



## اثر بسته بندی فعال بر مبنای فیلم‌های پلی اتیلنی/پروپیلنی حاوی تیمول بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری سالاد فصل

دینالسادات موسویان<sup>۱</sup>، عبدالرضا محمدی نافچی<sup>۲\*</sup>، لیلا نوری<sup>۳</sup>

۱-دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران.

۲-دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تکنولوژی های صنعتی، دانشگاه علوم مالزی (USM).

۳-استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران.

### اطلاعات مقاله

### چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

کلمات کلیدی:

اسانس تیمول،

بسته بندی فعال،

پلی اتیلن، پلی پروپیلن،

سالاد فصل.

DOI: 10.52547/fsct.18.116.67

\*مسئول مکاتبات:

amohammadi@usm.my

سبزیجات عمر انباری پایینی دارند و از آنجا که به صورت تازه خوری مصرف می‌شوند، استفاده از روش‌های سالم و طبیعی برای افزایش ماندگاری آن ضروری است. پژوهش حاضر اثر بسته بندی فعال حاوی اسانس تیمول را بر روی رنگ سنجی و pH، ارزیابی میکروبی مشتمل بر شمارش کل کپک و مخمر و خواص حسی در طول شش روز ماندگاری در دمای یخچال در مدت زمان نگهداری مورد تحقیق قرار می‌دهد. بدین منظور سالاد فصل با فیلم‌های پلی پروپیلن اصلاح شده و پلی اتیلن با چگالی پایین به مدت ۱، ۲ و ۳ روز غوطه وری در تیمول بسته بندی شدند. نتایج نشان داد که سالادهای فصل بسته بندی شده با فیلم‌های پلی پروپیلن اصلاح شده و پلی اتیلن با چگالی پایین غوطه ور شده در اسانس تیمول برای ۳ روز بیشترین pH و کمترین شمارش کپک و مخمر را نسبت به نمونه کنترل و دیگر تیمارها داشت. شمارش کپک و مخمر در نمونه‌های بسته بندی شده با پروپیلن اصلاح شده حاوی اسانس در مقایسه با پلی اتیلن با چگالی پایین/اسانس تیمول به طور معنی داری کمتر بود ( $p < 0.05$ ). فاکتورهای  $L^*$  و  $a^*$  در طول زمان نگهداری کاهش پیدا کرد. شاخص‌های  $L^*$  و  $a^*$  سالاد فصل در فیلم‌های پلی پروپیلن اصلاح شده و پلی اتیلن با چگالی پایین غوطه ور شده برای ۳ روز در مقایسه با نمونه شاهد و دیگر گروه‌ها کمتر بود. ارزیابی حسی نمونه‌های سالاد فصل نشان داد غوطه‌وری در اسانس تیمول موجب بهبود خواص حسی شده است ( $p < 0.05$ ). از آنجایی که پوشش‌دهی فیلم‌های پلی پروپیلن اصلاح شده و پلی اتیلن با چگالی پایین به ویژه فیلم پلی پروپیلن اصلاح شده سه روز غوطه‌ور شده در تیمول موجب بهبود رنگ، کاهش تعداد کپک و مخمر و افزایش عمر ماندگاری و بهبود خواص حسی سالاد فصل شد. بنابراین فیلم‌های تیمار شده با اسانس تیمول می‌توانند به عنوان بسته بندی فعال عمل کنند.

## ۱- مقدمه

خود، سبب ایجاد کمپلکس با فلز مس که کوفاکتور آنزیم تیروزیناز است، می‌شوند [۱۲]. گروه هیدروکسیل ترکیبات فنلی همچنین از طریق دادن الکترون به ترکیبات واسطه، سبب احیاء آن‌ها به ترکیب دوپامین و عدم تولید ملانین می‌گردند [۱۳]. در رابطه با اسانس تیمول شیرازی، ترکیبات تیمول و کارواکول، از طریق مکانیسم‌های بیان شده سبب مهار فعالیت آنزیم تیروزیناز می‌شوند. توسعه روزافزون صنایع پتروشیمی و توسعه سریع فناوری مربوط به تولید پلاستیک‌های صنعتی منجر به استفاده روزافزون از پلاستیک در صنعت بسته بندی، به ویژه در بسته بندی مواد غذایی شده است [۱۴]. در این راستا، پلی اتیلن با چگالی پایین به دلیل انعطاف پذیری، شفافیت، پردازش آسان، پایداری حرارتی، خواص مکانیکی مطلوب، پردازش آسان، قابلیت بازیافت و هزینه کم در بسته بندی مواد غذایی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۵]. برخی از عوامل ضد میکروبی مانند سوربات [۱۶، ۱۷]، زئولیت نقره [۱۸]، عصاره‌هایی مانند ترکیبات ریحان [۱۹]، عصاره دانه گریپ فروت [۲۰]، تیمول [۲۱] و رزماری [۲۲] با پلی اتیلن با چگالی پایین ترکیب شده‌اند. پلی پروپیلن با مصرف سالانه ۳۵ میلیون تن، دومین پلیمر پرمصرف است. ترکیبات پرکننده و سایر اصلاح کننده‌ها، پلی پروپیلن را به یک پلیمر محبوب تبدیل کرده است [۲۳-۲۵]. در میان انواع مختلف پلیمرهای مصنوعی، پلی پروپیلن به دلیل فراوانی، قیمت پایین، قابلیت پردازش و خواص مکانیکی مطلوب، در بسته بندی نیز کاربرد گسترده‌ای دارد [۲۶]. با توجه به منشا طبیعی اسانس‌های گیاهی و نبود اثر گذاری جانبی آن در سلامت انسان و به دلیل نقش این ترکیبات در افزایش عمر انباری سبزیجات، در این پژوهش تاثیر اسانس تیمول با بسته بندی‌های سنتزی پلی پروپیلن اصلاح یافته و پلی اتیلن با چگالی پایین بر ویژگی‌های کیفی سالاد فصل در مدت زمان نگهداری بررسی شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- مواد

فیلم‌های پلی اتیلن با چگالی پایین و پلی پروپیلن اصلاح شده (کش داده شده) به ترتیب با ضخامت  $10^{-4} \pm 0.07$  و  $5/7 \times 10^{-4} \pm 0.02$  میلی‌متر از شرکت سلطان چاپ کرج (ایران)

سبزیجات و میوه‌های تازه جزء مواد غذایی ضروری در رژیم غذایی انسان می‌باشند و امروزه به خوبی ثابت شده است که این مواد ارزش تغذیه‌ای زیادی دارند و مصرف آن‌ها در سلامت انسان موثر است [۱]. سیستم بسته بندی فعال شامل تعامل بین مواد بسته بندی و مواد غذایی برای تأمین اثرات مطلوب و افزایش ماندگاری غذاهای بسته بندی شده است. این تعامل با مواد افزودنی اضافه شده به فیلم بسته بندی برای افزایش عملکرد سیستم بسته بندی حاصل می‌شود [۲، ۳]. اسانس استخراج شده از گیاهان یا ادویه جات منابع غنی از ترکیبات فعال بیولوژیکی به مانند ترپنوئیدها و فنولیک اسید هستند [۴] و برخی از آن‌ها دارای خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی هستند [۵]. تیمول (*Lamiaceae, Thymus vulgaris L*) گیاهی بومی منطقه مدیترانه غربی اروپا است [۶]. تیمول دارای اثرات ضد اسپاسم، ضد باکتری، ضد قارچ، آنتی‌اکسیدان، ضد ویروس و آرام بخش است و از آن برای درمان روماتیسم و بیماری‌های پوستی استفاده می‌شود [۷-۹]. ترکیبات اصلی این روغن ترپنوئید تیمول و ایزومر فنول کارواکول است که از لحاظ ساختاری مشابه تیمول است و فقط دارای گروه هیدروکسیل در یک موقعیت مشخص روی حلقه فنولیک است [۱۰]. به طور کلی، هرچه میزان ترکیبات فنلی موجود در اسانس بیشتر باشد، خاصیت ضد میکروبی افزایش می‌یابد. این ترکیبات شامل کارواکول، اوژنول و تیمول است [۱۱]. آنزیم پراکسیداز یکی از آنزیم‌های مهم در بافت‌های گیاهی است که با پراکسید هیدروژن ترکیب و تولید کمپلکس فعالی می‌نماید که قادر به انجام واکنش با بسیاری از مولکول‌های دهنده الکترون می‌باشد. همچنین مقداری اکسیژن در اثر فعالیت این آنزیم تولید می‌شود که می‌تواند با ترکیبات فنلی داخل گیاه واکنش و قهوه‌ای شدن آنزیمی را کاتالیز نمایند. بنابراین استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدان می‌تواند با حذف اکسیژن تولیدی از بروز واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی ممانعت کنند. همچنین ترکیبات پلی فنلی از مهارکنندگان آنزیم تیروزیناز بوده و آنزیم را در اثر واکنش با جایگاه فعال، مهار می‌نمایند. این ترکیبات از طریق گروه هیدروکسیل خود به جایگاه فعال آنزیم متصل شده و یا از طریق تشکیل باز شیفت توسط گروه آلدئیدی

سپس با سرعت ۳ درجه سانتی گراد بر دقیقه تا ۱۱۵ درجه سانتیگراد افزایش یافت و دوباره با سرعت ۶ درجه سانتیگراد بر دقیقه به ۱۴۰ افزایش می‌یابد و در نهایت از ۴۰ درجه سانتی گراد بر دقیقه به ۲۰۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت [۲۸].

