

## اثر فیلم‌های پلیمری پوشانده شده با پاداکسنده طبیعی (عصاره رزماری) در جلوگیری از اکسایش کره

فائزه تفرشی<sup>۱\*</sup>، مجید جوانمرد<sup>۲</sup>، مریم فهیم دانش<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس، تهران

۲. دانشیار گروه صنایع غذایی و تبدیلی، پژوهشکده فناوری‌های شیمیایی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران

۳. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس، تهران

(تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۷، تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۳)

### چکیده

بسته‌بندی ضد اکسایشی یکی از انواع بسته‌بندی فعال است که در طی نگهداری مواد غذایی با آزاد کردن پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان) از فساد اکسایشی چربی جلوگیری می‌کند. در سال‌های اخیر کاربرد پاداکسنده‌های طبیعی به جای انواع سنتزی در این نوع بسته‌بندی‌ها مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این تحقیق بررسی عملکرد فیلم‌های پلیمری پوشانده شده با پاداکسنده طبیعی (عصاره رزماری) در جلوگیری از اکسایش چربی در کره بود. عصاره اتانولی رزماری با سه غلظت متفاوت (۰/۱٪، ۰/۱۵٪، ۰/۲٪) بر روی سطح فیلم‌های پلی‌اتیلن با دانسیته پایین (LDPE) و پلی‌پروپیلن خطی شده (BOPP) پوشانده شد. از فیلم‌های فاقد عصاره به عنوان شاهد استفاده شد. مهاجرت ترکیبات فنلی از سطح فیلم‌ها به اتانول ۹۵٪ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در مدت ۱۰ ساعت اندازه‌گیری شد. با افزایش زمان و غلظت عصاره، مهاجرت افزایش یافت ( $P < 0/05$ ) در شرایط یکسان اختلاف معنی‌داری در میزان مهاجرت به اتانول از فیلم‌های LDPE و BOPP مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). ثبات اکسایشی قطعات کره پاستوریزه بسته‌بندی شده با فیلم‌های پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن (حاوی عصاره و فاقد عصاره) در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد)، طی ۴۵ روز بررسی شد. مقدار شاخص پراکسید، اسیدهای چرب آزاد، و ویژگی‌های حسی نمونه‌ها در مدت نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت. پوشش عصاره بر سطح فیلم‌های پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن سبب کاهش مقدار شاخص پراکسید و اسیدهای چرب آزاد در نمونه‌های کره نسبت به نمونه شاهد شد ( $P < 0/05$ ). افزایش غلظت عصاره سبب تغییر طعم و بوی کره‌ها و در نتیجه کاهش مقبولیت عمومی شد ( $P < 0/05$ ). فیلم با پوشش عصاره با غلظت ۰/۱٪ مطلوب‌ترین ثبات اکسایشی و ویژگی‌های حسی را ایجاد کرد و فیلم پلی‌پروپیلن در ثبات اکسایشی و حفظ کیفیت محصول موثرتر از پلی‌اتیلن بود ( $P < 0/05$ ).

واژه‌های کلیدی: بسته‌بندی فعال، بسته‌بندی ضد اکسایشی، فیلم‌های پلیمری، اکسایش کره، عصاره رزماری، مهاجرت

## ۱- مقدمه

از یک بسته بندی فعال چند لایه (ساخته شده از پلی اتیلن با دانسیته بالا، اتیلن وینیل الکل و یک لایه پلی اتیلن با دانسیته پایین حاوی پاداکسنده) به شیر خشک کامل مورد مطالعه قرار دادند. آنها نتیجه گرفتند این بسته بندی ضد اکسایشی فرایند اکسایش شیر خشک کامل (با حدود ۲۶ درصد چربی) را به تأخیر می اندازد و تأثیر آن در دماهای بالای نگهداری (۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی گراد) به جهت افزایش سرعت واکنش های اکسایشی بیشتر است [۵].

در سال ۲۰۱۰ Graciano-verdugo و همکاران میزان مهاجرت آلفا-توکوفرول را از فیلم پلی اتیلن با دانسیته پایین به روغن ذرت و اثر آن در حفظ ثبات اکسایشی روغن را بررسی کردند. نتایج نشان داد که استفاده از فیلم LDPE حاوی آلفا-توکوفرول با غلظت ۱۹ تا ۳۰ میلی گرم در گرم قادر خواهد بود ثبات اکسایشی روغن ذرت را در طی ۱۶ هفته در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد حفظ کند [۶]. در سال ۲۰۱۱، Camo و همکاران ماندگاری گوشت تازه گاو بسته بندی شده در فیلم ضد اکسایشی با پوشش آنتی اکسیدان طبیعی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بسته بندی ضد اکسایشی حاوی عصاره پونه، پایداری اکسایشی معنی داری را در نمونه ها نسبت به نمونه شاهد ایجاد کرد و این تاثیر با افزایش غلظت پونه در فیلم بیشتر شد [۷]. در سال ۲۰۱۱، Pereira و همکاران، قابلیت فیلم پلی اتیلن حاوی عصاره به دست آمده از سبوس جو را در جلوگیری از فساد چربی ماهی کوسه آبی<sup>۱</sup> بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند فیلم حاوی پاداکسنده در جلوگیری از اکسایش و هیدرولیز چربی ماهی منجمد موثر بوده است [۸]. در سال ۲۰۱۲، Contini و همکاران، اثر پوشش عصاره مرکبات بر روی سینی هایی از جنس پلی اتیلن ترفتالات را در جلوگیری از اکسایش گوشت پخته شده بررسی کردند. عصاره مرکبات پوشش داده شده بر روی سطح ظروف در جلوگیری از اکسایش گوشت پخته در حین نگهداری موثر بود [۹].

