

## افزایش پایداری میکروبی و اکسایشی گوشت گاو میش با استفاده از پوشش خوراکی زیست فعال بر پایه موسیلاژ میوه سپستان و اسانس پوست پرتقال دزفولی

محمد نوشاد<sup>۱\*</sup>، بهروز علیزاده بهبهانی<sup>۱</sup>، حسین جوینده<sup>۲</sup>، مصطفی رحمتی جنیدآباد<sup>۳</sup>، میترا قدسی شیخ جان<sup>۴</sup>، محسن ابراهیمی همتی کیخا<sup>۵</sup>

۱- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران  
\* نویسنده مسئول (Noshad@asnrukh.ac.ir)

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

۴- دکتری حرفه‌ای دامپزشکی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

۵- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

### چکیده

در این پژوهش، اسانس پوست پرتقال دزفولی با کمک روش تقطیر با آب استحصال گردید و نتایج کروماتوگرافی گاز-طیف‌سنج جرمی نشان داد که اسانس به‌طور کلی از لیمون (۸۶/۸۷ درصد) تشکیل شده است. محتوای فنول و فلاونوئید اسانس به ترتیب برابر با ۱۲۵/۴۱ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم و ۳۲/۵۰ میلی‌گرم کوئرستین در گرم اسانس بود و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن بر پایه مهار رادیکال آزاد ۱و۱-دیفنیل-۲-پیکریل-هیدرازیل و ۲و۲-آزینوبیس (۳-اتیل بنزوتیازولین ۶-سلفونیک اسید) به ترتیب ۳۹/۷۵ و ۵۲/۴۳ درصد به دست آمد. حضور لیمون در اسانس توسط آزمون طیف‌سنجی فرسوخ تبدیل فوریه تأیید گردید. در ادامه، اسانس پرتقال به همراه موسیلاژ میوه سپستان جهت تولید پوشش خوراکی و بهبود پایداری میکروبی و اکسایشی گوشت گاو میش طی دوره نگهداری (۱۰ روز، ۴ درجه سانتی‌گراد) به کار گرفته شد. نتایج نشان داد که رشد باکتری‌های زنده، سایکروتروف، اشریشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس و قارچ در نمونه‌های پوشش‌یافته با موسیلاژ میوه سپستان+اسانس پوست پرتقال دزفولی به‌طور معنی‌داری طی نگهداری کنترل گردید. در مقایسه با نمونه کنترل، پوشش خوراکی موسیلاژ میوه سپستان و اسانس پوست پرتقال دزفولی (به‌ویژه در حضور غلظت‌های بالای اسانس) به‌طور مؤثری از گسترش اکسیداسیون، آفت رطوبت و سفتی نمونه‌های گوشت جلوگیری نمود. براساس نتایج ارزیابی حسی، پوشش خوراکی موسیلاژ میوه سپستان و اسانس پوست پرتقال دزفولی سبب افزایش عمر نگهداری گوشت گاو میش گردید؛ به‌طوری‌که نمونه‌های گوشت در انتهای دوره نگهداری (۱۰ روز) از نظر مصرف‌کننده قابل‌پذیرش بودند، اما نمونه کنترل (بدون پوشش) بعد از ۷ روز غیرقابل مصرف بود. بنابراین، پوشش خوراکی بر پایه موسیلاژ میوه سپستان و اسانس پوست پرتقال دزفولی می‌تواند به‌عنوان نگهدارنده طبیعی جهت افزایش عمر نگهداری گوشت گاو میش و سایر محصولات گوشتی مورد استفاده قرار گیرد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۵/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۷

تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۰/۰۶/۲۴

### واژه‌های کلیدی

پایداری اکسایشی

پایداری میکروبی

پوشش خوراکی

عمر نگهداری

گوشت گاو میش

مقدمه  
ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی سنتزی زیادی جهت حفظ

در صنعت گوشت و فراورده‌های گوشتی ترکیبات

چربی‌ها و افزایش ماندگاری این محصولات استفاده

می‌شود که در کنار قیمت بالا دارای خاصیت سرطان‌زایی بوده و از سوی مصرف‌کنندگان مورد توجه قرار نمی‌گیرند (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). روش‌های مختلفی مانند استفاده از آنزیم‌های حیوانی، باکتریوسین‌های حاصل از میکروارگانیسم‌ها، پلیمرهای طبیعی، اسیدهای آلی، پوشش‌های خوراکی و ترکیبات طبیعی جهت جایگزینی افزودنی‌های سنتزی استفاده می‌شوند. یکی از ترکیبات طبیعی که به‌طور گسترده استفاده می‌شود، اسانس‌های گیاهی می‌باشند که به‌عنوان موادی ایمن، حاوی ترکیبات فعال و دارای فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی شناخته شده‌اند (Vital et al., 2018).

