته بندی فعال*
- ✓ *جهش زایی*
- ✓ *ضد میکروبی*

چکیده

مقدمه و هدف: بسته بندی فعال یکی از نوآوری‌های صنعت بسته بندی مواد غذایی بوده که پاسخی برای نیازهای متغیر مصرف کنندگان و بازار می‌باشد. در این تکنیک از موادی مانند جاذب اکسیژن، رطوبت، دی کسید کربن، اتیلن و ترکیبات طعم دهنده و ترکیبات آزاد کننده دی اکسید کربن، آنتی میکروبی، آنتی اکسیدانی و ترکیبات معطر استفاده می شود. در دهه اخیر توجه زیادی به کاربرد ترکیبات ضد میکروبی برای بسته بندی مواد غذایی و سطوح در تماس با مواد غذایی شده است، اسانس‌های گیاهی یکی از ترکیبات موثر دراین زمینه می‌باشند. در این مقاله به بررسی انواع اسانس‌های گیاهی، اجزاء اصلی، خصوصیات ضد میکروبی، اثر جهش زایی و ضد جهش این ترکیبات، کاربردشان در بسته بندی مواد غذایی و تاثیر آن‌ها بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماده بسته بندی و ماده غذایی بسته بندی پرداخته شده است.

نتایج و بحث: اسانس‌ها و ترکیبات آن ها مانند لینالول، تیمول، سینامالدئید، وانیلین، کارواکرول و بسیاری از ترکیبات دیگر برای استفاده در صنعت غذا و افزایش عمر نگهداری مواد فساد پذیر به دلیل خواصی مانند فعالیت ضد میکروبی، ضد قارچی و آنتی اکسیدانی قابل قبول می‌باشند. در حال حاضر تحقیقات زیادی نشان داده اند که اکثر این ترکیبات برای سلامت انسان مضر نمی باشند، مقبولیت قابل توجهی در صنعت و بین مصرف کنندگان پیدا کرده‌اند.

توصیه کاربردی/ صنعتی: بسته بندی ضد میکروبی یک نوع بسته بندی فعال است که بر زمان نگهداری، سلامت و ایمنی غذا موثر می‌باشد. مواد مختلفی از جمله اسانس‌های گیاهی در این نوع بسته بندی قابل استفاده هستند که باعث افزایش عمر نگهداری و کیفیت محصول می‌شوند، با این‌حال ایمنی این ترکیبات قبل از استفاده در صنعت باید مشخص شده باشد.

۱. مقدمه

ایمنی و ویژگی‌های ارگانولپتیکی مواد غذایی مانند غذاهای فساد پذیر به دلیل واکنش‌هایی مانند فساد میکروبی و اکسیداسیون دچار تغییر می‌شوند. این واکنش‌ها ارزش غذایی محصولات را به دلیل تخریب اجزاء با ویژگی‌های مفید (اسید چرب، ویتامین و پروتئین)

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش داده و همچنین باعث ایجاد عطر و طعم نامطلوب و بیماری ناشی از مصرف غذای نا سالم می‌شود (Sanches-Silva *et al.*, 2014). با توجه به تقاضای جدید مصرف کنندگان و بازارهای بین المللی، در توزیع مواد غذایی و سیستم خرده فروشی‌ها تغییراتی به وجود آمده است که باعث افزایش مدت زمان نگهداری و انتقال محصولات در مسافت‌های طولانی‌تر شده است. بنابراین می‌توان بیان کرد افزایش طول عمر نگهداری مواد غذایی فساد پذیر یکی از بزرگترین چالش‌های صنعت بسته بندی مواد غذایی است (Vermeiren *et al.*, 1999). در سال‌های اخیر، صنعت غذا و بسته بندی تلاش‌های زیادی جهت کشف روش‌های نوین به منظور حفاظت از محصولات غذایی از شرایط محیطی و تنش‌های مکانیکی و فساد شیمیایی و میکروبی انجام داده‌اند. این راهکارها در راستای افزایش تقاضای مصرف کننده برای کیفیت و ماندگاری بالای محصولات و نیز افزایش آگاهی آن‌ها نسبت به موضوعات محیطی حائز اهمیت است (Yu *et al.*, 2006). به منظور بهبود بسته بندی مواد غذایی و حفظ کیفیت و تازگی مواد غذایی فساد پذیر صنعت غذا سیستم بسته بندی جدیدی تحت عنوان بسته بندی فعال معرفی کرده است (Sung *et al.*, 2013). به همین دلیل پوشش‌ها و فیلم‌های زیست تخریب پذیر خوراکی حاوی مواد فعال مانند ترکیبات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی به عنوان جایگزینی برای نگهداری مواد غذایی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند. مواد فعال ترکیباتی هستند که باعث افزایش عمر نگهداری مواد غذایی، بهبود و حفظ شرایط نگهداری مواد غذایی می‌شود. این ترکیبات به دو دسته طبیعی و سینتیک تقسیم می‌شوند. با توجه به آگاهی مصرف کنندگان در مورد مشکلات ترکیبات سنتزی بر سلامت انسان‌ها و تقاضای آن‌ها برای استفاده از ترکیبات طبیعی (Bahram *et al.*, 2012) ترکیباتی مانند اسانس‌ها به عنوان یک جایگزین مناسب برای بهبود عمر نگهداری مواد غذایی فسادپذیر مطرح شده است (Sacchetti *et al.*, 2005).

ترکیبات ضد میکروبی در فیلم‌های فعال

در بسته بندی غیرخوراکی از هر نوع ماده نگهدارنده‌ای نظیر اسیدهای آلی و نمک‌های آن‌ها، قارچکش ها، باکتریوسین‌ها، آنتی بیوتیک‌ها، آنزیم‌ها، الکل‌ها، تیول‌ها، آنتی اکسیدآن ها، فلزات و گاز-های ضدعفونی کننده می‌توان استفاده نمود (Han, 2000). اما در مورد فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی انتخاب نوع ماده ضد میکروبی تنها به ترکیبات خوراکی محدود می‌شود. به دلیل آنکه این مواد همراه ماده بسته بندی و ماده غذایی مصرف می‌شوند، خوراکی بودن و ایمنی آن‌ها امری ضروری است. مواد ضدمیکروبی که مستقیماً وارد پلیمر می شوند شامل: اسیدهای آلی و انهیدرید اسید: شامل پروپیونیک، بنزوئیک، استیک، سوربیک، لاکتیک و مالیک هستند که به روش شیمیایی سنتز شده و جز مواد شیمیایی برای نگهداری مواد غذایی محسوب می‌شوند. علاوه بر اسیدهای آلی و ترکیبات آن‌ها می‌توان از نمک اسیدهای غیر آلی چون نیتریت و سولفیت هم استفاده نمود. آنزیم‌ها (پرکاربردترین لیزوزیم و گلوکز اکسیداز) در سطح داخل پوشش بسته بندی قرار گرفته و با غذا در تماس بوده و در اثر یک‌سری واکنش‌ها مواد ضد میکروبی تولید می‌کنند (Appendini & Hotchkiss, 2006). باکتریوسین‌ها: پر کاربرد-ترین آن‌ها نیسین، پیوسین و لاکتی‌سین است. البته از ترکیباتی مانند ماگاینین[1]، سکروپین[2] و دفنیسین[3] نیز می‌توان استفاده کرد. آنتی اکسیدآن‌ها، فلاونوئیدها (اسیدهای سینامیک، کافئیک و پاراکوماریک و کاتچین) و عصاره‌های گیاهی تیمول، عصارهٔ لیمو و دانه گریپ فرویت و پودر بامبو، گازهای غیرآلی شامل دی اکسید سولفور، دی اکسید، کلرین، دی اکسید کربن، ازن، هینو کیتیول و آلیل ایزوتیوسیونات نیز در بسته بندی مواد غذایی کاربرد دارند. فلزات یکی دیگر از ترکیبات ضد میکروبی مورد استفاده در بسته بندی ضد میکروبی می‌باشند. شاخص‌ترین فلز دارای فعالیت ضدمیکروبی نقره است. البته باید گفت که نقره بر روی سلول‌های رویشی اثر دارد و فرم اسپور نسبت به نقره مقاوم بوده و از بین نمی رود (An, 2000).

اسانس‌های روغنی

اسانس‌های روغنی متابولیت ثانویه گیاهان هستند که به منظور ایجاد آروما در مواد غذایی و نوشیدنی‌ها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. سالیان زیادی است که برای افزایش عمر نگهداری مواد غذایی به دلیل خواص آنتی میکروبی و ضدقارچی (Bajpai *et al.*, 2012; Bakri & Douglas, 2005) و خواص آنتی اکسیدانی (Teixeira

1. Maganin
2. Cecropin
3. Defenisin

Archive of SID
www.SID.ir

(*et al.*, 2012; Roby *et al.*, 2013) استفاده شده‌اند. در حال حاضر به دلیل اینکه برای سلامت انسان مضر نمی‌باشند و همچنین به دلیل ویژگی‌ها و مقبولیت این ترکیبات برای مصرف کنندگان در صنعت بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Sacchetti *et al.*, 2005). مقدار افزودن این ترکیبات بر مقبولیت آن‌ها تاثیر می‌گذارد به دلیل اینکه افزودن بیش از حد این اسانس‌ها باعث مشکلات پذیرش و مقبولیت آن ها می‌شود. به همین دلیل استفاده از این ترکیبات در مواد غذایی محدود می‌باشد، به دلیل اینکه گاهی برای رسیدن به نتیجه مطلوب باید مقدار زیادی از این ماده استفاده شود (Hyldgaard *et al.*, 2012). همچنین این ترکیبات دارای خواص آنتی اکسیدانی هستند که بعضی از پژوهشگران مطالعاتی در این زمینه انجام داده‌اند (Eça & Menegalli, 2014; Sanches-Silva *et al.*, 2014).

خیلی از اسانس‌های روغنی مانند میخک، آویشن، جوزهندی[۴]، ریحان[۵]، خردل[۶] و زعفران به عنوان ترکیبات[۷] GRAS توسط سازمان غذا و دارو[۸] (FDA) مطرح شده‌اند و قوانینی برای مقدار مصرف روزانه آن‌ها وجود دارد (Manso *et al.*, 2013). تعداد محدودی از ترکیبات اسانس‌ها مانند لینالول[۹]، تیمول، اوژنول، کاروون[۱۰]، سینامالدئید، وانیلین، کارواکرول، سیترال و لیمونن[۱۱] در اروپا به عنوان ترکیبات طعم دهنده قابل قبول می‌باشند که در مقدار افزوده شده خطری برای سلامت ایجاد نمی‌کنند (Hyldgaard *et al.*, 2012). با این حال باید مطالعات زیادی بروی این مواد و ترکیبات انجام شود تا از ایمن و سالم بودن آن‌ها اطمینان حاصل شود (Evandri *et al.*, 2005). اثر بیولوژیکی اسانس‌ها در صنایع دارویی، بهداشتی، لوازم آرایشی و بهداشتی، کشاورزی و مواد غذایی توسط بکالی و همکاران در سال ۲۰۰۸ مورد بررسی قرار گرفته است.

4. Nutmeg
5. Basil
6. Mustard
7. Generally Recognized as Safe
8. Food and Drug Administration
9. Llinalool
10. Carvone
11. Limonene

ترکیبات اصلی موجود در اسانس‌های روغنی

اسانس‌های روغنی ترکیبات فرار و با وزن مولکولی پائین هستند که در ارگان‌های مختلف گیاه مانند جوانه‌ها، گل، برگ، ساقه، شاخه‌ها، دانه‌ها، میوه‌ها، ریشه، چوب یا پوست درخت، حفره‌ها، کانال‌ها، سلول‌های اپیدمی یا کرک‌های غده سنتز می‌شوند (Bajpai *et al.*, 2012; Franz & Novak, 2010; 2008; Bakkali *et al.*,). اسانس‌های روغنی دارای خواص درمانی از جمله ضد سرطان، ضد درد، antiphlogistic، ضد ویروسی، ضد باکتری و آنتی اکسیدان می‌باشند (Buchbauer, 2010). همچنین این ترکیبات باعث افزایش عمر نگهداری مواد غذایی از طریق تولید نگهدارنده‌های طبیعی می‌شوند (Estaca *et al.*, 2010; Holley & Patel, 2005). به طور کلی این ترکیبات بر اساس منشا بیوسنتز آن‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند که شامل ترکیبات بدست آمده از ترپن[۱۲] و ترکیبات آروماتیک می‌باشند (Bakkali *et al.*, 2008). خواص آنتی اکسیدانی و آنتی میکروبی اسانس‌های روغنی توسط محققین زیادی بررسی شده است و چون هر کدام از روش متفاوتی استفاده کرده‌اند مقایسه بین اسانس‌ها مشکل می‌باشد (Hersch- Sacchetti *et al.*, 2005; Ruberto & Baratta, 2000; Martinez *et al.*, 2005;).