عصاره رزماری به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی شناخته شده است. این ماده از برگ گیاه رزماری به دست می آید و به دلیل دارا بودن ترکیبات فنلی متعدد مانند دی ترپن ها و تری ترپن های فنلی، اسیدهای فنلیک و فلاونوئیدها از قدرت پاداکسندگی بالایی برخوردار است و به عنوان یک جاذب رادیکال آزاد عمل می کند [۱۰]. به سبب

تحقیقات انجام شده در سال های اخیر منجر به پیدایش مفهوم جدیدی در صنعت بسته بندی به نام بسته بندی فعال شده است. بر خلاف بسته بندی های رایج که لازم است کاملاً خنثی و بی اثر باشند، در انواع فعال بسته بندی به بسته بندی این اجازه داده شده است که با غذا یا محیط و یا هر دو اثر متقابل داشته و نقش فعال در نگهداری ماده غذایی ایفا کند. گسترش بسته بندی فعال منجر به پیشرفت در بسیاری از زمینه ها شامل تأخیر در اکسایش، کنترل سرعت تنفس، تأخیر در رشد میکروارگانیسم ها و کنترل انتقال رطوبت شده است. از انواع مهم بسته بندی فعال، بسته بندی ضد اکسایشی است که در طی نگهداری مواد غذایی حاوی چربی با آزاد کردن پاداکسنده (آنتی اکسیدان) از فساد اکسایشی چربی جلوگیری می کند [۱]. از انواع پاداکسنده های مصنوعی و طبیعی می توان در بسته بندی ضد اکسایشی استفاده کرد. با وجود تاثیر قابل توجه پاداکسنده های سنتزی به دلیل آثار مخرب فیزیولوژیکی این قبیل افزودنی ها مصرف آنها بسیار محدود شده است. کاربرد پاداکسنده های طبیعی به سبب سلامت، ایمنی و پذیرش مصرف کننده در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است [۲]. به دلیل اینکه اغلب ترکیبات آنتی اکسیدانی با منشأ طبیعی نسبت به فرایند اعمال شده در طی ساخت پلیمرها حساس هستند، بنابراین کاربرد آنها به طور مستقیم در فرمولاسیون پلیمر سبب کاهش فعالیت آنها می شود و از آنجایی که این مواد گران تر از پاداکسنده های سنتزی هستند بهینه سازی مصرف آنها امری لازم و ضروری است. به همین دلیل حل کردن آنها در حلال مناسب و پوشش پلیمر با محلول ترجیح داده می شود، تا به این ترتیب از کاهش فعالیت آنها جلوگیری شود [۳]. در سال ۲۰۰۱ wessling و همکاران قابلیت پاداکسنده BHT و آلفا -توکوفرول را در فیلم پلی اتیلن با دانسیته پایین در بسته بندی آرد یولاف مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج حاصل، در طی ۱۰ هفته نگهداری در دمای ۲۰°C، آرد بسته بندی شده با فیلم حاوی BHT بیشترین میزان ثبات و حداقل تغییرات را داشت در صورتی که فیلم حاوی توکوفرول هیچگونه تأثیری در افزایش مدت ماندگاری نداشت [۴].

در سال ۲۰۰۹ Granda و همکاران مهاجرت آلفا -توکوفرول را

استقبال مصرف کنندگان از مواد غذایی طبیعی نظیر پاد اکسنده‌های طبیعی، مطالعه در زمینه کاربرد عصاره‌های گیاهی در بسته بندی ضد اکسایشی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این تحقیق بررسی اثر پوشش عصاره رزماری بر سطح فیلم‌های پلیمری در جلوگیری از اکسایش چربی در کره بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

برگ خشک رزماری، فیلم پلی اتیلن با دانسیته پایین (LDPE) با ضخامت ۵۰ میکرومتر، دانسیته  $922 \text{ kg/m}^3$ ، رنگ آبی و ساخت شرکت Apack، فیلم پلی پروپیلن خطی شده (BOPP) با ضخامت ۵۰ میکرومتر، دانسیته  $902 \text{ kg/m}^3$ ، شفاف، ساخت پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، کره پاستوریزه لاکتیکی، بدون نمک (کره فونترا) تولید کشور نیوزیلند، مواد شیمیایی بجز اسید گالیک تولید شرکت مرک (کشور آلمان)، اسید گالیک BDH (ساخت انگلستان).

### ۲-۲- روش‌ها

#### ۲-۲-۱- تهیه عصاره رزماری

ابتدا ناخالصی‌ها (چوب، ساقه، مواد زائد) از برگ جدا شده و برگ‌ها به وسیله آسیاب چکشی (با مش شماره ۲) آسیاب شدند. ذرات آسیاب شده برگ رزماری به وزن ۶ گرم داخل کارتوش ریخته شد. سپس کارتوش حاوی نمونه، در ۱۲۰ میلی لیتر اتانول ۷۰٪ قرار گرفت (نسبت مواد جامد به حلال ۱:۲۰). عمل استخراج با استفاده از دستگاه سوکسله چهار خانه دیجیتال BUCHI ساخت کشور سوئیس در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت دو ساعت انجام شد. عصاره به دست آمده به روش سوکسله با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۲ و پمپ خلاء (بوخنر) فیلتر شده و به کمک تبخیرکننده دوار HEIDOLPH (ساخت آلمان)، در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تغلیظ گردید. در نهایت عصاره تغلیظ شده به مدت ۲ ساعت در آن تحت خلا، در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا تمامی حلال از عصاره جدا شده و عصاره کاملاً خشک شود. عصاره خشک شده در شیشه تیره دربسته ریخته شد و تا زمان استفاده در یخچال و در دمای ۴°C نگهداری شد [۱۱].

#### ۲-۲-۲- آماده‌سازی فیلم‌ها

در این مرحله ابتدا عصاره رزماری با سه غلظت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ تهیه شد و از اتانول ۷۰٪ به عنوان حلال استفاده گردید. در مرحله بعد فیلم‌های پلی اتیلن با دانسیته پایین و پلی پروپیلن در ابعاد  $14 \times 14 \text{ cm}^2$  و به تعداد کافی آماده شدند و به وسیله شستشو با اتانول ۷۰٪ ضد عفونی شدند. سپس عصاره با غلظت‌های مختلف (۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲) به‌طور جداگانه روی تعداد کافی از فیلم‌ها از طریق پاشش (در شرایط یکسان) پوشش داده شد. جهت پوشش کامل سطح فیلم‌ها، پاشش عصاره ۳ بار انجام شد. فیلم‌ها پس از خشک شدن در جای تاریک نگهداری شدند [۸].