#### ۲-۴- اندازه گیری pH سالاد فصل

برای انجام این آزمون، از مخلوط ۱ به ۱۰ نمونه و سرم فیزیولوژی با استفاده از دستگاه pH متر (Jenway, 3510 انگلستان) در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد انجام شد و نمونه‌های سالاد طی هر ۶ روز مورد آزمایش قرار گرفتند [۱].

#### ۲-۵- اندازه گیری تعداد کل کپک و مخمر سالاد فصل

شمارش کپک و مخمر با استفاده از روش شمارش سطحی بر محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار در روزهای ۰، ۲، ۴ و ۶ انجام شد که طی آن ۲۵ گرم از سالاد با ۲۲۵ میلی لیتر پپتون ۰/۱٪ رقیق شده و مخلوط ۲ دقیقه در هم‌موزن‌کننده استریلی (Ningbo scientz, scientz 04 چین) مخلوط شدند. رقت سازی در لوله‌های آزمایش با ۹ میلی لیتر پپتون ۰/۱٪/محلول پپتون انجام شد [۲۷]. پلیت‌های کشت شده به مدت ۶ روز در دمای ۲۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

#### ۲-۶- تعیین رنگ سالاد فصل

اندازه گیری رنگ سالادها با استفاده از فضای رنگی CIE Lab انجام شد [۲۹]. طیف جذب با استفاده از یک طیف سنج (PerkinElmer Instruments Lambda 35 آمریکا) ثبت شد. کل طیف قابل مشاهده (۳۸۰ تا ۷۸۰ نانومتر) ثبت شده و برای محاسبات مورد استفاده قرار گرفت. پارامترهای CIE Lab شامل: قرمز/ سبز (\*a) و رنگ زرد / آبی (\*b) و روشنایی (L) (\*تعیین شد. اندازه‌گیری رنگ نمونه‌های سالاد طی هر ۶ روز ماندگاری اندازه گیری شد.

#### ۲-۷- تجزیه و تحلیل حسی سالاد فصل

ارزیابی حسی برای ۳۲ نمونه از سالادهای فصل بسته بندی شده با فیلم‌های پلی‌پروپیلن اصلاح شده و پلی‌اتیلن با چگالی پایین که به مدت ۱، ۲، ۳ روز در محلول اسانس تیمول غوطه‌ور بودند و به مدت ۶ روز در دمای یخچال نگهداری شدند، انجام شد. به

تهیه شدند و اسانس تیمول با خلوص ۹۸/۵٪، اتانول ۹۶٪، پلی‌دیفنیل سیلوکسان ۰/۵٪، پلی‌دی‌دیل سیلوکسان ۹۵٪ از شرکت مرک (آلمان) خریداری شدند. همچنین پپتون ۰/۱٪، محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار، سرم فیزیولوژی، کاهو (وارته *Crisphead*)، هویج (وارته *Danverse*) و خیار (وارته *Royal*) از بازار محلی دامغان تهیه و تا انجام آزمایشات در یخچال در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

#### ۲-۲- آماده سازی نمونه‌ها

برای آماده‌سازی نمونه‌ها، ۱۰ گرم اسانس تیمول در ۱۰۰ سی سی اتانول ۹۶ درصد حل شد و فیلم‌های پلی‌پروپیلن اصلاح شده و پلی‌اتیلن با چگالی پایین در ابعاد ۱۰×۱۰ سانتی متر با استفاده از تیغ جراحی استریل شده برش داده شدند. فیلم‌هایی که در معرض هیچ گونه پیش تیماری قرار نگرفتند به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شدند و بقیه فیلم‌ها به مدت ۱، ۲ و ۳ روز در این محلول غوطه‌ور شدند. سالاد سبزیجات ترکیبی از کاهو (۷۸ درصد)، هویج (۱۰ درصد) و خیار (۱۲ درصد) بود با روش توضیح داده شده توسط Garcia و همکاران (۱۹۹۷) تهیه گردید [۲۷]. سبزیجات در آب آشامیدنی، تمیز شستشو داده شدند و بعد از توزین، درون بسته‌بندی با پوشش‌های پلی‌پروپیلن اصلاح شده و پلی‌اتیلن با چگالی پایین تیمار شده با تیمول قرار گرفتند و در دمای ۴ درجه سانتیگراد ذخیره شدند.

#### ۲-۳- تعیین غلظت تیمول در فیلم‌ها

میزان تیمول موجود در فیلم‌های یک، دو و سه روز غوطه‌ور شده در محلول با روش توضیح داده شده توسط Gimenez و همکاران (۲۰۱۷) با کمی تغییرات و با استفاده از یک کروماتوگرافی گاز (Varian CP-3800 آمریکا) همراه با یک آشکارساز جرم تله یونی (Varian Saturn 2200 Walnut Creek آمریکا) و مجهز به یک اتمایز (Zwingen, Analytiscn سوئیس) تعیین شد. ستون سیلیکا با ۲۵ میکرومولار ۹۵٪ پلی‌دی‌دیل سیلوکسان ثابت بود. هلیوم (۹۹،۹۹۶٪) با سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. تزریق در دمای ۲۴۰ درجه سانتیگراد با نسبت تقسیم ۱:۵۰ انجام شد و حجم تزریق ۱ میلی‌لیتر بود. و درجه حرارت اولیه ۹۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳ دقیقه استفاده شد.

اصلاح شده و پلی‌اتیلن با چگالی پایین میزان جذب تیمول به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $p < 0/05$ ). به طوری که بالاترین میزان جذب تیمول در هر دو فیلم ذکر شده مربوط به نمونه‌های سه روز غوطه‌وری در محلول تیمول بود. همچنین نتایج نشان داد میزان جذب تیمول در فیلم‌های پلی‌پروپیلن اصلاح شده بیشتر از پلی‌اتیلن با چگالی پایین است احتمال می‌رود تفاوت در نوع ساختار، میزان پیوندهای تیمول با فیلم‌های ذکر شده را تحت تاثیر قرار دهد. ترکیب‌های ضد میکروبی روی پلیمرهایی مانند دکستران، پلی‌اتیلن گلیکول، اتیلن دی آمین و پلی‌اتیلن آمین از راه پیوند یونی یا کووالانسی تثبیت شده‌اند [۳۱].