ترپن‌های اصلی شامل مونوترپن[۱۳] (C۱۰) و سسکوئی ترپن[۱۴] (C۱۵) می‌باشند. همی ترپن[۱۵] (C۵)، دی ترپن (C۲۰)، تری ترپن (C۳۰) و تتراترپن (C۴۰) نیز در ترپن‌های گیاهی نیز وجود دارند. چندین فاکتور از جمله گونه‌ها، بخشی از گیاه، فصل برداشت، خاستگاه جغرافیایی، و روش استخراج بر ترکیب شیمیایی اسانس روغنی تاثیر می‌گذارد (Jordan *et al.*, 2006; Mejri *et al.*, 2008; Bakkali *et al.*, 2010; Viljoen *et al.*, 2005).

اسانس‌های روغنی از ۲۰ تا ۶۰ ترکیب با غلظت‌های مختلف تکشیل شده‌اند و معمولا ویژگی‌های آن‌ها توسط دو یا سه ترکیب اصلی در غلظت بالا (۷۰- ۲۰٪ یا حتی ۸۵٪) در مقاسیه با ترکیبات کم مقدار دیگر مشخص می‌شود (Burt, 2004; Bakkali *et al.*, 2008). در جدول ۱ اسانس‌های روغنی بدست آمده از گیاهان و ترکیبات اصلی آن‌ها آورده شده است. این ترکیبات اصلی تعیین

12. Terpene
13. Monoterpenes
14. Sesquiterpenes
15. Hemiterpenes

Archive of SID
www.SID.ir

کننده ویژگی‌های بیولوژیکی اسانس‌های روغنی هم از نظر مفید بودن (آنتی باکتریال، ضد قارچ و آنتی اکسیدان و ...) و هم از نظر مضر و سمی بودن می‌باشند. بنابراین جنبه‌های مفید و مضر بودن این اسانس‌ها باید در نظر گرفته شود تا از ایمن بودن این ترکیبات برای استفاده در مواد غذایی اطمینان حاصل شود. همچنین باید به این موضوع توجه شود که ترکیب اسانس‌ها با توجه به گیاهی که از آن منشا گرفته و زمان برداشت (Smith *et al.*, 2005)، کشت، مرحله رویشی و فصل رشد نیز متفاوت می‌باشد (Vagi *et al.*, 2005). در بین این ترکیبات کارواکرول بیشتر از همه متغیر است و از ۲۲٪ در پونه کوهی به ۶۴/۳٪ در *Oreganum onites* متغیر می‌باشد حتی از نظر ترکیب شیمیایی نیز متفاوت است مانند β-caryophyllene و α-thuyene که در *O. compactum* وجود دارند و در *O. onites* وجود ندارند (Mezzoug *et al.*, 2007; Bostancioglu *et al.*, 2012) باید به این موضوع نیز توجه شود که ترکیبات اسانس‌ها بر اساس شرایط استخراج و تکنولوژی فرایند و پیش تیمارها ممکن است تغییر کند. استفاده از اسانس‌ها در بسته بندی مواد غذایی هنوز در اروپا و کشورهای غیر اروپایی متداول نشده ولی اسانس‌های متفاوتی برای به کار گیری در بسته بندی ماود غذایی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند که شامل پونه کوهی (*Origanum vulgare*)، رزماری (*Rosmarinus officinalis*)، چای سبز (Camellia sinensis)، زعفران (Cinnamum zeylanicum) و میخک (Eugenia *caryophyllata*) می‌باشند که دارای خواص آنتی میکروبی، آنتی باکتریال، ضد قارچی و آنتی اکسیدانی بوده‌اند.

در پژوهشی به بررسی اثر ضد میکروبی ۱۷ نمونه اسانس روغنی شامل ریحان (*Ocimum basilicum*)، روغن دانه هویج (*Daucus carota*)، روغن دانه کرفس (*Apium graveolens*)، روغن سنبل هندی (*Cymbopogon nardus*)، روغن میخک (*Eugenia spp*)، روغن تخم گشنیز (*Coriandrum sativum*)، سیر، روغن گریپ فروت از مرکبات paradisi، روغن لیمو را از لیمون مرکبات، مرزنجوش (*Thymus mastichina*)، پیاز (*Allium cepa*)، روغن مرزنجوش (*Thymus capitatus*)، روغن جعفری (*Petroselinum sativum*)، رزماری (*Rosmarinus officinalis*)، مریم گلی (*Salvia officinalis*)، روغن ترخون (*Artemisia dracunculus*)، روغن آویشن (*Thymus vulgaris*) بر ۷ میکروارگانیسم پاتوژن و فاسدکننده (بروکوتریکس ترموسفاکتا، اشرشیاکلی، لیستریا اینوکلا، لیستریا مونوسیتوژن، سودوموناس پوتیدا[16]، سالمونلا تیفی موریوم[17] و شوانلا پوتریفاسینس) مواد غذایی پرداخته شده است. همچنین ترکیبات شیمیایی این اسانس-ها و خواص آنتی اکسیدانی این ترکیبات مورد بررسی قرار گرفته است. همه اسانس‌ها حداقل از رشد ۴ باکتری جلوگیری کرده‌اند و کم‌ترین غلظت مورد نیاز برای اثر بازدارندگی بر سودوموناس پوتیدا ۳ میلی گرم در میلی لیتر و بیشترین کاهش $8\ \log CFU mL^{-1}$ با استفاده از پونه کوهی و رزماری بر لیستریا اینوکلا و و آویشن بر سویه‌های لیستریا بوده است. میخک و پونه کوهی بیشترین خاصیت آنتی اکسیدانی را نشان داده‌اند. هر کدام از این اسانس‌ها دارای ترکیبات مختلف می‌باشند که خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی نشان داده‌اند (Teixeira *et al.*, 2013).

مشکلات استفاده از اسانس‌ها

اسانس‌های روغنی ممکن است دارای اثر سمی مانندجهش زایی/ مشکلات ژنتیک[18] باشند به همین دلیل باید قبل از استفاده از آن‌ها برای انسان مورد بررسی قرار گیرند. در جدول ۲ خلاصه‌ای از نتایج گزارش شده توسط محققان در مورد پتانسیل جهش زایی و اثر genotoxic چند اسانس روغنی و همچنین پتانسیل ضد جهش و antigenotoxic این ترکیبات نشان داده شده است. با اینکه استفاده از اسانس‌ها در بسته بندی فعال بسیار مورد توجه قرار گرفته است و مطالعات زیادی دز این زمینه انجام شده است ولی استفاده از آن‌ها در صنعت به دلیل آن‌که لیست مواد مجاز هنوز منتشر نشده محدود می‌باشد. برای اینکه ماده‌ای در این لیست قرار گیرد باید خواص genotoxicity آن مشخص شود. در این مقاله خواص جهش زایی و genotoxicity اسانس‌ها نیز مورد مطالعه قرار گرفته است. به طور کلی بیشتر اسانس‌ها و ترکیبات اصلی آن ها جهش زا نمی‌باشند.

16. *Pseudomonas putida*
17. *Salmonella typhimurium*
18. Mutagenicity/genotoxicity

Archive of SID

www.SID.ir

کاربرد اسانس‌ها در بسته بندی مواد غذایی

فیلم‌های پلیمری با ویژگی‌های آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی برای بسته بندی فعال مواد غذایی تولید شده‌اند. عصاره چای سبز و اسانس روغنی پرتقال در پلیمر اتیل- ونیل الکل استفاده شده‌اند. سرعت آزاد شدن در سه نوع ماده غذایی، ۱۰٪ اتانول و ۵۰٪ اتانول در دمای ۴درجه و ۲۳ درجه سانتی گراد مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده که سرعت آزاد شدن به نزدیکی ماده غذایی و ترکیبات فعال بستگی دارد و بیشترین قدرت نفوذ زمانی بوده است که فیلم در معرض ۵۰٪ اتانول قرار می‌گیرد. خاصیت ضد میکروبی (لیستریا مونوسایتوژنس[19]، اشرشیاکلی و پنیسیلیوم اکسپانسوم[20]) آن نیز در محیط‌های مایع و فاز گازی بیشتر بوده است (Muriel-Galet *et al.*, 2015).

رودریگوز و همکاران در سال ۲۰۰۷ به بررسی اثر ضد میکروبی و فعالیت فاز بخار اسانس‌های روغنی طبیعی در پارافین به عنوان ماده بسته بندی کاغذی فعال پرداختند. اسانس‌های روغنی استفاده شده شامل: میخک (*Sygzium aromaticum*)، دارچین[21] (*Cinnamomum zeylanicum*)، پونه کوهی[22] (*Origanum vulgare*) و دارچین در ترکیب با سینامآلدئید[23] می‌باشند. دارچین در ترکیب با سینامآلدئید از رشد کاندیدا آلبیکنز، آسپرژیلوس فلاووس، ائوروتیوم رپنس جلوگیری کرده است و اثر بازدارندگی خوبی علیه پنیسیلیوم نالگیونس و پنیسیلیوم راکیوفورتی نشان داده است. اثر ضد میکروبی علیه باکتری‌های گرم مثبت (باسیلوس سرئوس[24]، لیستریا مونوسیتوژنس، انتروکوکوس فکالیس[25] و استافیلوکوکوس ارئوس[26]) مشاهده نشد و علیه باکتری‌های گرم منفی (سالمونلا کلراسوس[27]، اشرشیاکلی، یرسینیا انترکولیتیکا[28] و سودوموناس آئروژینوزا[29]) فقط دارچین در ترکیب با سینامآلدئید و به میزان کم‌تری پونه کوهی اثر ضد میکروبی نشان داده‌اند.

19. *Listeria monocytogenes*
20. *Penicillium expansum*
21. Cinnamon
22. Oregano
23. Cinnamaldehyde
24. *Bacillus cereus*
25. *Enterococcus faecalis*
26. *Staphylococcus aureus*
27. *Salmonella cholerasuis*
28. *Yersinia enterocolitica*
29. *Pseudomonas aeruginosa*

همچنین بیان داشتندکه درصد اسانس‌های روغنی در خاصیت ضد میکروبی موثرتر از ضخامت فیلم می‌باشند که دلیل آن قابل بحث است. قابلیت نگهداری دو واریته توت فرنگی تیمار شده با استفاده از دارچین در ترکیب با سینامآلدئید علیه کاندیدا آلبیکنز و آسپرژیلوس فلاووس طی ۷ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی-گراد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داده که محافظت کامل طی ۷ روز نگهداری مشاهده شده به طوری‌که هیچگونه تغییر قابل ملاحظه‌ای در خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن‌ها مشاهده نشد. همچنین قارچ‌ها نیز رشدی نشان نداده‌اند (Rodríguez *et al.*, 2007).

اثر ضد میکروبی فیلم پلاستیکی در ترکیب با *Allium sativum* در مقادیر ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد وزنی از اسانس روغنی علیه باکتری‌های گوشت (لیستریا مونوسیتوژنس، اشرشیاکلی و بروکوتریکس ترموسفاکتا[30]) مورد بررسی قرار گرفته است. یک ترکیب ضد میکروبی طبیعی می‌باشد که بر سلامتی تاثیر سوئی ندارد. نتایج نشان داده که پلی اتیلن با دانسیته کم در ترکیب با اتیلن- ونیل استات[31] (LDPE/EVA) با ۸٪ از اسانس روغنی فعالیت ضد میکروبی بیشتری نشان داده‌اند و تاثیر آن‌ها به ترتیب بیشتر بر لیستریا مونوسیتوژنس، بروکوتریکس ترموسفاکتا و اشرشیاکلی بوده است. افزودن مقادیر بالا از اسانس روغنی به مقدار کمی باعث تضعیف خصوصیات فیزیکی فیلم‌ها می‌شود و در مقادیر کم تبلور افزایش می‌یابد (Sung *et al.*, 2014a).

اثر ضد میکروبی فیلم پلی اتیلن دانسیته کم با روغن سیر (۲، ۴، ۶ و ۸ درصد وزنی- وزنی) علیه پاتوژن‌های گوشت گاو آماده به مصرف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده بدون توجه به مقدار روغن استفاده شده فیلم مورد ارزیابی از رشد لیستریا مونوسیتوژنس بعد از ۳، ۶، ۹ و ۱۵ روز نگهداری در دمای ۴ درجه ساتنی‌گراد جلوگیری کرده است. ولی اثر کمی بر رشد اشرشیاکلی و برکوتریکس ترموسفاکتا نشان داده است. در مقادیر بالای روغن انتقال بخار آب کم‌تر بوده است. بین مقاومت به گرما در همه فیلم‌ها تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد. همچنین نتایج بررسی با

30. *Brochothrix thermosphacta*
31. low-density-polyethylene/ethylene-vinyl-acetate

Archive of SID

www.SID.ir

اینفرارد نشان داده که افزودن روغن سیر تاثیری بر خصوصیات فیلم نشان نداده است (Sung *et al.*, 2014b).