#### ۲-۲-۳- بسته‌بندی و نگهداری کره

در این مرحله قطعات کره به وزن ۵۰ گرم با فیلم‌های LDPE و BOPP پوشاننده شده با سه غلظت مختلف عصاره (۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲)، بسته‌بندی شدند جهت تهیه نمونه شاهد، کره با فیلم‌های فاقد عصاره بسته‌بندی شد. برای اطمینان از پوشش کامل کره‌ها لبه فیلم به وسیله چسب سلولزی مناسب چسبانده شد. برای محافظت از نمونه‌ها در مقابل نور نمونه‌های بسته‌بندی شده در کارتن‌های مقوایی قرار گرفتند. در نهایت کارتن‌های حاوی نمونه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و نگهداری شدند. آزمون‌های تعیین مقدار پراکسید و اسیدیته و آزمون ارزیابی حسی بر روی نمونه کره قبل از بسته‌بندی انجام و در روزهای پانزده، سی و چهل و پنجم تکرار شدند.

#### ۲-۲-۴- تعیین مقدار عصاره باقی مانده روی فیلم‌ها

در این مرحله جهت تعیین مقدار عصاره باقی مانده روی فیلم‌ها، اختلاف وزن فیلم‌ها قبل و بعد از پاشش عصاره و خشک شدن آن روی فیلم‌ها اندازه‌گیری شد. اختلاف وزن فیلم‌ها قبل و بعد از پوشش عصاره نشان‌دهنده مقدار عصاره باقی مانده روی فیلم است. این مقدار برحسب  $\text{mg/dm}^2$  بیان شد [۹].

#### ۲-۲-۵- اندازه‌گیری میزان مهاجرت ترکیبات فنلی به اتانول

مقدار کل ترکیبات فنلی مهاجرت کرده از فیلم‌ها به ماده مشابه چربی (اتانول ۹۵٪) به روش رنگ‌سنجی با استفاده از معرف فولین سیو کالتیو

(Folin-Ciocalteu) اندازه‌گیری شد [۱۲].

از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای<sup>۱</sup> استفاده شد. در این آزمون ارزیاب‌ها با اختصاص اعداد ۱ تا ۵ نظر خود را اعلام نموده، بطوریکه عدد ۵ به منزله عالی، عدد ۴ به منزله خیلی خوب، عدد ۳ به منزله خوب، عدد ۲ به منزله متوسط و عدد ۱ به منزله ضعیف از نظر شباهت به کره تازه بود. قبل از انجام آزمون کره‌ها از یخچال خارج شدند تا دمای آن‌ها به ۱۹ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد برسد. ویژگی‌های حسی توسط ۶ نفر ارزیاب آموزش دیده با تکمیل پرسشنامه، مورد ارزیابی قرار گرفت.

### ۲-۲-۹- روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

تمام آزمون‌ها با دوبرار تکرار انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تیمارهای تحت بررسی شامل غلظت عصاره، زمان و نوع فیلم بودند. از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای تعیین تفاوت بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۵٪ استفاده شد. برای تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SAS 9.1 و رویه GLM استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- مقدار عصاره باقی مانده روی فیلم

جدول (۱) نشان می‌دهد که تفاوت معنی دار در مقدار عصاره خشک شده روی سطح دو فیلم پلی اتیلن با دانسیته پایین و پلی پروپیلن وجود ندارد. با افزایش غلظت مقدار مواد جذب شده روی فیلم‌ها افزایش یافته و پس از سه روز نگهداری در دمای اتاق مقدار قابل قبول از عصاره بر روی سطح فیلم‌ها باقی مانده است.

#### ۳-۲- مهاجرت ترکیبات فنلی به اتانول

از آنجائیکه ترکیب آنتی‌اکسیدانی به عنوان یک افزودنی به درون ماده غذایی مهاجرت می‌کند، لذا مطالعه بر روی میزان مهاجرت در شرایط مختلف، جهت تعیین مقدار پاداکسنده راه یافته به ماده غذایی امری ضروری است [۱۶]. نوع ماده‌ای که در تماس با پلیمر قرار می‌گیرد در روند مهاجرت اثر گذار است. Wessling و همکاران در سال ۱۹۹۸ بیان کردند که در مدت زمان مشابه میزان مهاجرت پاداکسنده از فیلم پلیمری به اتانول ۹۵ درصد بیشتر از روغن آفتابگردان است [۱۷].

ابتدا ۱ دسی‌متر مربع از فیلم‌های حاوی غلظت‌های مختلف عصاره و همچنین فیلم فاقد عصاره (فیلم شاهد) به‌طور جداگانه در لوله‌های درپوش دار حاوی ۳ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ - به گونه‌ای که اتانول در تماس با فیلم باشد - قرار گرفت. از هر یک از نمونه‌ها ۲ تکرار تهیه شد. سپس تمام لوله‌ها با درپوش، در تاریکی و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. میزان مهاجرت در ساعت اول، سوم و دهم نگهداری اندازه‌گیری شد. از اتانولی که در تماس با فیلم‌های حاوی غلظت‌های مختلف عصاره بود، به عنوان نمونه استفاده شد. از اسیدگالیک به عنوان استاندارد استفاده شد. دستگاه اسپکتروفتومتر (مرئی-ماورا بنفش) CECIL ساخت جمهوری چک برای اندازه‌گیری جذب نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر استفاده شد. با استفاده از منحنی استاندارد مقدار کل ترکیبات فنلی مهاجرت کرده از یک دسی‌متر مربع فیلم به اتانول، بر حسب  $\mu\text{g GA/ml}$  یا (ppm) به دست آمد [۱۳].