### ۲-۲- مقادیر pH نمونه‌های سالاد فصل

تغییرات میانگین مقادیر pH نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم‌های پلی‌پروپیلن اصلاح شده و پلی‌اتیلن با چگالی پایین غوطه‌ور شده در اسانس تیمول طی زمان نگهداری شش روزه در دمای یخچال در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج شکل (a) ۱ نشان داد، افزایش زمان غوطه‌وری در اسانس تیمول منجر به افزایش pH شد به طوری که بیشترین و کمترین میزان pH در هر دو فیلم ذکر شده به ترتیب مربوط به فیلم پلی‌پروپیلن اصلاح شده سه روز غوطه‌ور شده در اسانس تیمول و فیلم پلی‌اتیلن با چگالی پایین بدون غوطه‌وری (شاهد) بود ( $p < 0/05$ ). به نظر می‌رسد با توجه به نقش آنتی‌باکتریالی اسانس تیمول نمونه‌های حاوی اسانس کمتر منجر به فعالیت باکتری‌ها و تولید اسید لاکتیک و کاهش pH شدند و با افزایش زمان غوطه‌وری و افزایش جذب تیمول (جدول ۱)، pH نمونه‌ها افزایش یافت. نتایج شکل (b) ۱ نشان داد با گذشت زمان در فیلم‌های فیلم پلی‌پروپیلن اصلاح شده و پلی‌اتیلن با چگالی پایین میزان pH سالاد فصل به تدریج کاهش یافت به طوری که کمترین pH مربوط به نمونه‌های روز ششم نگهداری بود. کاهش pH در نمونه‌های مورد بررسی در این تحقیق، احتمالاً به دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌ها و تولید اسیدهای آلی مختلف مانند اسید لاکتیک توسط آن‌ها می‌باشد. همان طور که در شکل (c) ۱ ملاحظه می‌گردد مقایسه دو فیلم مورد آزمون نشان داد فیلم پلی‌پروپیلن اصلاح شده در کاهش کمتر pH به علت جذب بیشتر تیمول (جدول ۱) و افزایش خاصیت آنتی باکتریالی موفق-

منظور ارزیابی حسی نمونه‌ها از آزمون پذیرش به روش رتبه‌بندی استفاده شد و از ۱۰ ارزیاب آموزش دیده که پنج نفر مرد و پنج زن و بین سنین ۲۵-۳۵ سال بودند بدین منظور استفاده شد. در این روش نمونه‌ها کد گذاری شدند و در ظروف مشابهی در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفتند. ارزیاب‌ها باید نمونه‌ها را از نظر ویژگی‌های رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی ارزیابی و امتیاز بندی می‌کردند. در این آزمون امتیاز ۵ برای ویژگی عالی و امتیاز ۱ برای ویژگی ضعیف در نظر گرفته شد [۳۰].

### ۲-۸- آنالیز آماری

آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. با توجه به اینکه شرایط اولیه نمونه‌ها یکسان انتخاب شده از آزمون‌های ANOVA یک طرفه و توکی در طول زمان برای ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رنگ‌سنجی و پارامترهای مختلف در میان انواع مختلف نمونه در سطح معنی‌دار ۵٪ استفاده شد. تجزیه و تحلیل با استفاده از SPSS0/17 برای windows استفاده شد (SPSS Inc. Chicago, IL).

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- میزان جذب تیمول در فیلم‌های پلی‌پروپیلن اصلاح شده و پلی‌اتیلن با چگالی پایین

**Table 1** Attached thymol on films surface (ppm)

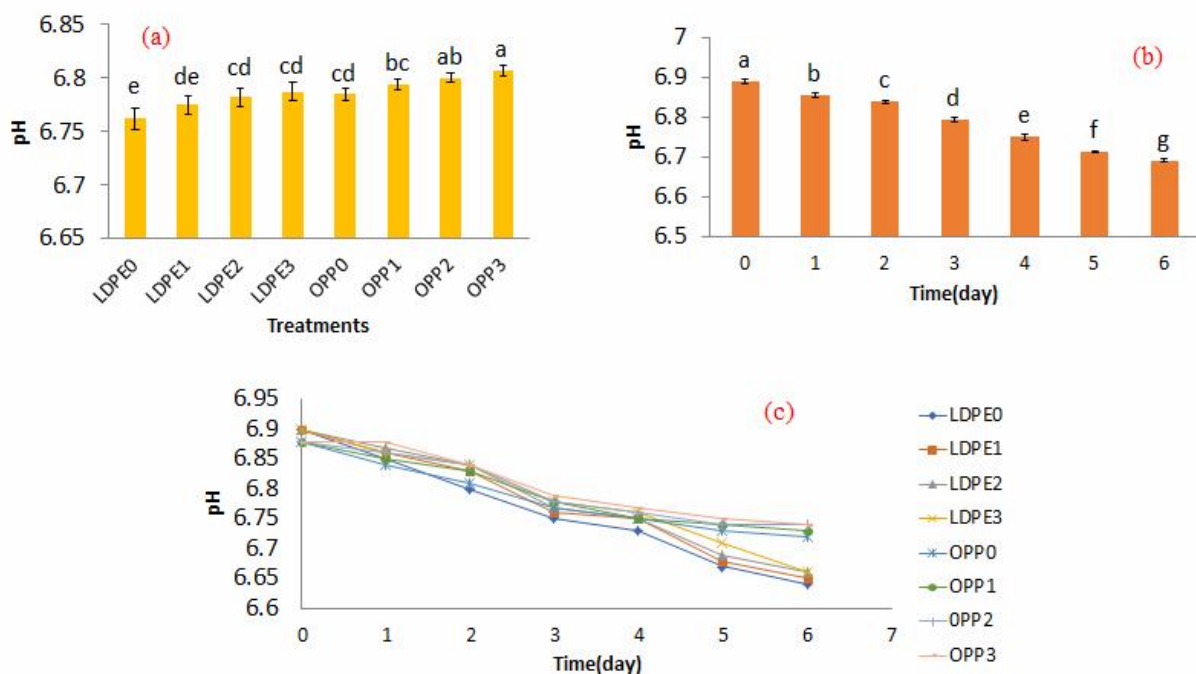
Thymol amount (ppm)	Samples
678 ± 12 <sup>c</sup>	LDPE 1d
862 ± 17 <sup>bc</sup>	LDPE 2d
987 ± 23 <sup>b</sup>	LDPE 3d
748 ± 16 <sup>bc</sup>	OPP 1d
1008 ± 15 <sup>b</sup>	OPP 2d
1187 ± 28 <sup>a</sup>	OPP 3d

Data represent mean ± standard deviation. The difference in superscript letters in each column indicates a significant difference at a probability level of 5%.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود با افزایش زمان غوطه‌وری از یک روز به سه روز در هر دو فیلم پلی‌پروپیلن

اسیدیته کاهو تابعی از محتوای اسید آلی (اسیدهای سیتریک، مالیک و تارتاریک) آن است که در طول ذخیره سازی کاهش می‌یابد زیرا این ترکیبات یک بستر برای تنفس هستند. نتایج فعلی نشان دهنده کاهش pH در طول زمان ذخیره سازی است، که به دلیل میزان تنفس متوسط کاهو ذخیره شده در یخچال (ساعت/کیلوگرم/CO<sub>2</sub> -۶ تا ۱۰ میلی‌لیتر در ۵/۵ درجه سانتیگراد) است. این باعث می‌شود که محصول مورد مطالعه کمتر در معرض حمله قارچ‌ها یا باکتری‌ها قرار بگیرند، بنابراین ماندگاری آن‌ها افزایش می‌یابد. از این رو، جای تعجب نیست که کاهو در یخچال، در مقایسه با دمای اتاق، از کیفیت بهتری برخوردار است [۳۳].

تر بود. در مطالعات علمی مختلف، بیان شده است که میزان کاهش pH در سبزیجات و میوه‌ها طی زمان نگهداری، بستگی به درجه حرارت نگهداری، روش بسته بندی، محتوای اسیدهای آلی و مقدار گاز دی اکسید کربن موجود در آن‌ها دارد. García-Gimeno and Zurera-Cosano (۱۹۹۷)، ماندگاری سالاد سبزیجات آماده مصرف را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در سالاد سبزیجات مخلوط شده، پس از ۹ روز نگهداری در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد، pH از ۷ به ۴ کاهش یافت [۲۷]. Sgroppo و همکاران (۲۰۱۰) نیز مشاهده کردند که در طی زمان نگهداری، میزان pH سیب زمینی‌های شیرین تازه برش خورده کاهش یافت [۳۲].



**Fig 1** (a) pH results of packaged season salad(T0:control, 1: A day of immersion 2: two days of immersion 3:three days of immersion. (b) The effect of storage time on pH of season salad (T0:control, 1: A day of immersion 2: two days of immersion 3:three days of immersion. (c) Changes in pH of season salad treated with thymol for 6 days. Different letters show significant difference at  $p < 0.05$ .