فیلم خوراکی پلی پروپیلن/ پلی وینیل الکل همراه با غلظت‌های مختلف عصاره اتانولی ریواس[۳۲] و اسانس روغنی دارچین برای نگهداری گوشت تازه گاو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داده که این فیلم خوراکی از رشد باکتری‌ها جلوگیری کرده و باعث حفظ pH و کل نیتروژن بازی فرار[۳۳] (TVB-N) می‌شود (Han *et al.*, 2014).

لئی و همکاران در سال ۲۰۱۳ به بررسی فیلم پلی اتیلن ترفتالات/ پلی پروپیلن که از طریق فشار اتمسفری پلاسما و همراه ترکیبات ضد میکروبی تولید شده پرداختند. نتایج نشان داده که زبری و hydrophilicity سطح بعد از تیمار با فشار پلاسما افزایش یافته است. کیتوزان و دیگر نگهدارنده‌ها به طور موفقیت آمیزی بر سطح فیلم قرار گرفتند. بررسی خواص ضد میکروبی (استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیاکلی و باسیلوس سوبتیلیس[۳۴]) نیز نشان داده که فیلم‌ها دارای ۱۰۰٪ خواص ضد میکروبی در برابر استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیاکلی بوده ولی خاصیت ضد میکروبی برای باسیلوس سوبتیلیس کمتر (۸۵٪) بوده است. با افزایش pH و دما مهاجرت ترکیبات از فیلم به محلول افزایش پیدا کرده است ولی با افزایش قدرت یونی بوسیله سدیم کلراید و یا کاهش تحرک یون‌ها با استفاده از ساکارز مهاجرت ترکیبات از فیلم کاهش می‌یابند (Lei *et al.*, 2013).

اگرچه انواع مختلف پلیمرهای تجاری (PLA, PHA, PCL, PEA,...) تولید شده است ولی پلیمرهای با منبع کشاورزی و گیاهی مخصوصا پلی‌ساکاریدها بیشتر مورد توجه بوده‌اند. در بین پلیمرهای پلی‌ساکاریدی نیز پلیمرهای تهیه شده از نشاسته به دلیل ارزان و فراوان بودند (Souza *et al.*, 2010) و قدرت تولید فیلم مناسب اهمیت زیادی دارند (Souza *et al.*, 2013). فیلم‌های تولید شده با استفاده از نشاسته ایزوتروپیک، بدون بو، بی مزه، بی رنگ و بدون سمیت و قابل بازیافت می‌باشند (Souza *et al.*, 2010). Souza و همکاران در سال ۲۰۱۲ فیلم بر پایه کاساوا با استفاده از ذرات نانورس تولید کردند که دارای خصوصیات مکانیکی و انتقال مواد بهتری می‌باشد. این محققان در سال ۲۰۱۳ ترکیبات ضد میکروبی را به این فیلم‌ها افزودند. این ترکیبات ضد میکروبی از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری کرده و باعث افزایش عمر نگهداری محصول می‌شود. ماده اصلی در دارچین سیناماآلدئید و در میخک ائوگنول[۳۵] بوده است که دارای خاص ضد میکروبی می‌باشند. این محققان خاصیت ضد میکروبی این دو ماده در فیلم تهیه شده از کاساوا بر پنیسیلیوم کومون[۳۶] و ائوروتیوم آمستلودامی[۳۷] در نان نشان دادند که میزان هر کدام به ترتیب ۲ و ۱۶ گرم در ۱۰۰ گرم بوده است. دارچین در غلظت‌های پائین نیز دارای خواص ضد میکروبی می‌باشد که این موضوع دارای اهمیت می‌باشد به دلیل اینکه در غلظت‌های بالاتر این ماده بر خصوصیات حسی و طعمی فیلم تولید شده تاثیر خواهد گذاشت. نتایج میگراف‌های حاصل از SEM نشان داده که فیلم تولید شده دارای ماتریکس یکنواخت بوده ولی در صورت استفاده نکردن از امولسیفایر بافت یکنواختی حاصل نشده است (Souza *et al.*, 2013).

فیلم‌های خوراکی ترکیبی بر پایه نشاسته ذرت و اسانس‌های خوراکی آویشن شیرازی و پونه در نسبت های ۱، ۲ و ۳٪ تولید شده است. ویژگی‌های مکانیکی فیلم‌های تولید شده تحت تأثیر افزودن اسانس قرار گرفت به طوری که مقاومت کششی کاهش و کشیدگی به میزان قابل ملاحظه ای افزایش یافت. این مورد در فیلم های حاوی اسانس آویشن دارای معنی داری بیشتری بود. افزودن اسانس خوراکی به در پوشش به علت قرار گیری اسید چرب به جای زنجیر پلیمری در ساختار پوشش و نقش روان کنندگی آن، درصد افزایش طول پوشش به طور معنی داری افزایش یافت. اسانس‌ها شبکه پوشش را تضعیف کرده و سبب می‌شدند که پوشش تا لحظه پاره شدن طول بیشتری داشته باشد مطالعه ریز ساختار نیز تاثیر حضور اسانس‌های خوراکی را روی سطح داخلی و خارجی فیلم تائید کرد که این امر کاهش نفوذ پذیری به بخار آب در فیلم حاوی مواد لیپیدی را توجیه می‌کند. در واقع با افزایش میزان اسانس در فیلم-های نشاسته‌ای، میزان رطوبت، حلالیت کاهش یافت. اسانس‌های به کار برده شده در این تحقیق خواص ضدمیکروبی (اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس) متفاوتی را از خود نشان دادند. اثر

32. *Rhubarb*
33. Total volatile base nitrogen
34. *Bacillus subtilis*
35. Eugenol
36. Penicillium commune
37. Eurotium amstelodami

Archive of SID
www.SID.ir

ضدمیکروبی پوشش‌های تولید شده بر روی باکتر ی‌های گرم مثبت بیش از باکتری‌های گرم منفی بود که دلیل آنرا به نوع ماده تشکیل دهنده دیواره سلولی این دو گروه از باکتری‌ها مربوط دانسته‌اند. به طور کلی پوشش‌های حاوی اسانس آویشن دارای بالاترین خاصیت ضدمیکروبی بوده و پس از آن روکش‌های حاوی اسانس پونه قرار داشتند. همچنین در فیلم‌های داری اسانس پونه، باکتری استافیلوکوکوس اورئوس بیشترین بازدارندگی را در غلظت ۳ درصد نشان داد. از دو گیاه معطر *Thymus moroderi* و *Thymus piperella*در فیلم خوراکی کیتوزان به منظور بررسی میزان کل فنل، اثر ضد میکروبی و خواص آنتی اکسیدانی آن‌ها استفاده شده است. فیلم تشکیل شده از *T. piperella* در جلوگیری از رشد سراتیا ماسرانس[۳۸] و لیستریا اینوکولا[۳۹] موثرتر از فیلم تهیه شده از *T. moroderi* بوده است. در حالی که تفاوت قابل ملاحظه ای در بازدارندگی این دو فیلم در جلوگیری از رشد آئروموناس هیدروفیلا[۴۰] و آکرموباکتر دنتریفیکاس[۴۱] مشاهده نشده است.

خاصیت آنتی اکسیدانی فیلم تشکیل شده از *T. piperella* کم‌تر از فیلم تهیه شده از *T. moroderi* بوده است (Ruiz-Navajas *et al.*, 2013). خواص ضد میکروبی فیلم تهیه شده از پروتئین سویا همراه با مقدارهای مختلف (۱، ۲، ۳، ۴ . ۵٪) پونه کوهی و اسانس آویشن و همچنین اثر ترکیبی مقدار ماکسیمم این دو اسانس علیه اشرشیاکلی، اشرشیاکلیO157:H7 ، استافیلوکوکوس اورئوس، سودوموناس ائوروژینوزا و لاکتوباسیلوس پلنتاروم در گوشت گاو نگهداری شده در دمای ۴ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار گرفته است. هر دو اسانس خواص ضد میکروبی مشابهی بر روی همه باکتری‌ها نشان داده‌اند. اثر بازدارندگی بر روی اشرشیاکلی، اشرشیاکلیO157:H7، استافیلوکوکوس اورئوس بیشتر بوده است. پونه کوهی و اسانس آویشن و ترکیب این دو اسانس بر روی شمارش کلی و لاکتیک اسید باکتری‌ها و سویه‌های استافیلوکوکوس تاثیری ندارند در حالی‌که بروی سودوموناس و کلی فرم‌ها اثر بازدارندگی نشان داده‌اند (Emiroğlu *et al.*, 2010).

فیلم‌های خوراکی همراه با ترکیبات ضد میکروبی در بسته بندی مواد غذایی فیلم فعال می‌گویند. خواص ضد میکروبی عصاره‌های گیاهی شناخته شده است با این وجود کاربرد آن ها در فیلم‌های خوراکی محدود می‌باشد. اثر ضد میکروبی فیلم خوراکی ایزوله پروتئین سویا با ۱- ۴٪ وزنی/ حجمی از اسانس روغنی پونه کوهی، رزماری و سیر علیه اشرشیاکلی O157:H7, استافیلوکوکوس اورئوس، سالمونلا انتریتیدیس[۴۲]، لیستریا مونوسایتوژنس، لاکتوباسیلوس پلانتاروم مورد بررسی قرار گرفته است. اثر ضد میکروبی ۲٪ پونه کوهی بیشتر از دو اسانس دیگر بوده است. رزماری اصلا اثر ضد میکروبی نشان نداده و اسانس سیر در غلظت ۳ و ۴٪ اثر ضد میکروبی نشان داده است (Seydim & Sarikus , 2006).

اثر ضد میکروبی میخک (*Syzygium aromaticum* L.)، رازیانه[۴۳]، درخت سرو (*Cupressus sempervirens* L)، اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*)، آویشن (*Thymus vulgaris* L.)، کاج (*Pinus sylvestris*) و رزماری بر ۱۸ جنس باکتری که مهم‌ترین عوامل فساد و بیماری مواد غذایی هستند مورد بررسی قرار گرفته است. اسانس میخک بیشترین اثرضد میکروبی را نشان داده است و بعد از آن رزماری و اسطوخودوس دارای بالاترین اثر ضد میکروبی بوده‌اند. سپس به منظور بررسی اثر آن ها در نگهداری مواد غذایی به عصاره ماهی افزوده شدند که نتایج نشان داده که میخک و آویشن از همه موثرتر بوده‌اند. سپس فیلم خوراکی کیتوزان حاوی اسانس میخک تهیه شده و اثر ضد میکروبی آن بر شش باکتری انتخاب شده: سودوموناس فلورسنس، شوانلا پوتریفاسینس[۴۴]، فوتوباکتریوم فسفریوم[۴۵]، لیستریا اینوکلا[۴۶]، اشرشیاکلی و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس مورد بررسی قرار گرفته است. اثر ضد میکروبی میخک در فیلم به شبکه فیلم و همچنین نوع میکروارگانیزم بستگی دارد. سپس فیلم ژلاتین- کیتوزان تهیه شده و اثر ضد میکروبی این ترکیبات در ماهی نگهداری شده در سرما مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده که رشد باکتری‌های گرم منفی مخصوصا انتروباکترها به طور چشمگیری کاهش پیدا

38. *Serratia marcenscens*
39. *Listeria innocua*
40. *Aeromonas hydrophila*
41. *Achromobacter denitrificans*

42. *Salmonella enteritidis*
43. *Foeniculum vulgare*
44. *Shewanella putrefaciens*
45. *Photobacterium phosphoreum*
46. *Listeria innocua*

Archive of SID

www.SID.ir

کرده در حالی‌که باکتری‌های لاکتیک اسید طی مدت زمان زیادی از نگهداری باقی مانده‌اند (Gómez-Estaca *et al*., 2010).

خواص ضد میکروبی و فیزیکی و مکانیکی فیلم کیتوزان همراه با اسانس زعفران (غلظت‌های ۰/۴، ۰/۸، ۱/۵ و ۲٪ حجمی/ حجمی) مورد بررسی قرار گرفته است. با استفاده از اسانس زعفران خواص ضد میکروبی فیلم کیتوزان افزایش و محتوای رطوبتی، حلالیت در آب، نفوذ پذیری به بخار آب و افزایش طول در نقطه شکست کاهش یافته است. همچنین مطالعات میکروسکوپی شبکه فیلم نشان داده است که اسانس زعفران اتصال مناسبی با فیلم نشان داده است (Ojagh *et al*., 2010a).

بررسی اثر فیلم ضد میکروبی کیتوزان با اسانس زعفران بر کیفیت ماهی غزل آلا رنگین کمان طی ۱۶ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار گرفته است. فیلم ۲٪ وزنی/ حجمی کیتوزان و ۲٪ وزنی/ حجمی کیتوزان همراه با ٪ ۱/۵ حجمی/ حجمی اسانس زعفران استفاده شده است. نتایج نشان داده که استفاده از این فیلم ضد میکروبی باعث افزایش کیفیت ماهی و عمر نگهداری آن شده است (Ojagh *et al*., 2010b).