#### ۲-۲-۶- تعیین مقدار شاخص پراکسید

جهت انجام این آزمون از استاندارد ملی ایران استفاده شد و عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم از فرمول زیر محاسبه شد [۱۴]:

$$PV = \frac{\text{مقدار میلی‌لیتر مصرفی تیوسولفات سدیم} \times \text{نرمالیت تیوسولفات سدیم}}{\text{وزن نمونه بر حسب گرم}} \times 1000$$

#### ۲-۲-۷- تعیین مقدار اسیدیتته

برای اندازه‌گیری اسیدیتته از استاندارد ملی ایران استفاده شد. در نهایت اسیدیتته بر حسب اسید اولئیک با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد [۱۵]:

$$= \text{اسیدیتته بر حسب اسید اولئیک} = \frac{\text{جرم مولکولی اسید اولئیک (۲۸۸/۲)} \times \text{میلی‌لیتر پتاس مصرفی} \times \text{نرمالیت پتاس}}{\text{وزن نمونه بر حسب گرم}} \times 1000$$

#### ۲-۲-۸- آزمون ارزیابی حسی

جهت ارزیابی ویژگی‌های حسی نظیر طعم، رنگ، بو و پذیرش عمومی

جدول (۱) مقدار عصاره خشک شده روی فیلم بعد از سه روز ( $\text{mg}/\text{dm}^2$ )

غلظت عصاره	نوع فیلم	۰/۱٪	۰/۱۵٪	۰/۲٪
پلی پروپیلن		$3^c \pm 0.03$	$4/4^b \pm 0.07$	$5/0.4^a \pm 0.05$
پلی اتیلن با دانسیته پایین		$3/0.5^c \pm 0.03$	$4/4^b \pm 0.07$	$5/0.6^a \pm 0.05$

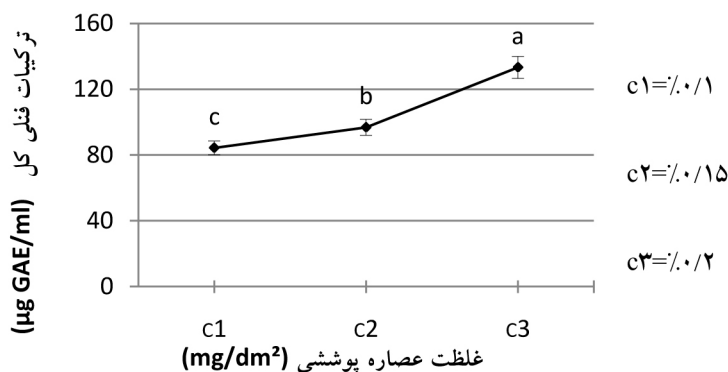
بین میانگین‌هایی که با حروف متفاوت نمایش داده شده‌اند، اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0.05$ ).

معنی‌دار در میزان مهاجرت ترکیبات فنلی از سطح فیلم به اتانول ایجاد شد ( $P < 0.05$ ). از ساعت اول تا سوم نگهداری (در دمای ثابت ۴ درجه سانتی‌گراد مقدار مهاجرت به طور معنی‌دار افزایش داشت. از ساعت سوم به بعد افزایش معنی‌داری در میزان مهاجرت مشاهده نشد (شکل ۲).

در تحقیق انجام شده توسط wessling و همکاران در سال ۱۹۹۸ مهاجرت آلفا-توکوفرول از ساختار پلیمر به اتانول در طی زمان افزایش یافته و در بازه زمانی طولانی‌تری نسبت به تحقیق حاضر اتفاق افتاده است [۱۷]. به دلیل اینکه در این تحقیق عصاره پوششی از طریق جذب سطحی به پلیمر متصل شده است و نیروهای ایجاد شده بین سطح فیلم و مولکول فنلیک از نوع نیروهای لاندن می‌باشد، بنابراین انرژی لازم جهت جدا شدن آنها از سطح پلیمر کم‌تر از زمانی است که ترکیب فنلی در ماتریکس پلیمر جای گرفته باشد در نتیجه سرعت

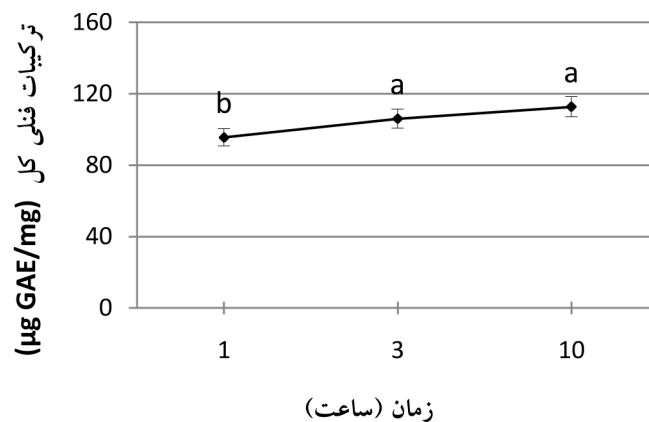
همچنین در میان روغن‌ها و چربی‌ها هرچه میزان وسیکوزیته کمتر و نقطه جامد شدن پائین‌تر باشد، میزان مهاجرت به ماده غذایی افزایش می‌یابد [۱۸]. بنابراین انتظار می‌رود میزان مهاجرت ترکیبات فنلی به نمونه کره کمتر از میزان مهاجرت آنها به اتانول ۹۵٪ (به عنوان ماده مشابه غذای چرب) باشد. با افزایش غلظت عصاره پوششی در سه سطح (۰/۱٪، ۰/۱۵٪، ۰/۲٪) تفاوت معنی‌داری در میزان مهاجرت به اتانول ایجاد شد ( $P < 0.05$ ). با افزایش غلظت عصاره مسلماً مقدار ترکیبات فنلی موجود بر روی سطح فیلم افزایش یافته و میزان ترکیب فنلی راه یافته به اتانول نیز بیشتر می‌شود.