پرتقال<sup>۱</sup> از خانواده مرکبات با درختانی به ارتفاع ۷-۱۵ متر می‌باشد که در مناطق مختلف جهان به‌ویژه مناطق استوایی و نیمه‌استوایی یافت می‌شود (نوشاد و همکاران، ۱۴۰۰). اسانس پوست پرتقال از مهم‌ترین و متداول‌ترین اسانس‌های تولیدی در جهان بوده که عطر مطبوع این ترکیب طبیعی، استفاده از آن را در صنایع مختلف مانند دارویی، غذایی، لوازم آرایشی و بهداشتی و قنادی آسان کرده است. وجود ترکیبات زیست‌فعال مهمی از جمله لیمونن<sup>۲</sup> آن را جایگزین مناسبی برای نگهدارنده‌های مصنوعی کرده است (دهقان، اسماعیل‌زاده‌کناری و رفتنی‌امیری، ۱۳۹۸). Banerjee, Vishakha, Das, Ganguli and Mondal (2020)، اثر پوشش خوراکی بر پایه سدیم آلزینات حاوی نانوامولسیون اسانس پرتقال بر عمر انبارمانی گوجه‌فرنگی را بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد، استفاده از پوشش خوراکی حاوی نانوامولسیون اسانس پرتقال سبب کاهش رشد باکتری‌های مزوفیل و افزایش قابلیت پذیرش نمونه‌ها شد.

عطروطعم شدید اسانس‌های گیاهی، ناپایداری و ویژگی آب‌گریزی آنها مانع از استفاده مستقیم در محصولات غذایی می‌شود. بنابراین، این مواد می‌توانند به ماتریکس دیگری مانند پوشش‌های خوراکی که به‌عنوان بسته‌بندی‌های ثانویه استفاده می‌شوند، اضافه گردند (Vital et al., 2018)؛ نوشاد، علیزاده‌بهبهانی و دهقانی، ۱۳۹۹). پوشش‌های خوراکی لایه‌های نازکی از مواد خوراکی جهت پوشش محصولات غذایی می‌باشند و نقش مهمی را در نگهداری آنها ایفا می‌کنند (Oriani, Molina, 2014).

پوشش‌های خوراکی به‌منظور بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری محصولات از آسیب‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌شود (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، چربی و ترکیبی از این مواد؛ از مواد تشکیل‌دهنده پوشش‌ها می‌باشند. از جمله کربوهیدرات‌هایی که در ساخت پوشش‌ها استفاده می‌شوند، می‌توان به صمغ‌های گیاهی اشاره کرد (علیزاده‌بهبهانی و شهیدی، ۱۳۹۹).

گیاه دارویی سپستان<sup>۳</sup> (چسبانک) که رایج‌ترین گونه جنس سپستان است و متعلق به خانواده گاوزبانیان می‌باشد. در گذشته این جنس را ضدباکتری، ضدویروس و ضدسرفه معرفی کرده‌اند و بخش‌های مختلف گیاه مثل برگ، پوست و میوه آن نیز دارای خواص درمانی می‌باشد. پژوهش‌های مختلفی در رابطه با خواص ضد میکروبی این گیاه صورت گرفته است (پیرنیا، عدالتیان‌دوم، طباطبایی‌یزدی و شهیدی، ۱۳۹۵؛ ۱۳۹۴). به‌طور مثال گزارش شده است که موسیلاژ میوه سپستان دارای فعالیت ضد میکروبی بالقوه‌ای می‌باشد (ابراهیمی‌همتی‌کیخا، جوینده، علیزاده‌بهبهانی و نوشاد، ۱۳۹۹).

هدف از این پژوهش، استخراج اسانس پوست پرتقال دزفولی و بارگذاری آن در موسیلاژ میوه سپستان به‌منظور تولید پوشش خوراکی زیست‌فعال و افزایش پایداری اکسایشی و میکروبی گوشت گاو می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### استخراج اسانس پوست پرتقال (CSEO<sup>۴</sup>)

اسانس پوست پرتقال مطابق با روش نوشاد و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از روش تقطیر با آب استخراج شد و جهت انجام آزمایش‌های مختلف در ظروف تیره‌رنگ، دور از نور و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد داخل یخچال نگهداری شد.

### استخراج موسیلاژ میوه سپستان (CMFM<sup>۵</sup>)

استخراج موسیلاژ سپستان با استفاده از آب‌مقطر با نسبت ۶:۱ (دانه:آب) در دمای ۵۸ درجه سانتی‌گراد و pH، ۴ انجام شد. برای تثبیت pH از محلول هیدروکسید سدیم یا

<sup>3</sup> *Cordia myxa* L.

<sup>4</sup> *Citrus sinensis* essential oil

<sup>5</sup> *Cordia myxa* fruit mucilage

<sup>1</sup> *Citrus sinensis*

<sup>2</sup> Limonene

کوئرستین در هر گرم اسانس پرتقال گزارش گردید (Barzegar, Alizadeh Behbahani, & Mehrnia, 2020).

#### تعیین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس

از دو روش مهار رادیکال ۱-دیفنیل-۲-پیکریل-هیدرازیل (DPPH) و ۲-آزینوبیس (۳-اتیل بنزوتیازولین ۶-سلفونیک اسید) (ABTS) جهت اندازه گیری میزان فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس پوست پرتقال استفاده شد.