اثر ضد میکروبی فیلم تهیه شده از ایزوله پروتئین آب پنیر به همراه غلظت‌های مختلف پونه کوهی (۰/۵، ۱، ۱/۵٪ وزنی/ وزنی) مورد مطالعه قرار گرفته است. جذب آب و نفوذ بخار آب تحت تاثیر افزودن پونه کوهی قرار در هیچ غلظتی قرار نگرفته است. دمای انتقال شیشه‌ای به خاطر افزودن روغن به شبکه پروتئینی ۱۰- ۲۰ درجه سلسیوس کاهش یافته است. ضریب یانگ، ماکسیمم قدرت کششی و طول در نقطه شکست در غلظت ۱٪ از روغن کاهش پیدا کرده است. همچنین افزودن پونه کوهی بر رنگ قطعه‌های گوشت گاو طی ۱۲ روز نگهداری در ۴ درجه سلسیوس اثری نداشته و ماکسیمم سرعت رشد فلور میکروبی کل و تعداد سودوموناس‌ها با افزودن ۱/۵٪ روغن کاهش پیدا کرده است در حالی که رشد لاکتیک اسید باکترها به طور کامل متوقف شده است (Zinoviadou *et al*., 2009).

فیلم ایزوله پروتئین آب پنیر همراه با کهور[47] تهیه شده است. افزودن کهور باعث بهبود انعطاف پذیری و کاهش قدرت کششی و افزایش طول در نقطه شکست می‌شود. بنابراین افزودن کهور باعث بهبود خصوصیات مکانیکی فیلم ایزوله آب پنیر می‌شود (Osés *et al*., 2009).

فیلم ژلاتین پوست همراه با گلیسرول و سوربیتول به عنوان پلاستیسایزر تهیه شده است. شفافیت، حلالیت و نفوذ به بخار آب در فیلم تهیه شده مانند فیلم ژلاتینی تجاری تهیه شده از ژلاتین گربه ماهی بوده است. افزودن عصاره گل گاو زبان[48] باعث افزایش خصوصیات آنتی اکسیدانی و شفافیت و کاهش نیروی شکست شده است. خواص آنتی اکسیدانی فیلم تهیه شده با استفاده از عصاره گل گاو زبان بالاتر از آلفا توکوفرول و BHT بوده است (Gómez-Estaca *et al*., 2009a).

فیلم ژلاتین پوست گاو و تن ماهی همراه با عصاره رزماری و پونه کوهی تولید شده است. ژلاتین تهیه شده از پوست گاو با پلی فنل‌های عصاره‌های گیاهی واکنش کمی داشته و خصوصیات این فیلم تهیه شده با فیلم کنترل (بدون افزودن عصاره گیاهی) تفاوتی نشان نداده است. ولی ژلاتین پوست ماهی با پلی فنل‌های عصاره-های گیاهی واکنش داده و خصوصیات متفاوتی به وجود آمده از جمله اینکه دمای انتقال شیشه‌ای و حلالیت افزایش یافته و قابلیت تخریب نیز کاهش یافته است (Gómez-Estaca *et al*., 2009b).

ویژگی‌های مکانیکی، ضد میکروبی و انتقالی ۰/۵- ۰/۱٪ سوسپانسیون اسانس‌های روغنی/ ترکیبات روغنی (پونه کوهی/ کارواکرول، روغن دارچین/ سینامالدئید و روغن سنبل هندی/ سیترال) علیه باکتری اشرشیا کلی O157:H7 در فیلم پوره سیب- آلژینات مورد بررسی قرار گرفته است. حضور اسانس‌های گیاهی بر نفوذ پذیری به اکسیژن و بخار آب تاثیری ندارد. کارواکرول بر رشد اشرشیاکلی بازدارندگی زیادی نشان داده است و اثر بازدارندگی بدین صورت بوده که بیشترین بازدارندگی مربوط به کارواکرول و سپس به ترتیب برای پونه کوهی، سیترال، سنبل هندی، سینامآلدئید و روغن دارچین بدست آمده است (Rojas-Graü *et al*., 2007a).

فیلم‌های خوراکی همراه با ترکیبات ضد میکروبی باعث افزایش عمر نگهداری قطعات میوه‌های تازه می‌شود. اثر سنبل هندی، پونه کوهی و وانیلین در پوشش خوراکی پوره سیب/ آلژینات بر عمر نگهداری قطعات سیب Fuji طی ۲۱ روز نگهداری در دمای ۴ درجه

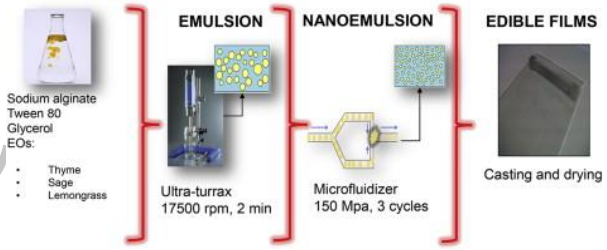
47. Mesquite

48. Borage

Archive of SID

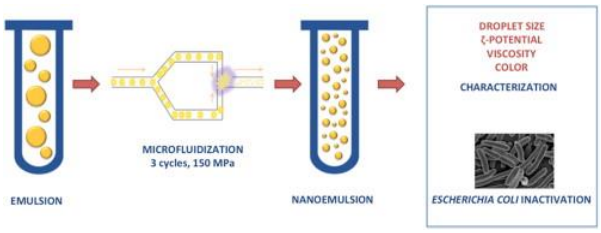
www.SID.ir

سلسیوس مورد بررسی قرار گرفته است. سیب‌ها با پلی پروپیلن بسته بندی شده‌اند. در فیلم‌های حاوی مقدار زیادی اسانس روغنی مقدار جذب اکسیژن و تولید دی اکسید کربن کاهش پیدا کرده است. مقدار تولید اتیلن در سیب‌های بسته بندی شده زیر μL $50 L^{-1}$ باقی مانده است. در حالیکه در سیب‌های بدون پوشش و بدون اسانس طی زمان نگهداری افزایش داشته است. پوشش با کلسیم کلراید و N- استیل سیستئین[۴۹] باعث افزایش سفتی سیب‌ها شده ولی در فیلم حاوی سنبل هندی نرمی بافت مشاهده شده است. وانیلین (۰/۳٪حجمی/ حجمی) از نظر کیفیت حسی محصول بعد از دو هفته موثرتر بوده است. همه اسانس‌ها بر رشد سایکروفیل-ها، کپک‌ها و مخمرها تاثیر گذاشته‌اند. سنبل هندی (۱ و ۱/۵٪ حجمی/ حجمی) و پونه کوهی (۰/۵٪ حجمی/ حجمی) بر رشد لیستریا اینوکلا (۴ سیکل لگاریتمی کاهش) موثرتر بوده‌اند (Rojas-Graü *et al.*, 2007b).



شکل ۱. تهیه فیلم خوراکی با استفاده از نانوامولسیون تهیه شده با استفاده از **Microfluidization**

اثر مالیک اسید و اسانس روغنی زعفران، palmarosa و سنبل هندی در پوشش خوراکی آلژینات بر عمر نگهداری و کیفیت خربزه "Piel de Sapo" (*Cucumis melo* L.) طی نگهداری در دمای ۵ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار گرفته است. خربزه با استفاده از فیلم پروپیلن بسته بندی شدند. افزودن مالیک اسید باعث بهبود کیفیت فیزیکوشیمیایی تا بیش از ۱۴ روز و کیفیت میکروبی (بیش از ۹/۶ روز) نسبت به فیلم‌های بدون پوشش شده‌اند. افزودن اسانس-ها نیز باعث بهبود عمر نگهداری میکروبی تا بیش از ۲۱ روز شده‌اند که در بعضی از نمونه‌ها به اثر سینرژیستی مالیک اسید و اسانس مربوط می‌شود. با اینحال بعضی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مانند سفتی و رنگ خربزه‌های تازه ممکن است تحت تاثیر قرار گیرند که باعث کاهش عمر فیزیکوشیمیایی آن می‌شود. روغن palmarosa در غلظت ۰/۳٪ از نظر حفظ کیفیت فیزیکوشیمیایی موثرتر بوده است و از رشد فلور میکروبی طبیعی و سالمونلا انتریتیدیس جلوگیری کرده است (Raybaudi-Massilia *et al.*, 2008).



شکل ۲. تبدیل امولسیون دانه درشت اسانس‌های روغنی به نانوامولسیون و بررسی اثر ضد میکروبی آن ها بر اشریشیاکلی.

فیلم خوراکی کیتوزان به همراه اسانس آویشن[۵۰] Boiss (۵ و ۱۰ گرم در لیتر) و عصاره دانه انگور (۱۰ گرم در لیتر) به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر تولید شده‌است. همه فیلم‌ها به جز فیلم تهیه شده با استفاده از ۱۰ گرم در لیتر اسانس آویشن[۵۱] Boiss و ۱۰ گرم در لیتر عصاره دانه انگور قدرت و کشش کمی نشان داده‌اند. افزودن ۱۰ گرم در لیتر اسانس آویشن[۵۲] Boiss به عصاره دانه انگور باعث افزایش نفوذ پذیری به بخار آب فیلم کیتوزان شده است. همچنین افزودن این دو ترکیب به فیلم کیتورام باعث افزایش رطوبت پذیری سطح، ترکیبات فنلی کل و خواص آنتی اکسیدانی فیلم کیتوزان شده است. رنگ فیلم کیتوزان با اسانس آویشن[۵۳] Boiss زرد روشن و رنگ فیلم با عصاره انگور خاکستری بوده است (Moradi *et al.*, 2012).

فیلم کیتوران همراه با عصاره چای سبز (۲، ۵، ۱۰ و ۲۰٪ وزنی/ حجمی) تهیه شده است. استفاده از عصاره چای سبز باعث بهبود ویژگی‌های مکانیکی و انتقال بخار آب فیلم شده و خواص آنتی اکسیدانی و محتوای فنلیک افزایش یافته است (Siripatrawan *et al.*, 2010).

49. *N*-acetylcysteine

50. *Zataria multiflora* Boiss
51. *Zataria multiflora* Boiss
52. *Zataria multiflora* Boiss
53. *Zataria multiflora* Boiss

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱. ترکیب اسانس‌های روغنی و گونه مربوط به گیاه بدست آمده از آن‌ها.