با توجه به شکل (۱) بین افزایش غلظت و میزان مهاجرت ترکیبات فنلی به اتانول ارتباط مستقیمی وجود دارد. Camo و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مورد اثر غلظت بر مهاجرت عصاره پونه از سطح فیلم BOPP به گوشت به نتایج مشابهی دست یافتند [۷]. با گذشت زمان اختلاف



شکل (۱) میزان مهاجرت ترکیبات فنلی کل بر اساس غلظت عصاره پوششی

بین میانگین‌هایی که با حروف متفاوت نمایش داده شده‌اند، اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0.05$ ).



شکل (۲) میزان مهاجرت ترکیبات فنلی کل در طول زمان بدون در نظر گرفتن نوع فیلم و غلظت عصاره بین میانگین‌هایی که با حروف متفاوت نمایش داده شده‌اند، اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0.05$ ).

مهاجرت به طور قابل توجهی بیشتر می‌شود. Contini و همکاران در سال ۲۰۱۲ در مورد مهاجرت عصاره مرکبات از سطح پلیمر به ماده غذایی در طول زمان نتایج مشابهی را ارائه کردند [۹]. به دلیل استخراج عصاره رزماری با اتانول ۷۰٪، این ماده حاوی درصد بیشتری ترکیبات فنلی چربی دوست (محلول در اتانول) و درصد کمتری ترکیبات فنلی آب دوست (محلول در آب) بود. زمانی که دو فیلم LDPE و BOPP حاوی عصاره در تماس با اتانول قرار گرفتند، ترکیبات فنلی چربی دوست موجود بر روی سطح فیلم‌ها به مقدار زیاد

و سرعت بالا در اتانول حل شدند. بنابراین در بازه زمانی انجام آزمون تفاوت معنی‌داری در میزان مهاجرت از دو نوع فیلم به اتانول دیده نشد ( $P > 0.05$ ). بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت مهاجرت عصاره از سطح فیلم‌های LDPE و BOPP به روغن‌ها، چربی‌ها و مواد غذایی چرب تفاوت قابل توجهی ندارد.

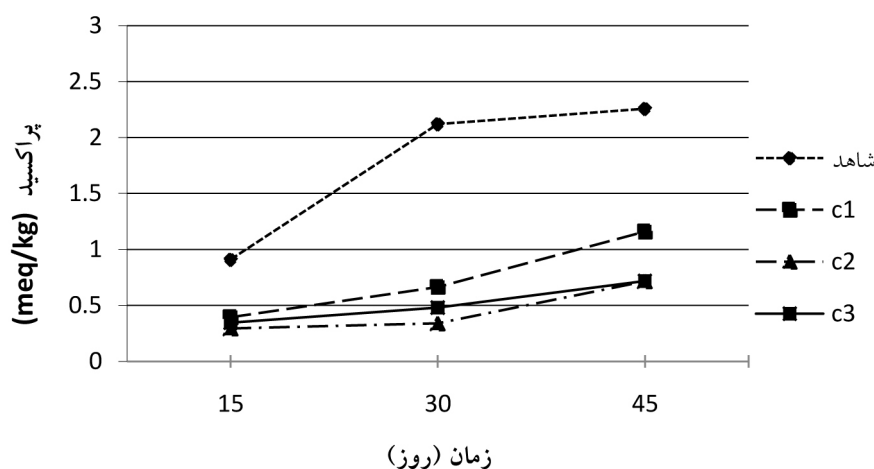
### ۳-۳- تغییرات پراکسید

اثر متقابل تیمار (غلظت عصاره پوششی) و زمان بر میانگین پراکسید

جدول (۲) پراکسید نمونه‌های کره بر اساس زمان و غلظت عصاره

پراکسید (meq/kg)				زمان (روز)
C ۳=۰/۰۲	C ۲=۰/۰۱۵	C ۱=۰/۰۰۱	شاهد	
ND	ND	ND	ND	.
۰/۳۵±۰/۰۷ <sup>f</sup>	۰/۳±۰/۰۰ <sup>f</sup>	۰/۳۵±۰/۰۷ <sup>f</sup>	۱±۰/۱۴ <sup>d</sup>	۱۵
۰/۵۲±۰/۱۸ <sup>f</sup>	۰/۳۹±۰/۰۰ <sup>f</sup>	۰/۸۴±۰/۰۷ <sup>de</sup>	۲/۱۷±۰/۰۰ <sup>b</sup>	۳۰
۰/۸۹۵±۰/۰۰۷ <sup>de</sup>	۰/۷۴±۰/۰۷ <sup>e</sup>	۱/۶۸±۰/۰۰ <sup>c</sup>	۲/۸۳۵±۰/۱۹ <sup>a</sup>	۴۵

بین میانگین‌هایی که با حروف مشابه نمایش داده شده‌اند، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ( $P > 0.05$ ).



شکل (۳) روند تغییرات پراکسید بر اساس زمان و غلظت عصاره

فنی پوشاننده شده بر روی سطح فیلم‌های LDPE و BOPP ابتدا به سطح و پس از آن به ساختار کره مهاجرت می‌کنند. پس از نفوذ به ساختار کره در سطح بین آب و روغن تجمع کرده و رادیکال‌های آزاد و هیدروپراکسیدها را از سطح گویچه‌های چربی جذب می‌کنند. هم‌چنین در فاز آبی تجزیه اسید کارنوزیک به کارنوزول و رزمانول اتفاق می‌افتد و خاصیت پاداکسنده‌گی در طول زمان پایدار می‌ماند [۲۱].

Ayar و همکاران بیان کردند که افزودن عصاره رزماری با غلظت ۲٪ به کره عملکرد پرواکسیدانی داشته و سبب افزایش مقدار پراکسید می‌شود [۲۲]. از این جهت مقدار عصاره افزوده شده به کره باید مورد توجه قرار بگیرد. در این تحقیق افزایش غلظت عصاره پوششی از ۱۵٪ به ۲٪ در دمای یخچال نقشی در کاهش مقدار پراکسید نداشته و چه بسا با گذشت زمان و افزایش مهاجرت اثر پرواکسیدانی از خود نشان بدهد. علاوه بر غلظت عصاره و زمان نگهداری، نوع فیلم نیز اثر معنی‌دار بر مقدار پراکسید نمونه‌های کره داشت ( $P < 0.05$ ) (شکل (۴)).