در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج شکل (a) ۲ نشان داد افزایش زمان غوطه‌وری در اسانس تیمول منجر به کاهش شمارش کل کپک و مخمر شد به طوری که بیشترین و کمترین شمارش کل کپک و مخمر در هر دو فیلم به ترتیب مربوط به نمونه بدون غوطه‌وری (شاهد) و نمونه سه روز غوطه‌وری در فیلم‌های پلی اتیلن با چگالی پایین و فیلم پلی پروپیلن اصلاح شده

### ۳-۳- شمارش کل کپک و مخمر در نمونه های

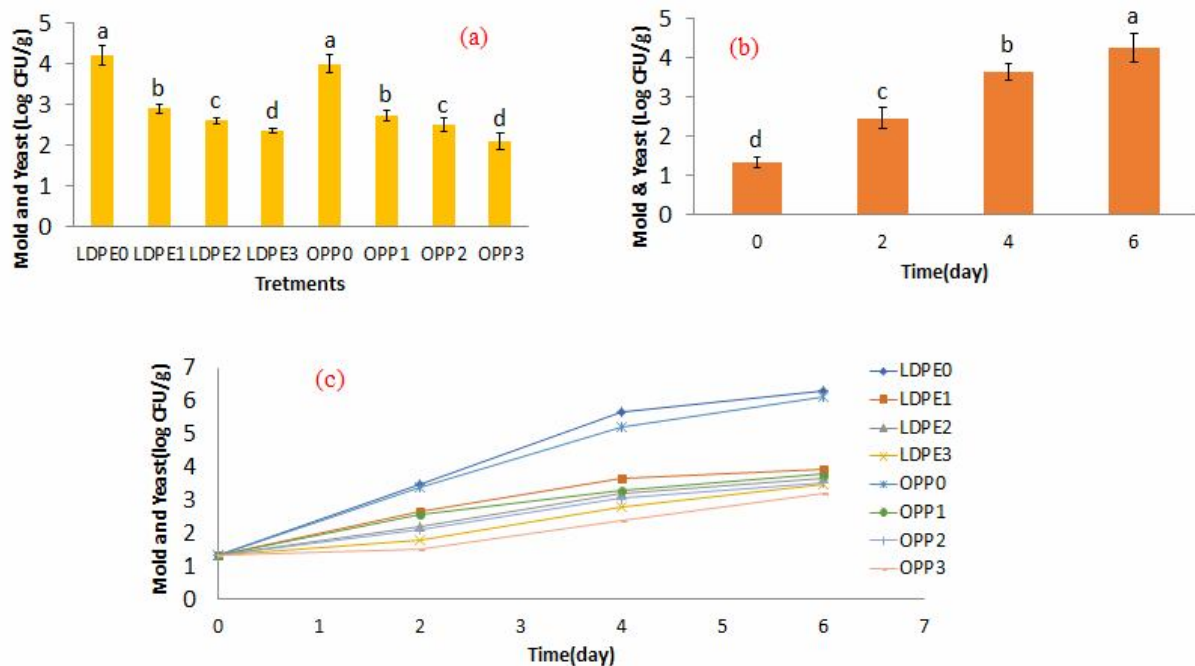
#### سالاد فصل

تغییرات میانگین لگاریتم تعداد کپک و مخمر در نمونه‌های مختلف فیلم‌های پلی پروپیلن اصلاح شده و پلی اتیلن با چگالی پایین سالاد فصل طی زمان نگهداری شش روز در دمای یخچال

تحقیقات مختلف بیان شده است که بسیاری از کپک های جداسازی شده از سبزیجات، جزو گونه های سمی هستند، (مانند پنی سیلیوم، آلترناریا و فوزاریوم) برخی از محققین بیان کرده اند که وجود تعداد زیاد کپک های تولید کننده مایکوتوکسین، به طور کلی در ارتباط با برنامه های تمیز کردن ضعیف و یا استفاده از روش های غیربهداشتی و تجهیزات آلوده می باشد [۳۵،۳۴].

Badosa و همکاران (۲۰۰۸)، تعداد کپک و مخمر در اکثر نمونه های سبزیجات را در محدوده  $7-4 \log \text{CFU/g}$  گزارش کردند [۳۶]. Acevedo و همکاران (۲۰۰۱) نیز سطوح  $\log \text{CFU/g}$   $4/65$  کپک را در نمونه های سالاد مشاهده کردند. آن ها گزارش کردند که در نمونه های سالاد، پنی سیلیوم، اسپرژیلوس و فوزاریوم حضور داشتند [۳۷]. Amini و همکاران ۲۰۱۲، اثرات ضد قارچی تیمول کوهی را بر روی قارچ ها بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که اسانس این گیاه در غلظت ۲۰۰ میکروگرم در میلی لیتر به طور کامل مانع رشد قارچ ها گردید [۳۸].

بودند ( $p < 0/05$ ). با توجه به نقش ضد قارچی اسانس تیمول، نمونه های حاوی اسانس کمتر منجر به فعالیت کپک ها و مخمرها شدند و با افزایش زمان غوطه وری و افزایش جذب تیمول (جدول ۱) فعالیت ضد قارچی اسانس تیمول بیشتر شد. همان طور که در شکل (b) ۲ مشاهده می شود با افزایش زمان نگهداری، شمارش کلی کپک و مخمر به طور معنی داری افزایش یافت ( $p < 0/05$ )، همچنین نمونه های سالاد بسته بندی شده با فیلم پلی پروپیلن اصلاح شده به میزان بیشتری کپک ها و مخمرها را کاهش دادند به نظر می رسد با توجه به جذب بالاتر تیمول در فیلم پلی پروپیلن اصلاح شده (جدول ۱) اثر ضد قارچی این فیلم بالاتر باشد. بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۰۸۰، حداکثر تعداد مجاز کپک و مخمر در سبزیجات تازه خرد شده و بسته بندی شده آماده مصرف بایستی  $4 \log \text{CFU/g}$  باشد. نتایج بدست آمده در این مطالعه نشان داد که کلیه نمونه های ۱، ۲ و ۳ روز غوطه وری در اسانس تیمول در هر دو فیلم پلی اتیلن با چگالی پایین و فیلم پلی پروپیلن اصلاح شده از لحاظ آلودگی به کپک و مخمر، ایمن و قابل قبول بودند (شکل (c) ۲).



**Fig 2 (a)** Counting of mold and yeast results of packaged Season salad (T0:control, 1: A day of immersion 2: two Days of immersion 3: three days of immersion). **(b)** The effect of storage time on number of mold and yeast of season salad (T0:control, 1: A day of immersion 2: two days of immersion 3: three days of immersion). **(c)** Changes in number of mold and yeast of season salad treated with thymol for 6 days. Different letters show significant difference at  $p < 0.05$ .