گیاه	گونه	قسمت گیاه	ترکیبات اصلی (% تقریبی)[a]	منبع
ترخون	*Artemisia dracunculus*	برگ و گل	متیل کاویکول (۹۲/۴)، ۳- متوکسی سینامآلدئید (۳/۸)، β- لیمونن (۱/۳)	Teixeira *et al*., 2013
گریپ فروت	*Citrus paradisi*	پوست میوه تازه پرس شده به روش سرد	α- لیمونن (۸۴/۷)، سسکوئی ترپن اکسیژنه شده (۲/۱)،۷- متوکسی- ۸-(۲- فرمیل- ۲- متیل پروپیل)کومارین (۱/۸)	Teixeira *et al*., 2013
جعفری	*Petroselinum sativum*	برگ و شاخه	متیل کاویکول (۷۷/۹)، ۲و۶- دی متیل -۶-(۴- متیل-۳- پنتنیل)- بیسکلو (۳، ۱، ۱)هپت- ۲- ان (۴/۱)، ۳- متوکسی سینامآلدئید (۳/۷)، سسکوئی ترپن اکسیژنه شده (۲/۷)، متیل ائوگنول (۲/۷)،	Teixeira *et al*., 2013
ریحان	*Ocimum basilicum*	برگ	لینالول(۶۹/۲، α- کادینول (۲/۵۶)، γ- کادینن (۲/۵)، استراگول (۲/۴٪)، δ- گوانین (۲/۱۰)	Stajkovic *et al*., 2007; Beric *et al*., 2008
گشنیز	*Coriandrum sativum*	برگ	لینانول (۲۶)، E- ۲- دکانول (۲۰)	Delaquis *et al*., 2002
زعفران	*Cinnamomum zeylanicum*	پوست	E- سنامآلدئید (۶۸/۹۵)	Unlu *et al*., 2010
سنبل هندی	*Cymbopogon winterianus*	برگ	سیترونلال (۳۰-۲۰)، سیترونلول (۱۵-۱۰)	Sinha *et al*., 2014
میخک	*Eugenia caryophyllata*	گل	ائوگنول (۵۸/۲- ۴۸/۸۲)، کرایوفیلن (۳۶/۹۴، ۱۳/۹۹)، ائوگنول استات (۲۲/۳۴- ۳/۸۹)	Guan *et al*., 2007
سیر	*Allium sativum*	پیاز	۲ پروپنیل تیواستونیتریل (۴۳/۲۵)، تری سولفیت متیل ۲- پروپنیل (۲۳/۴۰)، دی سولفید دی ۲- پروپنیل (۲۰/۸۷)	Kirkpinar *et al*., 2011
چای سبز	*Camellia sinensis*	برگ	لینالول (۵۶/۷۳)، α- ترپینولئول (۹/۳۷)، p- کرسول، ۲، ۶- دی ترت- بوتیل (۱۱/۶۳)، نانآلدئید (۵)، هگزانال (۴/۴۹)، ۳- متیل بوتانال (۳/۴۱)، سیترال (۵۰/۸۸)	Tontul *et al*., 2013
سنبل هندی	*Cymbopogon citratus*	برگ	سیترال (۸۸-۵۰)	Sinha *et al*., 2014
مرزنجوش	*Origanum majorana*	گل و آذین (خوشه)	آپیژنین (۳۵/۲۳)، متیل رزمارنات (۳۱/۵۸)، رزمارنیک اسید (۱۵/۱۵)	Roby *et al*., 2013
پیاز	*Allium cepa*	پیاز	پروپیونآلدئید (۷۸/۴۱- ۱۳/۵۶)، دی پروپیل سولفید (۷۸/۷۰- ۱۰/۶)، ۳، ۴- دی متیل تیو- فن (۱۳/۲۳- ۰/۳۵)	Colina-Coca *et al*., 2013
پونه کوهی	*Origanum compactum*	برگ	γ- تریپن (۲۲/۹۰)، کارواکرول (۲۲)، تیمول (۱۹/۳۶)، p- سیمن (۱۳/۲۶)، β- کاریوفینل (۳/۴۷)، α- ترپینن (۳/۲۶)، لینالول (۲/۹۱)، میرسن (۲/۵۸)، α- تیون (۱/۵۱)، α- پینن (۱/۱۵)	Mezzoug *et al*., 2007
پونه کوهی	*Origanum onites*	برگ	کارواکرول (۶۴/۳۰)، لینالول (۱۳/۸۰)، p- سیمن (۷/۱۰)، γ- ترپینن (۳/۵۰)، میرسن (۱/۶)، تیمول (۱/۴)، α- پینن (۱)	Bostancioglu *et al*., 2012
Palmarosa	*Cymbopogon martini*	برگ	گرانیول (۶۵/۸۵٪)، گرانیل استات (۲۰- ۵)	Sinha *et al*., 2014

Archive of SID

www.SID.ir

پونه	*Mentha pulegium*	برگ و خوشه	منتون (۳۹/۵۰)، نئومنتول (۹/۲۰)، ۸- هیدورکسی-δ- ۴(۵)- p- منتن- ۳- وان (۲/۱۰)	Teixeira *et al.*, 2012
زرماری	*Rosmarinus officinalis*	برگ و کاسه گل	وربنون (۲۱/۷۶)،کمفور (۱۴/۶)، سافرول (۱۲/۳)، بورنئول (۱۰/۴)، ۱، ۸- سینئول (۷/۲۶)، α- پینن (۶/۶۵)، β- کاریوفیلن (۶/۱۷)، گرانیول (۵/۷۵)، β- سلینن (۳/۶۱)، α- سلینن(۳/۵۷)	Sacchetti *et al.*, 2005
آویشن	*Artemisia campestris*	برگ	β- پینن (۴۱)، p- سایمن (۹/۹)، α- ترپینن (۷/۹)، لیمونن (۶/۵)، مایرسن (۴/۱)، β- فلاندرن(۳/۴)، α- پینن (۳/۲)	Neffati *et al.*, 2008
آویشن	*Thymus vulgaris L.*	برگ	سینامیک اسید (۲۸/۵۴)، آپیژنین (۸/۸۸)، لوتئولین ۷- o- روتینوز (۷/۶۵)	Roby *et al.*, 2013
Correa	*Aegle marmelos (L.)*	برگ	α- فلندرن (۲۰/۹۷)، α- پینن (۱۷/۷۶)، δ- کارن (۱۶/۳۷)، اسγ- کادینن (۸/۰۱)، ترانس- ۲- هیدروکسی سینمیک اسید (۶/۸۵)، β- میرسن (۴/۳۲)،	Ibrahim *et al.*, 2015
درمنه دشتی	*Artemisia sieberi*	سر شاخه سبز	۱،۸- سینئول (۴۷/۶)، کامفور (۳۵/۵)، کامفن (۸/۳)	هندی همکاران- ۱۳۹۱
مریم گلی	*Salvia lachnocalyx Hedge*	سرشاخه های گلدار	بی سیکلوجرماکرن (۳۱/۳)، α– پینن (۱۳/۲)، سابینن (۱۱/۷)، β– پینن (۱۰/۳)	میرزا و باهرنیک. ۱۳۸۶

[a] ٪ تقریبی ترکیبات اصلی در عصاره اسانس‌های روغنی تحت شرایط خاص

جدول ۲. برآورد خاصیت جهش زایی و genotoxicity اسانس‌های روغنی

اسانس	ترکیبات اصلی	آزمون انجام شده	مدل آزمایشی	غلظت	نتایج	منبع
ریحان (*Ocimum basilicum* L.)	لینالول(۶۹/۲، α- کادینول (۲/۵۶)، γ- کادینن (۲/۵)، استراگول (۲/۴٪)، δ- گوانین (۲/۱۰)	آمس تست (تست جهش زایی و ضد جهش زایی)	سویه-های سالمونلا تایفی موریم TA 98, TA 100, TA102)	۰/۵-۲ µL/plate	اثر جهش زایی مشاهده نشده ولی اثر ضد جهش زایی بر تعدادی ترکیبات جهش زا مشاهده شده است.	Stajkovic *et al.*, 2007
ریحان (*Ocimum basilicum* L.)	اسانس روغنی	آمس تست (تست جهش زایی و ضد جهش زایی)	سویه-های سالمونلا تایفی موریم (TA98, TA100, TA102) اشرشیاکلی (WP2, SY252, IB101)	۰-۲ µL/plate	اثر جهش زایی مشاهده نشده است. اسانس روغنی علیه t-BOOH- سلول‌های تیمار شده اثر ضد جهش زایی نشان داده است.	Beric *et al*., 2008
ریحان (*Ocimum*	ایزوپینوکامفون (۳۳/۱۰٪)،	آمس تست	سویه‌های	۹۶-۴۸۰µL/plate	اثر جهش زایی	De Martino et al., 2009

Archive of SID
www.SID.ir

basilicum L.)	کاروون (۳۹/۷۰٪)		سالمونلا تیفی موریوم (TA 98, TA 100)		مشاهده نشده است.	
گشنیز	لینانول (۷۵/۴٪)، γ- ترپینن (۴/۹٪)، α- پینن (۴/۸٪)، گرانیل استات (۳٪)، گرانیول (۲/۸٪)	آمس تست	سویه‌های سالمونلا تیفی موریوم (TA 97, TA 102)	۰/۴-۸µL/plate	اثر جهش زایی در هر دو سویه استفاده شده در غاظت‌های بالا (۱/۶-۸ µg/mL) مشاهده شده است.	Reyes *et al*., 2010
زعفران	سیناماَلدئید، سینامیک اسید، ائوگنول، لیمونن، سینامیل، الکل	آمس تست	سویه‌های سالمونلا تیفی موریوم (TA100)	۵۰-۲۰۰۰ µg/mL	نتایج منفی با S۹ یا بدون آن مشاهده شده است.	Shoeibi *et al*., 2009
سنبل هندی	سیترونلا	تست کامت Comet assay ، تست دیفوزیون DNA	لنفوسیت انسانی	۱۰۰ -۲۰۰۰ µg/mL	تخریب DNA در غلظت‌های بالا (۱۰۰۰ µg/Ml و بیشتر) مشاهده شده است.	Sinha *et al*., 2014
زردچوبه (*Curcuma longa* L.)	اسانس تورمریک اسید (TEO)	آمس تست، تست میکرونوکلئوز (MN) و ناهنجاری‌های کروموزوم (CA)، کامت تست	سالمونلا تیفی موریوم (TA 98, TA 100, TA102, TA1535) مغز استخوان، طحال و روده موش (oral)	۱۰۰ -۳۰۰۰µL/plate ۱ mg/kg 2 weeks	اثر جهش زایی بر سالمونلا تیفی موریوم مشاهده نشده است. اثر MN و CA مشاهده نشد. اثر تخریبی DNA ارگآن های موش مشاهده نشده است.	Liju *et al*., 2013
اسانس زنجبیل (*Zingiber officinale* R.) (GEO)	α- زینگیبرن (۳۱/۰۸٪)، آر- کرکومن (۱۵/۴٪)، α- سسکوئی فلاندرن (۱۴/۰۲٪)	آمس تست	سالمونلا تیفی موریوم (TA98, TA100, TA102)	۱۰ -۳۰۰۰µL/plate	اثر جهش زایی با یا بدون فعالیت متابولیکی سالمونلا مشاهده نشده است. اثر ضد جهش زایی مشاهده شده است.	Jeena *et al*., 2014
چای سبز (Camellia sinensis)	عصاره چای سبز	تبادل کروماتید خواهری، اندیس تکثیر (antigenotoxicity assays)	لنفوسیت انسان	۱۰^{۴} g/mL * ۱/۰۷۵ -۳/۱۵	اثر ضد جهش زایی بر استرهای آنابولیک مشاهده شده است.	Gupta *et al*., 2009

Archive of SID

www.SID.ir

چای سبز (Camellia sinensis)	عصاره چای سبز	کامت تست	سلول‌های جورکات	۱۰ mg/mL	از تخریب DNA توسط H_2O_2 محافظت نمی‌کند.	Bhatt *et al.*, 2010
سنبل هندی *(Cymbopogon citratus)*	سیترال (۸۸-۵۰٪)، لینالول، میرسن، گرانیول، گرانیل استات، کامفن	تست کامت، تست دیفوزیون DNA	لنفوسیت انسان	۰-۸۰۰ µg/mL	تخریب DNA در غلظت‌های µg/mL ۱۰۰ و بالاتر	Sinha *et al.*, 2014
پیاز (پیاز قرمز)	عصاره اتیل استات	آمس تست	سالمونلا تیفی موریوم TA98, TA100)	۰-۳۰۰۰ µL/plate	انواع پیازها اثر ضد جهش زایی نشان داده‌اند. عصاره نیز اثر ضد جهش زایی مشابه با توجه به نوع جهش زا و دوز استفاده شده نشان داده است.	Shon *et al.*, 2004
پونه کوهی *Origanum onites)*	کارواکرول (۷۴٪)، لینالول (۷/۲٪)، تیمول (۴/۴٪)، p-سیمن (۳٪)، β- بیسابولون (۱/۴٪)، کاریوفیلن اکسید (۱/۳٪)	آمس تست	سالمونلا تایفی موریوم (TA98, TA100)	۰/۵- µL/plate ۰/۰۱	اثر جهش زایی در روغن مشاهده نشده است با یا بدون ترکیب S۹. EO از جهش زایی ایجاد شده بوسیله ۴-NPD و ۲-AF جلوگیری می-کند.	Ipek *et al.*, 2005
پونه کوهی (*Origanum vulgare* L.)	O-سیمن (۴۱/۹۰٪)، کارواکرول (۴۴/۱۰٪)	آمس تست	سالونلا تیفی موریوم (TA98,TA10 0)	۹۳ -۴۶۷ µg	اثر جهش زایی در هیچ غلظتی از اسانس مشاهده نشده است	De Martino *et al.*, 2009
پونه کوهی *(Origanum vulgare)*	عصاره اسانس روغنی	اندیس میتوزی CA	باقلا ماشک	۰/۱-۱٪	کاهش در فعالیت میتوزی،کروموزومی و بی نظمی هسته‌ای	Hamedo & Abdelmigid, 2009
پونه کوهی (*Lippia graveolens* Kunth)	محتوای فنلی کل: ۲۱۱-۲۷۰ mg/ عصاره خشک شده	آمس تست	سالمونلا تیفی موریوم (TA98, TA100)	۰/۰۱ mL عصاره یا ۲۰۰ µg گالیک اسید در میلی لیتر	ضد جهش زایی بر باکتری‌های استفاده شده مشاهده نشده و اثر ضد جهش زایی در غلظت‌های ۲۰۰ µg گالیک اسید مشاهده شده است.	Martinez-Rocha, 2008
Palmarosa *(Cymbopogon martini)*	کامت تست دیفوزیون DNA		لنفوسیت انسان	۲۰۰۰- µg/mL ۱۰۰	جهش زایی در غلظت‌های µg/mL ۱۰۰۰ و بالاتر مشاهده شده	Sinha *et al.*, 2014
Piturantho chloranthus	اسانس‌های روغنی گابس،	آمس تست	سالمونلا	۳۰ -۱۰۰ µL/plate	هیچ کدام از دوزهای	Neffati *et al.*, 2009