علت این امر نفوذپذیری بالای فیلم LDPE نسبت به اکسیژن می‌باشد. LDPE به جهت داشتن ساختار غیرخطی و بلورینگی کمتر از فیلم BOPP، نفوذپذیری بیشتری نسبت به گازها و مولکول‌های با وزن مولکولی پایین دارد [۲۳]. به همین دلیل مقدار اکسیژن بیشتری به درون بسته وارد شده و سبب تشدید فرآیند اکسایش در نمونه‌های

بسته بندی شده با LDPE شده است (شکل (۴)).

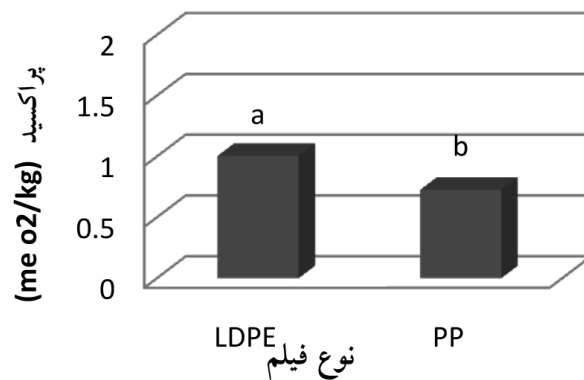
نمونه‌های کره بسته‌بندی شده با فیلم‌های LDPE و BOPP (فاقد عصاره و حاوی عصاره) معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) (جدول (۲)). عدد پراکسید در نمونه شاهد به طور قابل توجهی بالاتر از سایر نمونه‌ها با بسته بندی حاوی عصاره بود.

شکل ۳ تغییرات پراکسید نمونه‌ها را در طول زمان، بر اساس غلظت عصاره و بدون در نظر گرفتن نوع فیلم نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل نشان داده شده است عدد پراکسید در نمونه شاهد در روز ۱۵ نگهداری اختلاف قابل توجهی با مقدار پراکسید سایر نمونه‌ها داشت و بعد از آن با گذشت زمان این اختلاف به سرعت افزایش پیدا کرد. به نظر می‌رسد سایر نمونه‌ها تا روز ۳۰ نگهداری هم‌چنان در مرحله اکسایش کند (دوره القاء) بودند.

مطالعات نشان داده است که عصاره رزماری به واسطه حضور ترکیبات فنلی متعدد هم در چربی‌های همگن و هم در چربی‌های غیر همگن (امولسیون‌ها) مؤثر می‌باشد. این ماده به دلیل دارا بودن ترکیبات قطبی‌تر نظیر اسید کارنوزیک و اسید رزمارینیک در چربی‌های همگن و به دلیل حضور ترکیبات با قطبیت کمتر نظیر کارنوزول در امولسیون‌های روغن در آب و یا آب در روغن مؤثر است [۱۹]. Zęgarska و همکاران در مورد اثر عصاره رزماری با غلظت ۰.۵٪ و ۱٪ در جلوگیری از اکسایش کره در دمای یخچال به نتایج مشابه دست یافتند [۲۰].

در مورد نحوه اثر پوشش پاداکسنده می‌توان گفت ترکیبات





شکل (۴) پراکسید بر اساس نوع فیلم

بین میانگین‌هایی که با حروف متفاوت نمایش داده شده‌اند، اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0/05$ ).

### ۳-۴- تغییرات اسیدیتته

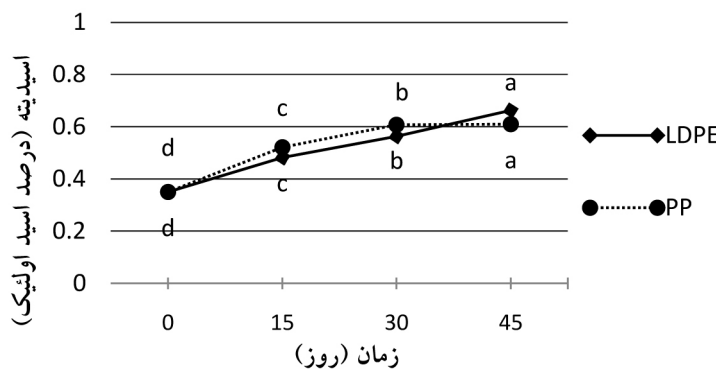
با گذشت زمان مقدار اسیدیتته نمونه‌های کره افزایش پیدا کرد ( $P < 0/01$ ).

نوع فیلم پلیمری اثر معنی‌داری در میزان اسیدیتته نمونه‌های کره نداشت (شکل (۵)). کره یک چربی امولسیون است که حاوی ۱۶٪ آب می‌باشد. رطوبت بالای محصول در طول زمان سبب هیدرولیز چربی توسط آب و تجمع اسیدهای چرب آزاد می‌شود [۲۴]. در تمام مدت آزمون مقدار اسیدیتته در نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم‌های فاقد عصاره بیشتر از سایر نمونه‌ها بود (شکل (۶)). عصاره رزماری می‌تواند در سطح بین آب و چربی تجمع یافته و با احاطه کردن مولکول‌های

آب از دسترسی آنها به چربی جلوگیری کند [۲۲].

### ۳-۵- ویژگی‌های حسی

اثر متقابل تیمار (غلظت عصاره) و زمان بر طعم، رنگ و عطر و بوی نمونه‌های کره معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ ).  
 - طعم: از آنجائیکه فیلم‌های پلیمری نسبت به ترکیبات فرار و گازها نفوذپذیر هستند، انتقال اجزاء مولد طعم از کره به محیط بیرون یا بالعکس می‌تواند اتفاق بیافتد که این امر در تغییر طعم محصول طی نگهداری موثر است [۲۵]. در نمونه‌های بسته‌بندی

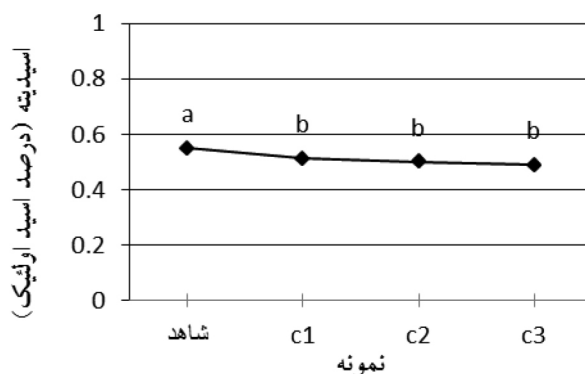


شکل (۵) اسیدیتته بر اساس زمان برای دو فیلم LDPE و PP. نتایج حاصل از دو آنالیز متفاوت است

که در یک گراف نشان داده شده است.