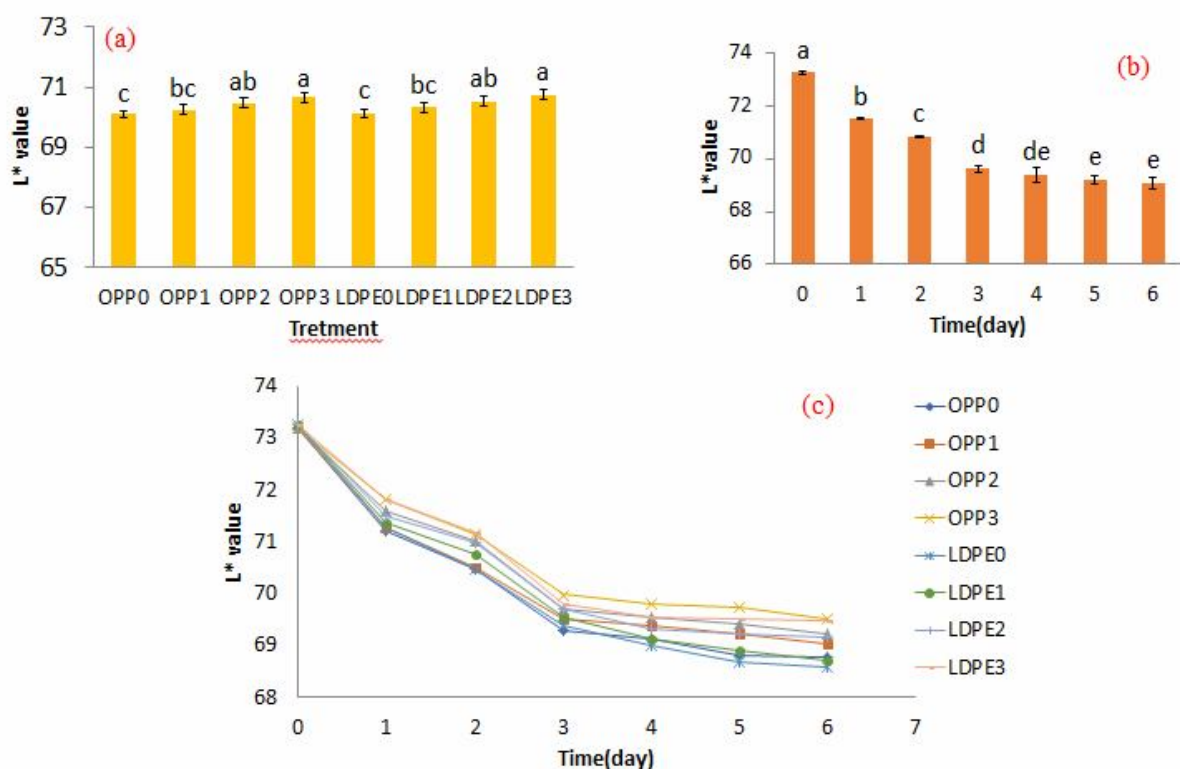


### ۳-۴- ارزیابی رنگ نمونه‌های سالاد فصل

#### ۳-۴-۱- شاخص روشنایی ( $L^*$ )

نتایج حاکی از این بود که زمان غوطه‌وری فیلم‌های پلی‌پروپیلن اصلاح شده و پلی‌اتیلن با چگالی پایین در اسانس تیمول و زمان نگهداری سالاد فصل بر میزان شاخص روشنایی ( $L^*$ ) نمونه‌ها تاثیر گذار است ( $p < 0/05$ )، (شکل ۳). پوشش‌دهی فیلم‌های پلی‌پروپیلن اصلاح شده و پلی‌اتیلن با چگالی پایین با اسانس تیمول منجر به افزایش معنی‌دار شاخص روشنایی ( $L^*$ ) نمونه‌ها شد ( $p < 0/05$ ). افزایش زمان غوطه‌وری فیلم‌های ذکر شده با اسانس تیمول که افزایش جذب تیمول را در نمونه‌ها به همراه داشت (جدول ۱) منجر به افزایش معنی‌دار شاخص ( $L^*$ ) در نمونه‌های سالاد فصل شد ( $p < 0/05$ )، به طوری که بیشترین و کمترین شاخص ( $L^*$ ) در فیلم‌های ذکر شده به ترتیب مربوط به نمونه‌های سه روز غوطه‌ور شده در اسانس تیمول و نمونه شاهد

بود (شکل (a) ۳). به نظر می‌رسد اسانس تیمول موجب مهار آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز (تیروزیناز) شده و روند ملانوزیس در سالاد را کاهش داده است [۳۹]. پیشرفت پدیده قهوه‌ای شدن به دلیل اکسیداسیون ترکیبات فنولیک توسط آنزیم‌هایی به مانند پلی‌فنل اکسیداز و پرواکسیداز می‌باشد [۴۰]. امروزه خاصیت مهارکنندگی آنزیم تیروزیناز در بسیاری از ترکیبات طبیعی همچون کاتکین، فرولیک اسید، عصاره چای سبز و چای مالبری، عصاره رزماری و عصاره هسته انگور به اثبات رسیده است [۴۱، ۴۲]. همان‌طور که شکل (b) ۳ نشان می‌دهد با افزایش مدت زمان ماندگاری (به علت افزایش واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی) شاخص ( $L^*$ ) به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد ( $p < 0/05$ )، همچنین نمونه‌های سالاد بسته بندی شده با فیلم پلی‌پروپیلن اصلاح شده به علت جذب بالاتر اسانس تیمول (جدول ۱)، شاخص ( $L^*$ ) بالاتری داشتند (شکل (c) ۳).

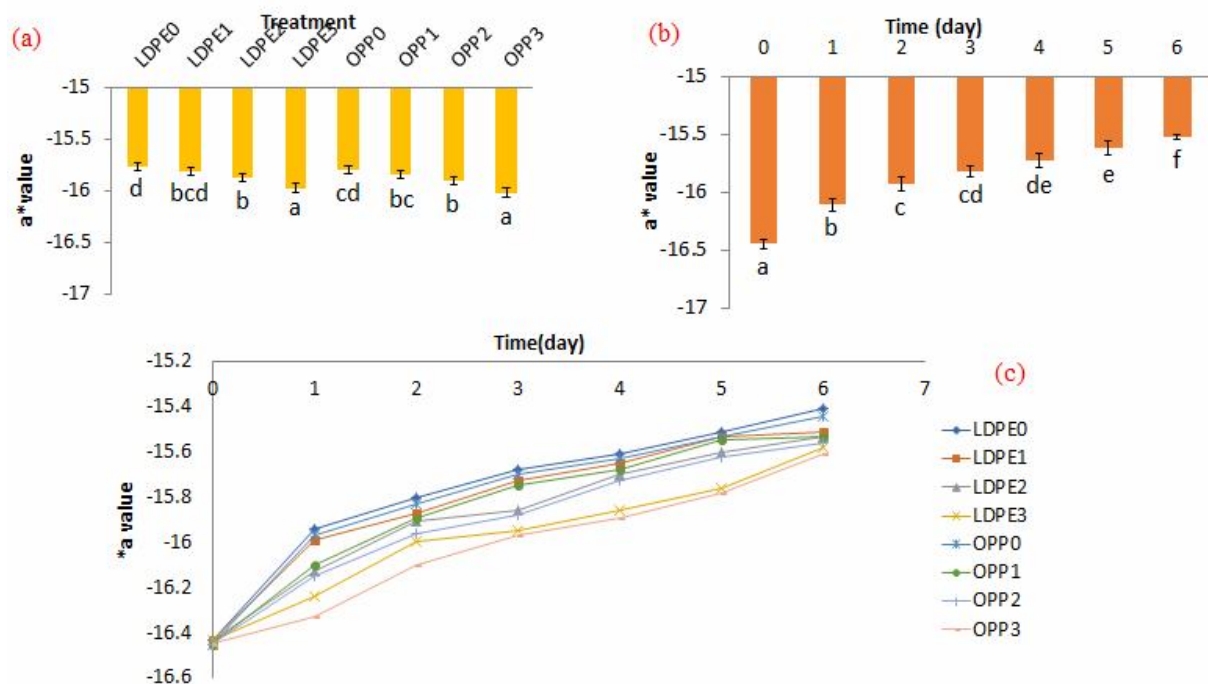


**Fig 3 (a)**  $L^*$  value results of packaged season salad (T0:control, 1: A day of immersion 2: two days of immersion 3: three days of immersion. **(b)** The effect of storage time on  $L^*$  value of season salad (T0:control, 1: A day of immersion 2: two days of immersion 3: three days of immersion. **(c)** Changes in  $L^*$  value of season salad treated with thymol for 6 days. Different letters show significant difference at  $p < 0.05$ .

$a^*$  - به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ( $p < 0.05$ ). کاهش رنگ سبز با تمایل به قرمز یا قهوه‌ای احتمالاً به علت از بین رفتن کلروفیل در طول ذخیره سازی است که یک اختلال شناخته شده پس از برداشت کاهو است [۴۳]. همچنین نمونه‌های سالاد فصل بسته بندی شده با فیلم پلی‌پروپیلن اصلاح شده به علت جذب بالاتر اسانس تیمول (جدول ۱) شاخص سبزی بالاتری داشتند (شکل (c) ۴).

### ۳-۲-۴- شاخص سبزی ( $a^*$ )

نتایج تجزیه آماری نشان داد، افزایش زمان غوطه‌وری در اسانس تیمول (افزایش جذب تیمول) منجر به افزایش شاخص  $a^*$  (سبزی) در نمونه‌های سالاد فصل شد ( $p < 0.05$ )، به طوری که بیشترین و کمترین شاخص  $a^*$  در فیلم‌های پلی‌اتیلن با چگالی پایین و پلی‌پروپیلن اصلاح شده مربوط به نمونه‌های سه روز غوطه‌وری با اسانس تیمول و نمونه شاهد بود (شکل (a) ۴). شکل (b) ۴ نشان می‌دهد با افزایش مدت زمان ماندگاری شاخص