Archive of SID

www.SID.ir

(Coss. Et Dur.)	مدنین و بنگردان (GEO, MEO, BEO) تیمول و کارواکرول مومو‌تپنوئیدهای غالب بوده‌اند.		تیفی موریوم (TA98, TA100, TA1535)		عصاره اسانس روغنی	استفاده شده اثر جهش زایی نشان نداده‌اند. همچنین از جهش زایی BaP و SA هم جلوگیری می‌کند.	
رزماری (*Rosmarinus officinalis*)	۱۲-۱۰٪ کارنوسیک اسید (۸۸٪)، کارنوزول (۱۲٪)	آمس تست	سالمونلا تیفی موریوم (TA102)	۰-۰/۸ mg/mL	عصاره رزماری از جهش ایجاد شده توسط t- BOOH جلوگیری می‌کند (به مقدار دوز استفاده شده بستگی دارد)	Minnuni *et al*., 1992
رزماری (*Rosmarinus officinalis*)	عصاره AquaROX® محلول در آب و VivOX® محلول در روغن	آمس تست کامت تست	سالمونلا تیفی موریوم (TA98) سلول‌های HepG2	۲- mg/plate ۰/۰۵ ۰/۰۵ -۵ µg/mL	اثر جهش زایی در حضور S۹ یا عدم حضور آن مشاهده نشده است. اثر ضد جهش زایی برای جهش زایی IQ. هر دو عصاره اثر محافظتی برای سلول-های HepG2 در برابر استرس ایجاد شده توسط t-BOOH و جهش زایی غیر مستقیم ایجاد شده توسط BaP و CA نشان داده است.	Zegura *et al*., 2011
رزماری (*Rosmarinus officinalis*)	عضاره اسانس روغنی	اندیس میتوزی CA	باقلا ماشک	۱-۰/۱٪	کاهش در فعالیت میتوزی،کروموزومی و بی نظمی هسته‌ای	Hamedo & Abdelmigid, 2009
Teucrium ramosissimum	اسانس روغنی	آمس تست	سالمونلا تیفی موریوم (TA98, TA100, TA1535)	۰-۲۵۰ µg/plate	جهش زایی برای سه سویه استفاده شده در هیچ مقداری مشاهده نشده است. ضد جهش در برابر SA، AFB۱، BaP و ۴- NPD مشاهده شده	Sghaier *et al*., 2010
آویشن	β- پینن (۴۱)، p- سایمن	آمس تست	سالمونلا	۱۰-۱۰۰ µg/mL	اثر جهش زایی	Neffati *et al*., 2008

Archive of SID
www.SID.ir

(*Artemisia campestris*)	(۹/۹٪)، α- ترپینن (۷/۹٪)، لیمونن (۶/۵٪)، مایرسن (۴/۱٪)، β- فلاندرن(۳/۴٪)، α- پینن (۳/۲٪)		تیفی موریوم TA97, TA98)			مشاهده نشده است. اثر ضد جهش زایی برای BaP مشاهده شده است.
آویشن	O- سیمن (۵۶/۲۰٪)، کاراکرول (۲۴/۴۴٪)، تیمول (۸/۷۵٪)	آمس تست	سالمونلا تیفی موریوم (TA98, TA100)	۹۳-۴۶۳ µg/plate	اثر جهش زایی مشاهده نشده است.	De Martino *et al.*, 2009

AFB۱: آفلاتوکسین B۱، AF-۲: ۲ آمینوفلورن، NADP -۴ : ۴ نیترو- o- فنیلن دی آمین، IQ: ۲-آمینو- ۳ متیل- ۳H- ایمیدازو [۴، ۵ F] کوئینولین، BaP: بنزو (α) پیرن، PhIP: ۲- آمینو-۱-متیل-۶- فنیل ایمیدازو (۴، ۵-b) پیریدین، SA: سدیم آزید، t-BOOH-: t- بوتیل- هیدروکسی پراکسید، HepG- ۲: سلول هپاتوسلولار سرطانی انسان، Jurkat: سلول لنفوبلاست حاد T سلول‌های سرطان خونی انسان.

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سه فیلم تهیه شده کارواکرول، عصاره دانه انگور و کیتوزان مورد بررسی قرار گرفته است. نسبت این ترکیبات در فیلم‌های مختلف بدین صورت بوده است، فیلم ۱: (۹/۶ ppm، ۶۸۴ ppm و ۱۲/۵ w/v٪)، فیلم ۲: (۶۰ ppm، ۴۰۰ ppm و ۱/۲ w/v٪) و در فیلم ۳: (۹۰ ppm، ۱۶۰ ppm و ۱/۲۴ w/v٪). در فیلم ۳ نفوذ پذیری به بخار آب و دی اکسید کربن کاهش یافته است در حالیکه در فیلم ۱ بیشترین محتوای رطوبتی و کم‌ترین درجه کریستال شدن، نفوذ پذیری به دی اکسید کربن، قدرت کششی مشاهده شده است. نتایج نشان داده که کارواکرول و عصاره دانه انگور بر خصوصیات فیلم و خصوصیات مکانیکی فیلم‌ها به دلیل خاصیت هیدروفیلیک (عصاره دانه انگور) و هیدروفوب (کارواکرول) موثر بوده‌اند (Rubilar *et al.*, 2013).

اسانس سینامون[54] قرن‌هاست که به منظور جلوگیری از فساد میکربی مواد غذایی مورد استفاده قرار دارد و در سال‌های اخیر به عنوان یک ماده ضد میکروبی در بسته بندی مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است. فیلم پلی اتیلن ترا فتالات[55] همراه سینامون برای بررسی اثر ضد میکروبی آن بر آسپرژیلوس فلاووس[56] استفاده شده است. فیلم ضد میکروبی در غلظت ۲٪ بدست آمده و در غلظت ۴٪ به طور کامل بازدارندگی نشان داده است. در این پژوهش از SEM و FTIR برای بررسی اثر این ماده بر دیواره سلولی میکروارگانیسم استفاده شده است (Manso *et al.*, 2013) .

فیلم کیتوزان- پلی وینیل الکل همراه با عصاره نعنا و عصاره پوست انار تولید شده است. فیلم تهیه شده با این عصاره-ها باعث افزایش محافظت در برابر اشعه UV می‌شود. همچنین باعث افزایش قدرت کششی شده و بر نیروی پانچ تاثیری ندارد. همچنین افزودن عصاره‌ها باعث خواص آنتی اکسیدانی در فیلم شده ولی نفوذپذیری فیلم‌ها تحت تاثیر قرار نگرفته است. همچنین دارای اثر ضد میکروبی علیه استافیلوکوکوس اورئوس و باسیلوس سرئوس بوده است (Kanatt *et al.*, 2012).

ذرات نانورس مونت موریلونیت در فیلم کیتوزان همراه با اسانس رزماری (۰/۵٪، ۱ و ۱/۵) استفاده شد. استفاده از این ترکیبات در فیلم کیتوزان باعث بهبود حفظ آب، نفوذ پذیری به بخار آب و حلالیت فیلم تا ۵۰٪ می‌شوند. همچنین باعث افزایش قدرت کششی و طول فیلم شده‌اند. افزودن رزماری (۱/۵٪ حجمی/ حجمی) باعث بهبود خواص ضد میکروبی فیلم نیز شده است (Abdollahi *et al.*, 2012).

تکنیک‌های ترکیبی

اسانس‌ها[57] (Eos) دارای خاصیت ضد میکروبی علیه پاتوژن‌ها می‌باشند اما حلالیت کم آن ها در آب باعث محدودیت استفاده از آن ها در مواد غذایی شده است. به منظور بهبود حلالیت و محافظت آن ها از تخریب و از بین رفتن نانو امولسیون‌ها[58] به عنوان یک راهکار احتمالی مطرح شدند. نانو امولسیون‌ها حاوی اسانس‌ها به

54. Cinnamon
55. Polyethylene terephthalate
56. *Aspergillus flavus*
57. Essential oils
58. Nanoemulsions

Archive of SID
www.SID.ir

همراه ترکیبات پلی‌ساکاریدی می‌باشند که می‌توانند به عنوان یک فیلم خوراکی با خواص عملکردی استفاده مورد استفاده قرار بگیرند. در این پژوهش آویشن[۵۹]، مریم گلی[۶۰] و سنبل هندی[۶۱] به عنوان فاز پراکنده و محلول سدیم آلژینات به عنوان فاز پیوسته استفاده شد. نتایج در این پژوهش حلالیت نانوامولسیون‌ها همراه با مواد فعال برای تهیه فیلم خوراکی با ویژگی‌ها و خصوصیات عملکردی متفاوت نشان داده است. پتانسیل زتا[۶۲] با توجه به نوع اسانس بین -۴۱ تا ۷۰ میلی ولت بوده است. کم‌ترین و بیشترین میزان اندیس سفیدی به ترتیب مربوط به مریم گلی و آویشن بوده است. فیلم‌های تهیه شده با استفاده از مریم گلی دارای شفافیت، مقاومت به بخار آب و انعطاف پذیری بیشتری نسبت به فیلم‌های تهیه شده با استفاده از آویشن و سنبل هندی بوده‌اند. همچنین فیلم‌های تهیه شده با استفاده از آویشن بیشترین خاصیت ضد میکروبی علیه اشرشیا کلی[۶۳] نشان داده‌اند. همچنین این محققان بیان داشتند که بار و اندازه قطرات بر ویژگی‌های فیلم خوراکی موثر بوده با اینحال نوع اسانس بر خاصیت ضد میکروبی آن موثرتر از اندازه ذرات بوده است (Acevedo-Fani *et al*, 2015).

امولسیون دانه درشت[۶۴] حاوی اسانس‌های روغنی (سنبل هندی، چای درختی، میخک[۶۵]، آویشن، شمعدانی[۶۶]، مرزنجوش[۶۷]، palmarosa، چوب بلسان بنفش[۶۸]، مریم گلی یا نعناع[۶۹]) که توسط توئین ۸۰[۷۰] و سدیم آلژینات پایدار شده و توسط هموژنیزاسیون با برش[۷۱]بالا تولید شده است. نانوامولسیون‌ها (کم‌تر از ۲۰ نانومتر) با استفاده از microfluidization امولسیون دانه درشت تهیه شده است. متوسط اندازه ذارت امولسیون دانه درشت به جز palmarosa و چوب بلسان بنفش (اندازه ذارت آن ها قبل از microfluidization در حد نانو بوده است) با استفاده از microfluidization در حد نانو کاهش پیدا کرد. پتانسیل زتا در این امولسیون‌ها از ۳۰- میلی ولت کم‌تر بوده است که نشان‌دهنده دافعه شدید الکترواستاتیکی بین ذارت در محلول بوده است. ویسکوزیته امولسیون‌ها بعد از microfluidization کاهش شدیدی (۳۰٪ کاهش نسبت به مقدار اولیه) نشان داده است. اندیس سفیدی امولسیون‌ها نیز کاهش پیدا کرده است. در واقع نانوامولسیون‌های حاوی اسانس درخت چای، شمعدانی و مرزنجوش بعد از microfluidization کاملا شفاف شدند. بیشترین خاصیت ضد میکروبی مربوط به نانوامولسیون‌های تهیه شده با استفاده از اسانس-های سنبل هندی، میخک، آویشن و palmarosa بوده است که تعداد اشرشیاکلی بعد از ۳۰ دقیقه به ترتیب برای هر کدام از اسانس‌ها به ترتیب ۴/۱، ۳/۶، ۲/۸ و ۳/۹ سیکل لگاریتمی کاهش نشان داده است. بیشترین سرعت غیرفعال‌سازی مربوط به نانوامولسیون‌های تهیه شده با استفاده از اسانس‌های سنبل هندی و میخک بوده است. بنابراین محققان بیان داشتند که از نانوامولسیون-ها می‌توان به عنوان طعم دهنده و نگهدارنده در صنعت غذا استفاده کرد. اسانس‌های روغنی تعیین کننده ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نانوامولسیون‌ها می‌باشند و ویژگی ضد میکروبی بیشتر تحت تاثیر نوع اسانس بوده تا اندازه ذرات .(Salvia-Trujillo *et al*., 2015)

اثر ضدمیکروبی فاز بخار اسانس‌های مختلف (آویشن-۱ ، پونه کوهی- ۱، روغن سنبل هندی-۱ و سنبل هندی- ۲) در کلم مورد بررسی قرار گرفته است. این اسانس‌ها دارای اثر ضد میکروبی زیادی بوده‌اند. بسته‌بندی MAP نشان داده که بسته بندی ۱۰۰٪ دی اکسید کربن باعث کاهش مزوفیل‌ها شده است و همچنین اثر سینرژیستی فاز بخار اسانس‌ها در بسته بندی MAP مشاهده شده است (کم‌تر از ۱ log CFU/g) این نتایج نشان داده که می‌توان با استفاده از تازگی و عمر نگهداری محصولات غذایی را افزایش داد (Hyun *et al*., 2015).