در هر گروه بین میانگین‌هایی که با حروف متفاوت نمایش داده شده‌اند، اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0/05$ ).





شکل (۶) اسیدیته بر اساس غلظت عصاره روی فیلم بدون در نظر گرفتن زمان بین میانگین‌هایی که با حروف متفاوت نمایش داده شده‌اند، اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0.05$ ).

با کمترین غلظت عصاره اختصاص داشت. اما از روز سی‌ام به بعد با افزایش مقدار عصاره عطر و بو بهبود یافت. به این ترتیب در مدت آزمون در بین نمونه‌ها نمونه شاهد پایین‌ترین کیفیت را داشت. عصاره رزماری علاوه بر جلوگیری از تولید مواد نامطبوع حاصل از اکسایش، دارای عطر و بوی مطبوعی است که می‌تواند در غلظت مناسب بوی نامطلوب مواد غذایی را از بین ببرد.

- پذیرش عمومی: اثر تیمار (غلظت عصاره) و زمان بر پذیرش عمومی کره در دمای یخچال معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ). از نظر پذیرش عمومی در طول نگهداری، نمونه کره با پایین‌ترین غلظت عصاره ( $0.01$ ) بالاترین رتبه را داشت. این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها به جهت کاهش اکسایش و عدم تشخیص طعم و بوی رزماری در کره بهترین امتیاز را کسب کرد.

### ۳-۶- ویژگی‌های حسی بر اساس نوع فیلم

علاوه بر غلظت عصاره پوششی و زمان، نوع فیلم بسته‌بندی نیز در تغییر ویژگی‌های حسی نمونه‌های کره تاثیر داشت ( $P < 0.01$ ). در شرایط مشابه (از نظر غلظت عصاره و زمان)، کره بسته‌بندی شده با فیلم LDPE به جهت نفوذپذیری بیشتر این فیلم نسبت به ترکیبات فرار، گازها و بخار آب در تمام ویژگی‌های حسی و همچنین پذیرش عمومی رتبه پایین‌تری را نسبت به کره بسته‌بندی شده با فیلم BOPP داشت (شکل (۷)). با وجود پوشش پاداکسنده روی دو فیلم، این تفاوت هم‌چنان وجود داشت.

شده با فیلم‌های حاوی عصاره با غلظت‌های بالا ( $0.02$  و  $0.15$ ٪) نوعی طعم تلخ گزارش شد. تانن‌ها، دی‌ترین‌ها و تری‌ترین‌های فنلی از عوامل اصلی ایجاد کننده این طعم نامطلوب می‌باشند. در غلظت پایین‌تر، میزان تلخی پایین‌تر از آستانه تشخیص طعم تلخ است [۲۲]. به همین دلیل طعم نمونه‌های حاوی پایین‌ترین غلظت عصاره ( $0.01$ ٪)، مشابه طعم نمونه فاقد عصاره و تا حدودی بهتر از آن بود. در روز پانزدهم نگهداری پایین‌ترین غلظت عصاره بهترین تعادل طعم را ایجاد کرد. عصاره رزماری در غلظت‌های مناسب به عنوان یک طعم دهنده در ایجاد تعادل در طعم و از بین رفتن طعم‌های نامطلوب موثر است [۱۰].

- رنگ: در پایان مدت نگهداری، نمونه‌ها به ترتیب افزایش غلظت عصاره از رنگ بهتری برخوردار بودند. به این ترتیب نمونه شاهد پایین‌ترین امتیاز را داشت. در نمونه‌های کره در دمای یخچال در ابتدا در اثر اکسایش رنگدانه‌ها کاهش رنگ و سپس در سطح کره تغییر رنگ به زرد تیره اتفاق افتاد. طی نگهداری با گذشت زمان تبخیر رطوبت از سطح کره صورت گرفته و در اثر نفوذپذیری فیلم‌ها به بخار آب، آب تبخیر شده از بسته به خارج منتقل می‌شود. با کاهش مقدار آب در سطح، تعادل فازهای روغن و آب در کره بهم خورده و غلظت چربی در سطح بیشتر می‌شود. در نتیجه با تجمع چربی، رنگ سطح کره تیره‌تر دیده می‌شود. در نمونه شاهد عدم نقش حفاظتی پوشش سبب تشدید تغییر رنگ نسبت به سایر نمونه‌ها می‌شود.

- عطر و بو: در روز پانزدهم نگهداری بهترین عطر و بو به کره



شکل (۷) ویژگی‌های حسی و پذیرش عمومی کره بر اساس نوع فیلم بسته بندی حروف لاتین متفاوت در هر گروه نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

اکسایشی کره و جلوگیری از هیدرولیز و همچنین حفظ ویژگی‌های حسی محصول در مدت نگهداری مطلوب‌ترین نتایج را داشت. نتایج نشان داد که فیلم BOPP نسبت به LDPE در حفظ ثبات اکسایشی کره در طی نگهداری موثرتر است. از آنجایی که افزودن پاداکسنده به طور مستقیم به محصولاتی نظیر کره مجاز نمی‌باشد، لذا استفاده از این نوع بسته‌بندی می‌تواند به حفظ کیفیت کره کمک کند.