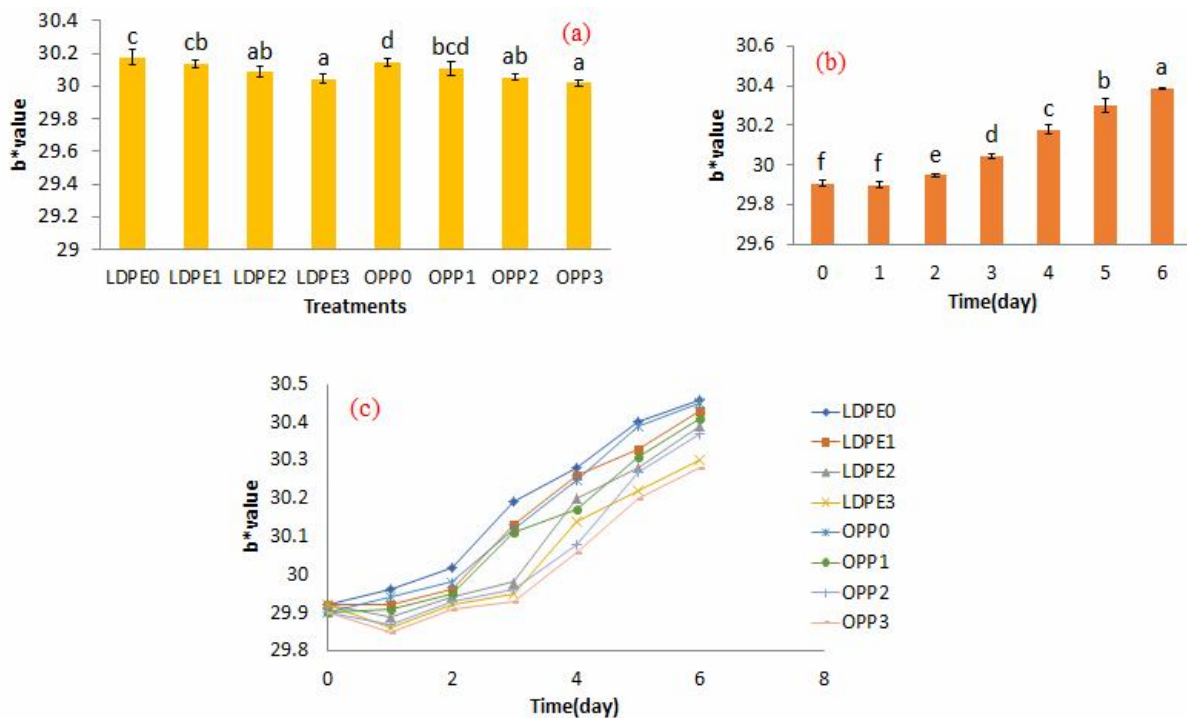
**Fig 4 (a)**  $a^*$  value results of packaged season salad (T0:control, 1: A day of immersion 2: two days of immersion 3: three days of immersion). Different letters show significant difference at  $p < 0.05$ . **(b)** The effect of storage time on  $a^*$  value of season salad (T0:control, 1: A day of immersion 2: two days of immersion 3: three days of immersion). **(c)** Changes in  $a^*$  value of season salad treated with thymol for 6 days. Different letters show significant difference at  $p < 0.05$ .

با افزایش مدت زمان ماندگاری و واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی و افزایش فعالیت آنزیم کلروفیل‌لاز شاخص  $b^*$  به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ( $p < 0.05$ )، (شکل (b) ۵)، [۴۳]. نمونه‌های سالاد بسته بندی شده با فیلم پلی‌پروپیلن اصلاح شده به علت جذب بالاتر اسانس تیمول (جدول ۱) شاخص زردی پایین‌تری داشتند (شکل (c) ۵).

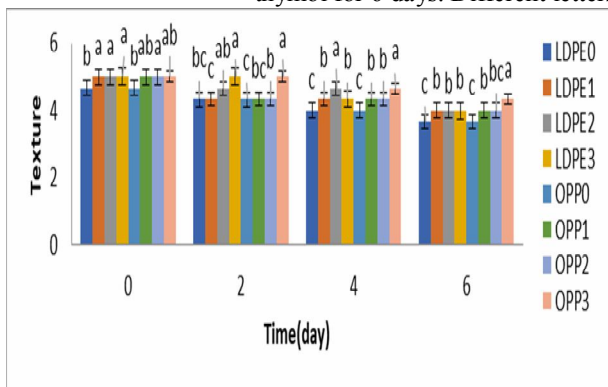
### ۳-۳-۴- شاخص زردی ( $b^*$ )

نتایج شکل (a) ۵ نشان داد هنگامی که مدت زمان غوطه‌وری (میزان جذب) فیلم‌ها در اسانس تیمول افزایش یافت (جدول ۱)، شاخص رنگی  $b^*$  به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ( $p < 0.05$ ). احتمال می‌رود با توجه به نقش آنتی‌اکسیدانی اسانس تیمول، واکنش قهوه‌ای شدن و شاخص زردی ( $b^*$ ) کاهش یابد. همچنین





**Fig 5(a)** b\* value results of packaged season salad (T0:control, 1: A day of immersion 2: two days of immersion 3:three days of immersion..(b) The effect of storage time on b\* value of season salad (T0:control, 1: A day of immersion 2: two days of immersion 3:three days of immersion.(c) Changes in a\* value of season salad treated with thymol for 6 days. Different letters show significant difference at  $p<0.05$ .



**Fig 6** Texture score results of packaged season salad. Different letters show significant difference at  $p<0.05$ .

### ۳-۵-۲- امتیاز طعم نمونه‌های سالاد فصل

نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌ها بیان کرد که نوع تیمار و زمان نگهداری از لحاظ آماری اثر معنی‌داری بر طعم نمونه‌های سالاد فصل داشتند ( $p<0.05$ ). در شکل ۷، میانگین امتیازات طعم نمونه‌های مختلف سالاد فصل بسته بندی شده در فیلم‌های پلی اتیلن با چگالی پایین و پلی پروپیلن اصلاح شده در روزهای

### ۳-۵-۳- ارزیابی حسی نمونه‌های سالاد فصل

#### ۳-۵-۳-۱- امتیاز بافت نمونه‌های سالاد فصل

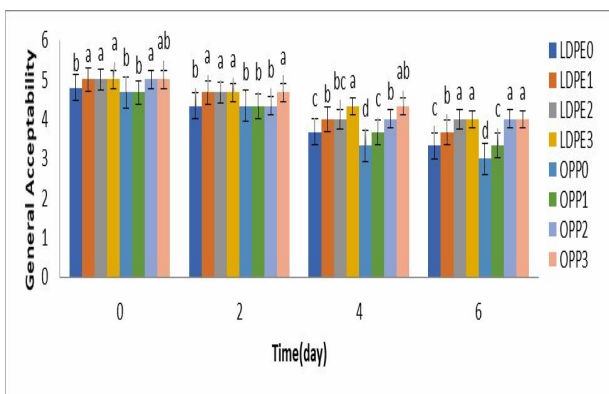
نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌ها بیانگر اثر معنی‌دار نوع تیمار و زمان نگهداری بر بافت نمونه‌های سالاد فصل بود ( $p<0.05$ ). میانگین مقادیر امتیاز بافت نمونه‌های سالاد فصل بسته بندی شده در فیلم‌های پلی اتیلن با چگالی پایین و پلی پروپیلن اصلاح شده در روزهای تولید، دوم، چهارم و ششم نگهداری در شکل ۶ آورده شده است. در همه نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم پلی اتیلن با چگالی پایین و پلی پروپیلن اصلاح شده، با گذشت زمان، امتیاز بافت کاهش یافت، ولی کاهش آن در نمونه‌های شاهد بیشتر بود. به نحوی که در روز ششم نگهداری، کمترین امتیاز بافت مربوط به نمونه‌های شاهد در هر دو فیلم بود ( $p<0.05$ ). بیشترین امتیاز در روز ششم نگهداری مربوط به نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم پلی پروپیلن اصلاح شده سه روز غوطه‌ور شده با اسانس تیمول بود ( $p<0.05$ ).

نتایج نشان داد طی زمان نگهداری، امتیاز رنگ نمونه‌های مختلف سالاد فصل کاهش پیدا کرد. بیشترین امتیاز رنگ در روز ششم نگهداری، مربوط به نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم‌های پلی اتیلن با چگالی پایین و پلی پروپیلن اصلاح شده دو و سه روز غوطه‌ور شده در اسانس تیمول بود ( $p < 0.05$ ).