اثر ضد میکروبی فیلم کیتوزان حاوی ذرات نانوامولسیون اسانس‌های روغنی، اشعه گاما و بسته بندی اتمسفر اصلاح شده (MAP) به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر بر اشرشیاکلی O157:H7 و سالمونلا تیفی موریوم در لوبیاسبز مورد بررسی قرار گرفته است. از بین نانوامولسیون‌ها (اسانس کارواکرول، نارنگی، لیمو و ترنج) کارواکرول اثر ضدمیکروبی بیشتری نشان داده بنابراین در

59. Thyme
60. Sage
61. Lemongrass
62. ζ-potentials
63. *Escherichia coli*
64. Coarse emulsions
65. Clove
66. Geranium
67. Marjoram
68. Rosewood
69. Mint
70. Tween 80
71. Shear

Archive of SID
www.SID.ir

فیلم کیتوزان برای تهیه فیلم فعال استفاده شده است. استفاده از فیلم کیتوزان همراه با کارواکرول بدون بسته بندی MAP باعث افزایش حساسیت به اشعه گاما شده است و با استفاده از روش MAP اثر سینرژیستی نسبت به حساسیت به اشعه نیز مشاهده شده است. ترکیبات ضد میکروبی و اشعه گاما در جلوگیری از رشد میکروارگانیزم‌ها موثرتر بوده‌اند و ترکیب این سه روش باعث کاهش اشرشیا کلی به سطح غیر قابل تشخیص تا ۷ روز نگهداری و تا انتهای زمان نگهداری (۱۳ روز) برای سالمونلا تیفی موریوم شده است (Severino *et al.*, 2015).

اثر ضد میکروبی فیلم کیتوزان با ۰/۰۵٪ از نانومولسیون نارنج در ترکیب با اشعه گاما، UV و آب ozonated بر لیستریا اینوکولا مورد بررسی قرار گرفته است. بیشترین اثر ضد میکروبی مربوط به ترکیب اشعه گاما با نانومولسیون‌ها بوده است که جمعیت لیستریا ۳/۳ log CFU/g کاهش داشته است. استفاده از UV و فیلم ضد میکروبی جمعیت اولیه لیستریا را سه سیکل لگاریتمی کاهش داده و از کاهش سفتی و تغییرات رنگ نمونه نیز جلوگیری کرده است. استفاده ترکیبی فیلم و آب ozonated اثر سینرژیستی بر کنترل جمعیت باکتری نداشته ولی بر سفتی موثر بوده است پس به طور کلی استفاده ترکیبی از فیلم ضد میکروبی با اشعه گاما و UV رشد لیستریا مونوسایتوژن را در سبزی‌ها دارای اثر سینرژیستی می‌باشد (Severino *et al.*, 2014).

در تحقیقات دیگری، کاربرد مواد ضدمیکروبی طبیعی مانند عصاره یا روغن اسانسی پونه کوهی به همراه سیستم‌های بسته بندی تحت اتمسفر تغییر یافته (MAP) در نگهداری گوشت تازه گاو در دمای ۵ تا ۱۵ درجه سانتی گراد صورت گرفت و تأثیر آن بر خواص حسی، میکروبی و فیزیکو شیمیایی گوشت بررسی شد. در تحقیقات مذکور کاغذهای آغشته به عصاره پونه کوهی در بسته های حاوی گوشت تازه گاو که در فضای بسته بندی آن، انواع مختلف از اتمسفر تغییر یافته (MAP) از جمله ۴۰٪ کربن دی اکسید + ۳۰٪ اکسیژن +۳۰ درصد ازت، ۸۰ درصد کربن دی اکسید +۲۰٪ اکسیژن، ۱۰۰٪ کربن دی اکسید و سیستم بسته بندی تحت خلأ بکار رفته بود با نمونه های شاهد (حاوی هوای معمولی) مقایسه گردید. نتایج نشان داد که انواع بسته بندی تحت اتمسفر تغییر یافته، حاوی پونه کوهی بخصوص نوعی که ۱۰۰٪ کربن دی اکسید در فضای بسته بندی آن بود، عمر نگهداری بیشتری نسبت به نمونه شاهد نشان دادند (Skandamis & Nychas, 2002).

۲. نتیجه گیری

اگرچه روش‌های قدیمی نگهداری مانند خشک کردن، گرم کردن، منجمد کردن، شور کردن و تخمیر باعث افزایش زمان نگهداری مواد غذایی می‌شود ولی به طور کامل باعث جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژن نمی‌شوند. بسته بندی ضد میکروبی به عنوان یک روش جدید است که در آن ترکیبات ضد میکروبی در فیلم‌های پلیمری استفاده می‌شود. با اینحال این تکنیک به عنوان یک تکنیک قابل بحث بوده و محصولات کمی در سطح تجاری با این روش تولید شده‌اند. اسانس‌ها و ترکیبات تولید شده با استفاده از آن‌ها برای استفاده از در صنعت غذا و افزایش عمر نگهداری مواد فسادپذیر معرفی شده‌اند. برخلاف مطالعات زیاد انجام شده به روی اسانس‌ها و ترکیبات آن‌ها استفاده از این ترکیبات در صنعت محدود می‌باشد به دلیل آنکه لیست مجاز این ترکیبات هنوز منتشر نشده است و از تاثیرات این ترکیبات بر سلامت باید بیشتر آگاه شد. ولی طبق مطالعات انجام شده بیشتر این ترکیبات خواص ضد جهش دارند ولی اثر ضد جهش این ترکیبات به نوع مدل استفاده شده و غلظت بستگی دارد. بنابراین مطالعات علاوه بر شرایط آزمایشگاهی باید در بدن نیز انجام شود. اسانس‌ها سالیان زیادی است که برای افزایش عمر نگهداری مواد غذایی به دلیل خواص آنتی میکروبی و ضد قارچی و خواص آنتی اکسیدانی استفاده می‌شوند. در حال حاضر به دلیل اینکه برای سلامت انسان مضر نمی‌باشند و همچنین به دلیل ویژگی‌های این ترکیبات و مقبولیت آن‌ها برای مصرف کنندگان در صنعت بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. در سال‌های اخیر استفاده از اسانس‌ها در تولید بیوپلیمرهای زیست تخریب پذیر در تولید بسته بندی مواد غذایی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از ترکیبات ضد میکروبی برای بسته بندی ماده غذایی علاوه بر اینکه از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند و اثرات دیگری مانند خواص آنتی اکسیدانی و ضد جهش دارند نباید ویژگی‌های ارگانولپتیکی و فیزیکوشیمیایی محصول تاثیر منفی بگذارد.

۳. منابع

Archive of SID
www.SID.ir

review. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review. Res, 3, 6-9.

Bostancioglu, R. B., Kürkcüoglu, M., Can Baser, K. H. & Koparal, A. T. (2012). Assessment of anti-aniogenic and anti-tumoral potentials of *Origanum onites* L. essential oil. Food and Chemical Toxicology, 50, 2002-2008.

Colina-Coca, C., González-Peña, D., Vega, E., de Ancos, B. & Sánchez-Moreno, C. (2013). Novel approach for the determination of volatile compounds in processed onion by head space gas chromatography–mass spectrometry (HSGC–MS). Talanta, 13, 137-144.

Delaquis, P.J., Stanich, K., Girard, B. & Mazza, G. (2002). Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. International Journal of Food Microbiology, 74, 101–109.

De Martino, L., De Feo, V. and Nazzaro, F. 2009. Chemical composition and *in vitro* antimicrobial and mutagenic activities of seven Lamiaceae essential oils. Molecules, 14, 4213-4230.

Emiroğlu, Z. K., Yemiş, G. P., Coşkun, B. K. & 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.

Evandri, M. G., Battinelli, L., Daniele, C., Mastrangelo, S., Bolle, P., Mazzanti, G. 2005. The antimutagenic activity of *Lavandula angustifolia* (lavender) essential oil in the bacterial 873 reverse mutation assay. Food and Chemical Toxicology, 43, 1381-1387.

Franz, C. & Novak, J. (2010). Sources of essential oils. In: Bas¸ er, K. H. C., Buchbauer, G. (Eds.), Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. CRC Press/Taylor and Francis Group, Boca Raton, pp. 39–82.

Gómez-Estaca, J., Giménez, B., Montero, P. & Gómez-Guillén, M.C. (2009a). 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.

Gómez-Estaca, J., Montero, P., Fernández-Martín, F., Alemán, A. & Gómez-Guillén, M. C. (2009b). Physical and chemical properties of tuna-skin and bovine-hide gelatin films with added aqueous oregano and rosemary extracts. Food Hydrocolloids, 23, 1334–1341.

Abdollahi, M., Rezaei, M. & Farzi, G. A. (2012). A novel active bionanocomposite film incorporating rosemary essential oil and nanoclay into chitosan. Journal of Food Engineering, 111, 343-350.

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.

Amorati, R., Foti, M. C. & Valgimigli, L. (2013). Antioxidant activity of essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 10835−10847.

An, D. S., Kim, Y. M., Lee, S. B., Paik, H. D. & Lee, D. S. (2000). Antimicrobial low Ground Beef Following Treatments with Nisin in Calcium Alginate Gels. Food Microbiology, 14, 425–430.

Appendini, M. S. & Hotchkiss, H. J. (2006). Development of immobilized Iysozyme based active film. Journal of Food Engineering, In press paper.

Bahram, S., Rezaei, M., Soltani, M., Kamali, A., Ojagh, S.M. & Abdollahi, M. (2012). Whey protein concentrate edible film activated with cinnamon essential oil. Journal of Food Processing and Technology, 38, 1251-1258.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. & Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils – a review. Food and Chemical Toxicology, 46, 446–475.

Bajpai, V. K., Baek, K. H. & Kang, S. C. (2012). Control of *Salmonella* in foods by using essential oils: A review. Food Research International, 45, 722-734.

Bakri, I. M. & Douglas, C. W .I. (2005). Inhibitory effects of garlic extract on oral bacteria. Archives of Oral Biology, 50, 645-651.

Buchbauer, G. (2010). Biological activities of essential oils. In: Bas¸ er, K.H.C., Buchbauer, G. (Eds.), Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. CRC Press/Taylor and Francis Group, Boca Raton, pp. 235–280.

Beric, T., Nikolic, B., Stanojevic, J., Vukovic-Gacic, B. & Knezevic-Vukcevic, J. (2008). Protective effect of basil (*Ocimum basilicum* L.) against oxidative DNA damage and mutagenesis. Food and Chemical Toxicology, 46, 724-732.

Bhatt, P. R., Pandya, K. B. & Sheth, N. R. (2010). *Camellia sinensis* (L): the medical beverage: a

Archive of SID

www.SID.ir

growing in Egypt. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 5 (2), 1-5.

Ipek, E., Zeytinoglu, H., Okay, S., Tuylu, B. A., Kurkcuoglu, M. & Can Baser, K. H. (2005). Genotoxicity and antigenotoxicity of *Origanum* oil and carvacrol evaluated by Ames *Salmonella*/microsomal test. Food Chemistry, 93, 551-556.

Jordan, M. J., Martinez, R. M., Goodner, K. L., Baldwin, E. A. and Sotomayor, J. A. (2006). Seasonal variation of Thymus hyemalis Lange and Spanish Thymus vulgaris L. essential oils composition. Industrial Crops and Products, 24, 253–263.

Jeena, K., Liju, V.B., Viswanathan, R. and Kuttan, R. (2014). Antimutagenic potential and modulation of carcinogen-metabolizing enzymes by ginger essential oil. Phytotherapy Research, 28, 849-855.

Kirkpinar, F., Bora Unlu, H. and Ozdemir, G. (2011). Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcase, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. Livestock Science - Journal, 137, 219-225.

Lei, J., Yang, L., Zhan, Y., Wang, Y., Ye, T., Yan Li, Hongbing Deng, Bin Li. M.C. Cruz-Romero, T. Murphy, M. Morris, E. Cummins, J.P. Kerry. (2013). Antimicrobial activity of chitosan, organic acids and nano-sized solubilisates for potential use in smart antimicrobially-active packaging for potential food applications. Food Control. 34: 393–397.

Liju, V. B., Jeena, K. & Kuttan, R. (2013). Acute and subchronic toxicity as well as mutagenic evaluation of essential oil from turmeric (*Curcuma longa* L.). Food and Chemical Toxicology, 53, 52-61.

Martinez-Rocha, A., Puga, R., Hernández-Sandoval, L., Loarca-Piña, G. & Mendoza, S. (2008). Antioxidant and antimutagenic activities of Mexican oregano (*Lippia graveolens* Kunth). Plant Foods for Human Nutrition, 63, 1-5.