#### تشکر و قدردانی

از شرکت کره یکتا و سرکار خانم مهندس لشگری به دلیل فراهم‌سازی کره و امکانات لازم برای بسته‌بندی کره سپاس‌گزاری می‌گردد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از بررسی روند مهاجرت به اتانول ۹۵٪ حاکی از آن بود که ترکیبات فنلی بر روی سطح فیلم‌های پلیمری (LDPE و BOPP) بعد از خشک شدن باقی مانده و از سطح فیلم‌ها به اتانول ۹۵٪ مهاجرت کردند. با افزایش زمان و غلظت عصاره، مهاجرت از هر دو نوع فیلم به اتانول افزایش پیدا کرد ( $P < 0.05$ ). با بررسی نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری شاخص پراکسید، اسیدهای چرب آزاد و ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های کره مشخص شد که فیلم‌های پوشاننده شده با عصاره رزماری در جلوگیری از اکسایش و هیدرولیز کره و حفظ ویژگی‌های حسی محصول در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد موثر بودند. پوشش عصاره با غلظت ۰/۱٪ بر روی سطح فیلم‌ها در حفظ ثبات

#### منابع

- id., 101: 450-455.
- [3] Vermeiren L, Devlieghere F, Van Beest M, Kruijff N, Debevere J. 1999. Developments in the active packaging of foods. *Food Science & Technology*, 10: 77-86.
- [4] Wessling C, Nielsen T, Giacini JR. 2001. Antioxi-
- [1] Brody AL, Bugusu B, Han JH, Koelsch Sand C, Mchugh TH. 2008. Innovative Food Packaging Solutions. *J of Food Science*, Vol. 73, No. 8: 107-116
- [2] Frankel EN. 1999. Food antioxidants and phytochemicals: present and future perspectives. *Fett-Lip-*

- [13] EEC/89/109. 1988. Directive of 21 December on the approximation of the laws of the member states relating to materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Corrigendum O.J. no. L347 of 28.11.89, p.37
- [14] Anonymous. 2011. ISIR 4179. Animal and vegetable fats and oils Determination of peroxide value Iodometric (visual) endpoint determination. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.
- [15] Anonymous. 2011. ISIR 4178. Animal and vegetable fats and oils Determination of acid value and acidity. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.
- [16] Galdi MR. 2006. Design and production of active films for food packaging application. Department of Chemical and Food Engineering. University of Milan, Italy Ph.D. Course in Chemical Engineering (VII Cycle-New Series)
- [17] Wessling C, Nielsen T, Leufén A, Jägersta M. 1998. Mobility of  $\alpha$ -tocopherol and BHT in LDPE in contact with fatty food simulants. *Food Additives & Contaminants*: Part A; 15: 709–715.
- [18] Sharma GK, Madhura CV, Arya SS. 1990. Interaction of plastic films with foods. 2- Effect of polyethylene and polypropylene films on the stability of vegetable oils. *J of food science technology*, 27: 328-331
- [19] Decker, EA (Ed). 2002. Antioxidant Mechanisms In: Akoh CC, Min DB. Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology. 2th Edn. New York: Marcel Dekker Inc., pp: 535-555.
- [20] ZÇ egarska Z, Rafaøowski R, Amarowicz R, Karamac M, Shahidi F.1998. Stabilization of butter with deodorized rosemary extract. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 206: 99-102
- [21] Babović N, Ivanović J, Žižović I, Saičić S. 2010. Oxidative stabilization of sunflower oil by antioxidant fractions from selected lamiaceae herbs. *Chem-*
- dant ability of BHT- and  $\alpha$ -tocopherol-impregnated LDPE film in packaging of oatmeal. *J. Sci. Food Agric*. 194-201.
- [5] Granda-Restrepo DM, Soto-Valdez H, Peralta E, Troncoso-Rojas R. 2009. Migration of a-tocopherol from an active multilayer film into whole milk powder. *Food Research International* (42): 1396-1402.
- [6] Graciano-Verdugo AZ, Herlinda SV, Peralta E, Cruz-Zárate P. 2010. Migration of a-tocopherol from LDPE films to corn oil and its effect on the oxidative stability. *Food Research International* (43): 1073-1078.
- [7] Camo J, Lorés A, Djenane D, Beltrán JA, Roncalés P. 2011. Display life of beef packaged with an antioxidant active film as a function of the concentration of oregano extract. *Meat Science*, (88): 174-178
- [8] Pereira de Abreu DA, Paseiro L, Maroto J, Cruz M. 2011. Natural antioxidant active packaging film and its effect on lipid damage in frozen blue shark (*Priopance glauca*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 12: 50–55.
- [9] Contini C, Katsikogianni MG, O’Neill FT, O’Sullivan M, Dowling DP, Monahan , FJ. 2012. PET trays coated with Citrus extract exhibit antioxidant activity with cooked turkey meat. *LWT Journal of Food Science and Technology*. (47): 471-477.
- [10] Shahidi F. 1997. Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects and Applications. AOCS Press, Champaign, Illinois.
- [11] Tavassoli S, Emam Djomeh Z. 2011. Phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of methanol extract of rosemary (*rosmarinus officinalis l.*). *Global Veterinaria* 7 (4): 337-341.
- [12] Corrales M, Han JH, Tauscher B. 2009. Antimicrobial properties of grape seed extracts and their effectiveness after incorporation into pea starch films. *International J of Food Science and Technology*, 44: 425–433.

- in acid value of butter during storage at different temperatures as assessed by standard methods by ft-hr spectroscopy. *American J of food technology* 3(3): 154-163.
- [25] Duncan S E, and Webster J B. 2010. Oxidation and Protection of Milk and Dairy Products In: Decker EA, ELIAS RJ, McClements DJ. Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Number 200.
- ical Industry & Chemical Engineering Quarterly*. 16 (4): 287-293.
- [22] Ayar A, Sert D, Arslan D and Ozcan MM. 2010. The effect of some spice extracts on storage stability of yayik butter. *World Applied Sciences Journal*, 11(9): 1114-1123.
- [23] Piringer OG, Baner A L. 2000. Plastic Packaging Materials for Food. D-69469 Weinheim Federal Republic of Germany: WILEY-VCH Verlag GmbH, 566p.
- [24] Koczon p, gruczynska e, Kowalski b. 2008. Change