### ۳-۵-۴- امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های سالاد

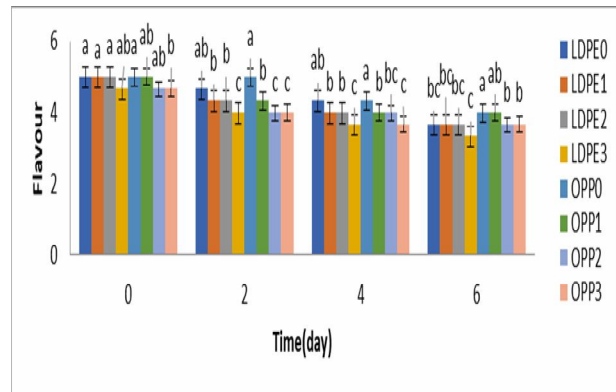
#### فصل

نتایج بدست آمده از آنالیز آماری داده‌ها بیانگر اثر معنی‌دار نوع تیمار و زمان نگهداری بر پذیرش کلی نمونه‌های سالاد فصل بود ( $p < 0.05$ ). میانگین امتیازات رنگ نمونه‌های مختلف سالاد فصل بسته بندی شده با فیلم‌های پلی اتیلن با چگالی پایین و پلی پروپیلن اصلاح شده در روزهای تولید، دوم، چهارم و ششم، نگهداری در شکل ۹، آورده شده است. همانطوری که انتظار می‌رفت، با گذشت زمان در فیلم‌های پلی اتیلن با چگالی پایین و پلی پروپیلن اصلاح شده، در اثر کاهش کیفیت حسی بافت، طعم و رنگ نمونه‌ها، پذیرش کلی سالاد فصل نیز کاهش یافت. در روز ششم انبارداری، در هر دو فیلم پلی اتیلن با چگالی پایین و پلی پروپیلن اصلاح شده کمترین امتیاز مربوط به نمونه شاهد بسته بندی شده با فیلم پلی پروپیلن اصلاح شده و بیشترین امتیاز مربوط به نمونه‌های دو و سه روز غوطه‌وری در فیلم‌های پلی اتیلن با چگالی پایین و پلی پروپیلن اصلاح شده بودند ( $p < 0.05$ ).



**Fig 9** General acceptability score results of packaged season salad. Different letters show significant differences at  $p < 0.05$ .

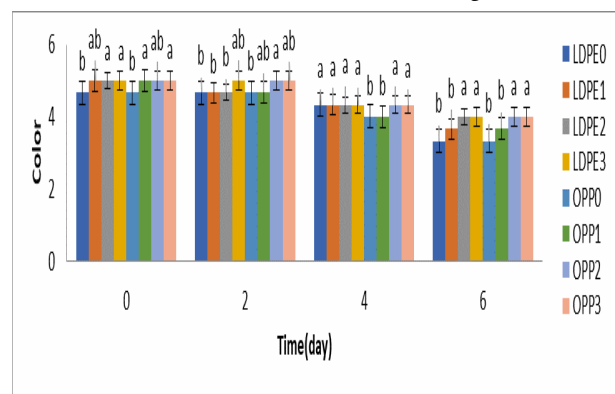
تولید، دوم، چهارم و ششم نگهداری آورده شده است. نتایج نشان داد با گذشت زمان انبارداری در هر دو فیلم، امتیاز طعم کاهش یافت. همچنین با افزایش زمان غوطه‌وری از یک روز به سه روز امتیاز طعم کاهش یافت ( $p < 0.05$ ). به طوری که کمترین امتیاز طعم در هر دو فیلم مربوط به نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم‌های سه روز غوطه‌وری با اسانس تیمول بود ( $p < 0.05$ ).



**Fig 7** Flavour score results of packaged season salad. Different letters show significant difference at  $p < 0.05$ .

### ۳-۵-۳- امتیاز رنگ نمونه‌های سالاد فصل

نتایج بدست آمده از آنالیز آماری داده‌ها بیانگر اثر معنی‌دار نوع تیمار و زمان نگهداری بر رنگ نمونه‌های سالاد فصل بود ( $p < 0.05$ ). میانگین امتیازات رنگ نمونه‌های مختلف سالاد فصل بسته بندی شده با فیلم‌های پلی اتیلن با چگالی پایین و پلی پروپیلن اصلاح شده در روزهای تولید، دوم، چهارم و ششم، نگهداری در شکل ۸، آورده شده است.



**Fig 8** Flavour score results of packaged season salad. Different letters show significant difference at  $p < 0.05$ .

Thymus spp. plants-Food applications and phytopharmacy properties. Trends in Food Science & Technology, 85, 287-306.

- [7] Höferl, M., Buchbauer, G., Jirovetz, L., Schmidt, E., Stoyanova, A., Denkova, Z., ... & Geissler, M. 2009. Correlation of antimicrobial activities of various essential oils and their main aromatic volatile constituents. Journal of Essential Oil Research, 21(5), 459-463.
- [8] Bektaş, E., Daferera, D., Sökmen, M., Serdar, G., Ertürk, M., Polissiou, M. G., & Sökmen, A. 2016. In vitro antimicrobial, antioxidant, and antiviral activities of the essential oil and various extracts from *Thymus nummularis* M. Bieb.
- [9] Golbahari, S., & Froushani, S. M. A. 2019. Synergistic benefits of Nicotine and Thymol in alleviating experimental rheumatoid arthritis. Life Sciences, 239, 117037.
- [10] Amiri, H. 2012. Essential oils composition and antioxidant properties of three thymus species. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012.
- [11] Abbaszadeh, S., Sharifzadeh, A., Shokri, H., Khosravi, A. R., & Abbaszadeh, A. 2014. Antifungal efficacy of thymol, carvacrol, eugenol and menthol as alternative agents to control the growth of food-relevant fungi. Journal de mycologie medicale, 24(2), e51-e56..
- [12] Kubo, I., & Kinst-Hori, I. 1998. Tyrosinase inhibitors from cumin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46(12), 5338-5341.
- [13] Nirmal, N. P., & Benjakul, S. 2009. Effect of ferulic acid on inhibition of polyphenoloxidase and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. Food chemistry, 116(1), 323-331.
- [14] Wang, Y., Li, Y., Luo, Y., Huang, M., & Liang, Z. 2009. Synthesis and characterization of a novel biodegradable thermoplastic shape memory polymer. Materials Letters, 63(3-4), 347-349.
- [15] Del Nobile, M. A., Conte, A., Buonocore, G. G., Incoronato, A. L., Massaro, A., & Panza, O. 2009. Active packaging by extrusion processing of recyclable and biodegradable polymers. Journal of Food Engineering, 93(1), 1-6..
- [16] Han, J., Castell-Perez, M. E., & Moreira, R.

## ۵- نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد بسته به نوع پلیمر، مقدار پیوندهای ایجاد شده بین ماده ضد میکروبی و سطح پلیمر آن متفاوت بود. از آنجایی که پوشش دهی فیلم‌های LDPE به ویژه OPP سه روز غوطه‌ور شده در اسانس تیمول (به علت جذب بیشتر اسانس) موجب بهبود رنگ، کاهش تعداد کل کپک و مخمر و افزایش عمر ماندگاری و بهبود خواص حسی سالاد فصل شد. لذا استفاده از این اسانس به جای مواد نگهدارنده مصنوعی که اثرات سوء آن‌ها مشخص شده است یک امر مفید و موثر به نظر می‌رسد.

## ۶- منابع

- [1] Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C., & Viñas, I. 2008. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. International journal of food microbiology, 123(1-2), 121-129.
- [2] Hanani, Z. N., Husna, A. A., Syahida, S. N., Khaizura, M. N., & Jamilah, B. 2018. Effect of different fruit peels on the functional properties of gelatin/polyethylene bilayer films for active packaging. Food Packaging and Shelf Life, 18, 201-211.
- [3] Burgos, N., Armentano, I., Fortunati, E., Dominici, F., Luzi, F., Fiori, S., ... & Kenny, J. M. 2017. Functional properties of plasticized bio-based poly (lactic acid) poly (hydroxybutyrate)(PLA\_PHB) films for active food packaging. Food and Bioprocess Technology, 10(4), 770-780.
- [4] Zacchino, S. A., Butassi, E., Di Liberto, M., Raimondi, M., Postigo, A., & Sortino, M. 2017. Plant phenolics and terpenoids as adjuvants of antibacterial and antifungal drugs. Phytomedicine, 37, 27-48.
- [5] Krepker, M., Shemesh, R., Poleg, Y. D., Kashi, Y., Vaxman, A., & Segal, E. 2017. Active food packaging films with synergistic antimicrobial activity. Food Control, 76, 117-126.
- [6] Salehi, B., Abu-Darwish, M. S., Tarawneh, A. H., Cabral, C., Gadetskaya, A. V., Salueiro, L., ... & Mulaudzi, R. B. 2019.