Manso, S., Cacho-Nerin, F., Becerril, R. & Nerín, C. (2013). Combined analytical and microbiological tools to study the effect on*Aspergillus flavus* of cinnamon essential oil contained in food packaging. Food Control, 30, 370–378.

Mejri, J., Abderrabba, M. & Mejri, M. (2010). Chemical composition of the essential oilof Ruta chalepensis L: influence of drying, hydro-

Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., López-Caballero, M.E., Gómez-Guillén, M.C. & Montero, P. (2010). Biodegradable gelatin–chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. Food Microbiology, 27, 889–896.

Guan, W., Li, S., Yan, R., Tang, S. & Quan, C. (2007). Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. Food Chemistry, 101, 1558-1564.

Gupta, J., Siddique, Y. H., Beg, T., Ara, G. & Afzal, M. (2009). Protective role of green tea extract against genotoxic damage induced by anabolic steroids in cultured human lymphocytes. Experimental Biology and Medicine, 1, 87-99.

Han, J. H. (2000). Antimicrobial Food Packaging. Food Technology, 54(3), 56–65.

Han, C., Wang, J., Li, Y., Lu, F. and Cui, Y. (2014). Antimicrobial-coated polypropylene films with polyvinyl alcohol in packaging of fresh beef. Meat Science, 96, 901–907.

Hamedo, H. and Abdelmigid, H. M. (2009). Use of antimicrobial and genotoxicity potentially for evaluation of essentials oils as food preservative. The Open Biotechnology Journal, 3, 50-56.

Hersch-Martinez, P., Lea˜nos-Miranda, B. E. and Solorzano-Santos, F. (2005). Antibacterial effects of commercial essential oils over locally prevalent pathogenic strains in Mexico. Fitoterapia, 76, 453–457.

Holley, R. A. & Patel, D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiology, 22, 273–292.

Hyldgaard, M., Mygind, T. & Meyer, R. L. (2012). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interaction with food matrix components. Frontiers in Microbiology, 3, 12.

Hyun, J. E., Bae, Y. M., Yoon, J. H. and Lee, S. Y. (2015). Preservative effectiveness of essential oils in vapor phase combined with modified atmosphere packaging against spoilage bacteria on fresh cabbage. *Food Control*, 51: 307–313.

Ibrahim, N. A., El-Sakhawy, F. S., Mohammed, M. M. D., Farid, M. A., Abdel- Wahed, N. A. M. and Deabes, D. A. H. (2015). Chemical composition, antimicrobial and antifungal activities of essential oils of the leaves of *Aegle marmelos* (L.) Correa

Archive of SID

www.SID.ir

Osés, J., Fabregat-Vázquez, M., Pedroza-Islas, R., Tomás, S. A., Cruz-Orea, A. & Maté, J. I. (2009). Development and characterization of composite edible films based on whey protein isolate and mesquite gum. Journal of Food Engineering, 92: 56–62.

Raybaudi-Massilia, R. M., Mosqueda-Melgar, J. & Martín-Belloso, O. (2008). Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. International Journal of Food Microbiology, 121: 313–327.

Reyes, M. R., Reyes-Esparza, J., Ángeles, O. T. and Rodríguez-Fragoso, L. (2010). Mutagenicity and safety evaluation of water extract of *Coriander sativum* leaves. Toxicology and Chemical Food Safety in the Journal of Food, 75, 1086 6-12.

Roby, M. H. H., Sarhana, M. A., Selima, K.A.H. and Khalela, K. I. (2013). Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts. Industrial Crops and Products, 43, 827-831.

Rodríguez, A., Batlle, R. & Nerín, C. (2007). The use of natural essential oils as antimicrobial solutions in paper packaging. Part II. Progress in Organic Coatings, 60, 33–38.

Rojas-Graü, M. A., Avena-Bustillos, R. J., Olsen, C., Friedman, M., Henika, P. R., Martín-Belloso, O., Pan, Z. & McHugh, T. H. (2007b). Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate–apple puree edible films. Journal of Food Engineering. 81, 634–641.

Rojas-Graü, M. A., Raybaudi-Massilia, R. M., Soliva-Fortuny, R. C., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H. & Martín-Belloso, O. (2007b). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. Postharvest Biology and Technology, 45, 254-264.

Ruberto, G. & Baratta, M. T. (2000). Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. Food Chemistry, 69: 167–174.

Rubilar, J. F., Cruz, R. M.S., Silva, H. D., Vicente, A. A., Khmelinskii, I. & Vieira, M. C. (2013). Physico-mechanical properties of chitosan films with carvacrol and grape seed extract. Journal of Food Engineering, 115, 466–474.

distillation duration and plant parts. Industrial Crops and Products, 32, 671–673.

Mezzoug, N., Elhadri, A., Dallouh, A., Amkiss, S., Skali, N.S., Abrini, J., Zhiri, A., Baudoux, D., Diallo, B., El Jaziri, M. & Idaomar, M. (2007). Investigation of the mutagenic and antimutagenic effects of *Origanum compactum* essential oil and some of its constituents. Mutation Research, 629, 100–110.

Moradi, M., Tajik, H., Razavi Rohani, S. M., Oromiehie, A. R., Malekinejad, H., Aliakbarlu, J. & Hadian, M. (2012). Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with *Zataria multiflora* Boiss essential oil and grape seed extract. Food Science and Technology, 46, 477–484.

Muriel-Galet, V., Cran, M. J., Bigger, S. W., Hernández-Muñoz, P. & Gavara, R. (2015). Antioxidant and antimicrobial properties of ethylene vinyl alcohol copolymer films based on the release of oregano essential oil and green tea extract components. Journal of Food Engineering, 149, 9–16.

Neffati, A., Skandrani, I., Ben Sghaier, M., Bouhlel, I., Kilani, S., Ghedira, K., Neffati, M., Chraief, I., Hammami, M. & Chekir-Ghedira, L. (2008). Chemical composition, mutagenic and antimutagenic activities of essential oils from (tunisian) *Artemisia campestris* and A*rtemisia herba-alba*. Journal of Essential Oil Research, 20, 471-477.

Neffati, A., Limem, I., Kilani, S., Bouhlel, I., Skandrani, I., Bhouri, W., Sghaier, M.B., Boubaker, J. Ledauphin, J., Barillier, D., Ghedira, L. C. & Ghedira, K. (2009). A comparative evaluation of mutagenic, antimutagenic radical scavenging and antibacterial activities of essential oils of *Pituranthos chloranthus* (Coss. Et Dur.). Drug and Chemical Toxicology, 32, 372-380.

Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. & Hosseini, S. M. H. (2010a). Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. Food Chemistry. 122, 161–166.

Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. and Hosseini, S. M. H. (2010b). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120, 193–198.

Archive of SID

www.SID.ir

Shoeibi, Sh., Rahimifard, N., Pirouz, B., Yalfani, R., Pakzad, S.R., Mirab Samiee, S. & Pirali Hamedani, M. (2009). Mutagenicity of four natural flavors: clove, cinnamon, thyme and *Zataria multiflora* Boiss. Journal of Medicinal Plants Research, 8, 89-96.

Shon, M. Y., Choi, S. D, Kahng, G. G., Nam, S. H. & Sung, N. J. (2004). Antimutagenic, antioxidant and free radical scavenging activity of ethylacetate extracts from white, yellow and red onions. Food Chemistry Toxicol, 42, 659-666.

Sinha, S., Jothiramajayam, M., Ghosh, M. & Mukherjee, A. (2014). Evaluation of toxicity of essential oils palmarosa, citronella, lemograss and vetiver in human lymphocytes. Food and Chemical Toxicology, 68, 71-77.

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.

Souza, A. C., Benze, R., Ferrão, E. S., Ditchfield, C., Coelho, A. C. V. & Tadini, C. C. (2012). Cassava starch biodegradable films: influence of glycerol and clay nanoparticles contents on tensile and barrier properties and glass transition temperature. LWT- Food Science and Technology, 46, 110-117.

Souza, A. C., Ditchfield, C. & Tadini, C. C. (2010). Biodegradable films based on biopolymers for food industries. In M. L. Passos, and C. P. Ribeiro (Eds.), Innovation in food engineering: New techniques and products (pp. 511-537). Boca Raton, FL: CRC Press.

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. Food Science and Technology, 54, 346-352.

Stajkovic, O., Beric-Bjedov, T., Mitic-Culafic, D., Stankovic, S., Vukovic-Gacic, B., Simic, D. & Knezevic-Vukcevic, J. (2007). Antimutagenic Properties of basil (*Ocimum basilicum* L.) in *Salmonella typhimurium* TA100. Food Technology and Biotechnology, 45, 213–217.

Sung, S., Sin, L. T., Tee, T., Bee, S. & Rahmat, A. R. (2014a). Effects of *Allium sativum* essence oil as antimicrobial agent for food packaging plastic film. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 26, 406–414.

Ruiz-Navajas, Y., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Perez-Alvarez, J.A. and Fernández-López, 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.

Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M. & Bruni, R. (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. Food Chemistry, 91, 621-632.

Sanches-Silva, A., Costa, D., Albuquerque, T.G., Buonocore, T.G., Ramos, F., Castilho, M.C., Machado, A. V. & Costa, H. S. (2014). Trend in the use of natural antioxidants in active food packaging: a review. Food Additives and Contaminants: Part A, 31, 374-395.

Salvia-Trujillo, L., Rojas-Graü, A., Soliva-Fortuny, R. & Martín-Belloso, O. (2015). Physicochemical characterization and antimicrobial activity of food-grade emulsions and nanoemulsions incorporating essential oils. Food Hydrocolloids, 43, 547–556.

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.

Severino, R., Ferrari, G., Vu, K. D., Donsì, F., Salmieri, S. & Lacroix, M. (2015). Antimicrobial effects of modified chitosan based coating containing nanoemulsion of essential oils, modified atmosphere packaging and gamma irradiation against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* Typhimurium on green beans, 50, 215–222.

Severino, R., Vu, K. D., Donsì, F., Salmieri, S., Ferrari, G. & Lacroix, M. (2014). Antibacterial and physical effects of modified chitosan based-coating containing nanoemulsion of mandarin essential oil and three non-thermal treatments against *Listeria innocua* in green beans. International Journal of Food Microbiology, 191, 82–88.

Sghaier N. B., Boubaker, J., Neffati, A., Limem, I., Skandrami, I., Bhouri, W., Bouhlel, I., Kilani, S., Chekir-Ghedira, L. & Ghedira, K. (2010). Antimutagenic and antioxidant potentials of *Teucrium ramosissimum* essential oil. Chemistry and Biodiversity, 7: 1754-1763.

Archive of SID

www.SID.ir

protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. Meat Science, 82, 338–345.

Sung, S., Sin, L. T., Tee, T., Bee, S., Rahmat, A.R. & Rahman, W. A. W. A. (2014b). Control of bacteria growth on ready-to-eat beef loaves by antimicrobial plastic packaging incorporated with garlic oil. Food Control, 39, 214–221.

Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Batista, I., Serrano, C., Matos, O., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., Saraiva, J. A. & Nunes, M. L. (2012). European pennyroyal (*Mentha pulegium*) from Portugal: chemical composition of essential oil and antioxidant and antimicrobial properties of extracts and essential oil arbara. Industrial Crops and Products, 36, 81-87.

Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., Saraiva, J. A. & Nunes, M. L. (2013). Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Industrial Crops and Products*, 43: 587–595.

Tontul, I., Torun, M., Dincer, C., Sahin-Nadeem, H., Topuz, A., Turna, T. and Ozdemir, F. (2013). Comparative study on volatile compounds in Turkish green tea powder: Impact of tea clone, shading level and shooting period. Food Research International, 53, 744-750.

Unlu, M., Ergene, E., Unlu, G. V., Zeytinoglu, H. S. and Vural, N. (2010). Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). Food and Chemical Toxicology, 48, 3274–3280.

Vermeiren, L., Devlieghere, F., van Beest, M., de Kruijf, N. & Debevere, J. (1999). Developments in the active packaging of food. *Trends in Food Science and Technology*, 10: 77-86.

Viljoen, A. M., Subramoney, S., Vuuren, S. F. V., Bas¸er, K. H. C. & Demirci, B. (2005). The composition, geographical variation and antimicrobial activity of Lippia javanica (Verbenaceae) leaf essential oils. Journal of Ethnopharmacology, 96, 271–277.

Yu, L., Dean, K. & Li, L. (2006). Polymer blends and composites from renewable resources. Progress in Polymer Science, 31(6), 576-02.

Zegura, B., Dobnik, D., Niderl, M. H. & Filipic, M. (2011). Antioxidant and antigenotoxic effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts in *Salmonella typhimurium* TA98 and HepG2 cells. Environ. Toxicol Pharmacol, 32, 296-305.

Zinoviadou, K. G., Koutsoumanis, P. K. & Biliaderis, C. G. 2009. Physico-chemical properties of whey

Archive of SID

www.SID.ir