- Characterization of Novel Bionanocomposite Based on Tapioca Starch/Gelatin/Nanorod-rich ZnO: Towards Finding Antimicrobial Coating for Nuts.
- [27] García-Gimeno, R. M., & Zurera-Cosano, G. 1997. Determination of ready-to-eat vegetable salad shelf-life. *International journal of food microbiology*, 36(1), 31-38.
- [28] Jiménez-Salcedo, M., & Tena, M. T. 2017. Determination of cinnamaldehyde, carvacrol and thymol in feedstuff additives by pressurized liquid extraction followed by gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1487, 14-21..
- [29] Santos, M. C., Nunes, C., Cappelle, J., Gonçalves, F. J., Rodrigues, A., Saraiva, J. A., & Coimbra, M. A. 2013. Effect of high pressure treatments on the physicochemical properties of a sulphur dioxide-free red wine. *Food Chemistry*, 141(3), 2558-2566.
- [30] Sobral, M. M. C., Nunes, C., Maia, A., Ferreira, P., & Coimbra, M. A. 2017. Conditions for producing long shelf life fruit salads processed using mild pasteurization. *LWT-Food Science and Technology*, 85, 316-323.
- [31] Quintavalla, S., & Vicini, L. 2002. Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat science*, 62(3), 373-380.
- [32] Sgroppo, S.C., Vergara, L.E., Tenev, M.D. 2010. Effects of sodium metabisulphite and citric acid on the shelf life of fresh cut sweet potatoes. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3): 686-693.
- [33] Vargas-Arcila, M., Cartagena-Valenzuela, J. R., Franco, G., Correa-Londoño, G. A., Quintero-Vásquez, L. M., & Gaviria-Montoya, C. A. (2017). Changes in the physico-chemical properties of four lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties during storage. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(2), 257-273.
- [34] Sant'Ana, A. S., Landgraf, M., Destro, M. T., & Franco, B. D. 2011. Prevalence and counts of *Salmonella* spp. in minimally processed vegetables in São Paulo, Brazil. *Food microbiology*, 28(6), 1235-1237.
- [35] Lynch, M. F., Tauxe, R. V., & Hedberg, C. W. 2009. The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: risks and opportunities. *Epidemiology & Infection*, 137(3), 307-315.
- G. 2007. The influence of electron beam irradiation of antimicrobial-coated LDPE/polyamide films on antimicrobial activity and film properties. *LWT-Food Science and Technology*, 40(9), 1545-1554.
- [17] Diblan, S., & Kaya, S. 2018. Potassium sorbate diffusion in multilayer polymer films: Effects of water activity and pH. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(3), e13544.
- [18] de Araújo, L. O., Anaya, K., & Pergher, S. B. C. 2019. Synthesis of Antimicrobial Films Based on Low-Density Polyethylene (LDPE) and Zeolite A Containing Silver. *Coatings*, 9(12), 786.
- [19] Suppakul, P., Sonneveld, K., Bigger, S. W., & Miltz, J. 2008. Efficacy of polyethylene-based antimicrobial films containing principal constituents of basil. *LWT-Food Science and Technology*, 41(5), 779-788.
- [20] Wang, L. F., & Rhim, J. W. 2016. Grapefruit seed extract incorporated antimicrobial LDPE and PLA films: Effect of type of polymer matrix. *LWT*, 74, 338-345.
- [21] Pankaj, S. K., & Thomas, S. 2016. Cold plasma applications in food packaging. In *Cold Plasma in Food and Agriculture* (pp. 293-307). Academic Press.
- [22] Dong, Z., Xu, F., Ahmed, I., Li, Z., & Lin, H. 2018. Characterization and preservation performance of active polyethylene films containing rosemary and cinnamon essential oils for Pacific white shrimp packaging. *Food Control*, 92, 37-46.
- [23] Maddah, H. A. 2016. Polypropylene as a promising plastic: A review. *Am. J. Polym. Sci*, 6(1), 1-11.
- [24] Marvizadeh, M. M., Mohammadi Nafchi, A., & Jokar, M. 2014. Improved physicochemical properties of tapioca starch/bovine gelatin biodegradable films with zinc oxide nanorod. *Journal of Chemical Health Risks*, 4(4).
- [25] Moosavian, V., Marvizadeh, M. M., & Mohammadi Nafchi, A. 2017. Biodegradable Films Based on Cassava Starch/Mentha piperita Essence: Fabrication, Characterization and Properties. *Journal of Chemical Health Risks*, 7(3), 239-245.
- [26] Marvizadeh, M. M., Mohammadi, N. A., & Jokar, M. 2014. Preparation and

- [40] Chen, X., Ren, L., Li, M., Qian, J., Fan, J., & Du, B. 2017. Effects of clove essential oil and eugenol on quality and browning control of fresh-cut lettuce. *Food Chemistry*, 214, 432-439.
- [41] Pattanasiri, T., Taparhudee, W., & Suppakul, P. 2017. Anaesthetic efficacy of clove oil-coated LDPE bag on improving water quality and survival in the Siamese fighting fish, *Betta splendens*, during transportation. *Aquaculture international*, 25(1), 197-209.
- [42] Gahleitner, M., & Paulik, C. (2017). Polypropylene and Other Polyolefins. *Brydson's Plastics Materials (Eight Edition)*/M. Gilbert
- [43] Agüero, M. V., Barg, M. V., Yommi, A., Camelo, A., & Roura, S. I. 2008. Postharvest changes in water status and chlorophyll content of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and their relationship with overall visual quality. *Journal of food science*, 73(1), S47-S55.
- [36] Badosa, E., Trias, R., Parés, D., Pla, M., Montesinos, E. 2008. Microbiological quality of fresh fruit and vegetable products in Catalonia (Spain) using normalised platecounting methods and real time polymerase chain reaction (QPCR). *Journal of Science Food and Agriculture*, 88: 605-611.
- [37] Acevedo, L., Mendoza, C., Oyon R. 2001. Total and fecal coliforms, some enterobacteria staphylococcus sp. And moulds in salads for hot dogs sold in Maracay, Venezuela. *Arch Latinoam Nutrition*, 51: 366-370.
- [38] Amini, M., Safaie, N., Salmani, M.J., Shams-Bakhsh, M. 2012. Antifungal activity of three medicinal plant essential oils against some phytopathogenic fungi. *Trakia J. Sci.* 10(1):1-8.
- [39] Nasiri, E., Moosavi-Nasab, M., Shekarforoush, S. S., & Golmakani M. T. 2015. The Effects of *Zataria Multiflora* on Inhibition of Polyphenoloxidase and Melanosis Formation in Shrimp (*litopenaeus Vannamei*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 23, 109-118. [In persian].



## Effect of active packaging based on polyethylene/propylene films containing thymol on the quality attributes and shelf life of season salad

Mousavian, D.<sup>1</sup>, Mohammadi Nafchi, A.<sup>2\*</sup>, Nouri, L.<sup>3</sup>

1. Post graduate student, Food Science & Technology Department, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran
2. Food Technology Division, School of Industrial Technology, Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia
3. Assistant Professor, Food Science & Technology Department, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received 2021/02/21  
Accepted 2021/05/15

#### Keywords:

Thymol,  
Active packaging,  
Polyethylene,  
Polypropylene,  
Season salad.

**DOI:** 10.52547/fsct.18.116.67

\*Corresponding Author E-Mail:  
amohammadi@usm.my

Vegetables have a short shelf life, and because they are eaten fresh, it is necessary to use healthy and natural methods to increase their shelf life. The present study has investigated the effect of active packaging containing the active ingredient of thymol on the color and pH measurements, microbial evaluation, total mold and yeast count, and the sensory properties of seasonal salad during six-day storage refrigerator temperature. For this purpose, season salads were packed with oriented polypropylene (OPP) and low-density polyethylene (LDPE) films immersed in thymol essential oil for 1, 2, and 3 days. Results show that season salads packed with OPP and LDPE films immersed in thymol essential oil for three days had higher pH and lower mold and yeast count than control and other treatments. The mold and yeast count were significantly lower ( $p < 0.05$ ) in a sample packed with OPP films containing essential oil compared to the LDPE/ thymol essential oil. The  $L^*$  and  $-a^*$  values decreased during storage time. The  $L^*$  and  $-a^*$  indices of season salads were lower in OPP and LDPE films immersed in thymol essential oil for three days than the neat and other groups. Sensory evaluation showed that immersion in thymol essential oil improved sensory attributes ( $p < 0.05$ ). The coated films, especially OPP, improved the color, reduced the number of mold and yeast, increased the shelf life, and improved the sensory attributes of season salads. Therefore, films treated with thymol essential oil can act as active packaging.