#### اندازه گیری مهار رادیکال DPPH

به منظور اندازه گیری مهار رادیکال DPPH ۰/۱ میلی لیتر نمونه به لوله های آزمایشگاهی حاوی ۳/۹ میلی لیتر محلول اتانولی DPPH (۰/۱۲ میلی مولار) اضافه گردید. سپس مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در محلی تاریک نگهداری و جذب آن در ۵۱۷ نانومتر اندازه گیری گردید (رابطه ۱)، (Alizadeh Behbahani, Noshad, & Falah, 2019).

رابطه (۱)

$$DPPH = \text{فعالیت مهارکنندگی رادیکال DPPH} \\ = 100 \times (1 - Abs_{\text{sample}} / Abs_{\text{control}})$$

#### اندازه گیری مهار رادیکال ABTS

ابتدا یک محلول ۷ میلی مولار ABTS با آب تهیه و به نسبت ۱:۱ با محلول ۲/۴۵ میلی مولار پرسولفات سدیم مخلوط شد. محلول حاصل به مدت ۱۶ ساعت در دمای محیط و در تاریکی نگهداری شد و در نتیجه رادیکال های کاتیونی ABTS تشکیل گردید. محلول کاتیونی ABTS تا جذب در طول موج ۷۳۴ نانومتر با متانول رقیق شد. در مرحله بعد ۳/۹ میلی لیتر از محلول رقیق شده ABTS با ۰/۱ میلی لیتر اسانس مخلوط و پس از گذشت ۶ دقیقه جذب آن در ۷۳۴ نانومتر ثبت گردید (تناور و همکاران، ۱۳۹۹).

#### طیف سنجی فروسرخ تبدیل فوریه

پس از مخلوط کردن اسانس با پتاسیم بروماید، فشرده سازی مخلوط جهت به دست آوردن قرص مناسب انجام شد. سپس طیف سنجی فروسرخ تبدیل فوریه توسط دستگاه FTIR (Thermo Nicolet, Avatar370, مدل ساخت آمریکا) در محدوده عدد موجی ۴۰۰۰-۵۰۰ بر سانتی متر ثبت شد (Alizadeh Behbahani et al., 2019).

اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال استفاده شد. موسیلاژ استخراج شده پس از حذف ناخالصی ها توسط کاغذ صافی (شماره ۴۰) به مدت ۷۲ ساعت در آون (مدل Heraeus, ساخت آلمان) با دمای ۴۵ درجه سانتی گراد خشک شد (ابراهیمی همتی کیخا و همکاران، ۱۳۹۹).

#### شناسایی ترکیبات اسانس استخراج شده

از دستگاه گاز کروماتوگرافی متصل به طیف نگار جرمی (GC-MS) (مدل Uset-Finnigan, TRACE MS, Thermo Q, ساخت آلمان) حاوی ستون DB-5 به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر متصل به طیف سنج جرمی (مدل Quadrupole, ساخت ژاپن) استفاده شد. دمای ستون از ۴۰ درجه سانتی گراد تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد با سرعت ۲/۵ درجه سانتی گراد در دقیقه افزایش یافت و از گاز هلیوم و انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون استفاده شد. با استفاده از طیف نرمال آلکان ها و شاخص بازداری آنها (شاخص کواتس) و رجوع به فرهنگ ترکیبات طبیعی، نوع ترکیبات اسانس شناسایی شد (تناور، برزگر، عزیزاده بهبهانی و مهرنیا، ۱۳۹۹).

#### اندازه گیری فنول کل

فنول کل با استفاده از روش فولین-سیوکالچو اندازه گیری شد. بدین ترتیب که ۰/۵ میلی لیتر از اسانس، ۱ میلی لیتر معرف فولین-سیوکالچو (۱ نرمال) و ۱ میلی لیتر سدیم کربنات (۲۰ درصد حجمی/وزنی) با یکدیگر مخلوط شدند. پس از گذشت ۲ ساعت در دمای اتاق جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه گیری گردید. نتایج برحسب میلی گرم گالیک اسید موجود در هر گرم اسانس بیان شد (Zaidi & Dahiya, 2015).

#### اندازه گیری فلاونوئید کل

جهت اندازه گیری فلاونوئید کل ۰/۱ میلی لیتر از اسانس به ۰/۳ میلی لیتر سدیم نیتريت (۵ درصد) اضافه و به مدت ۵ دقیقه مخلوط شد. سپس ۰/۳ میلی لیتر آلومینیوم کلراید (۱۰ درصد حجمی/وزنی) اضافه و به مدت ۶ دقیقه مخلوط گردید. پس از افزودن ۲ میلی لیتر سدیم هیدروکسید (۱ مولار) جذب نمونه در ۵۱۰ نانومتر اندازه گیری و مقدار فلاونوئید کل برحسب میلی گرم

<sup>1</sup> 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl

<sup>2</sup> 2,2-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)

## تهیه پوشش خوراکی و پوشش دهی گوشت

۲ گرم از موسیلاژ خشک شده در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۲ ساعت با ۴۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد همزده شد. از توئین ۸۰ (۰/۱ درصد وزنی/حجمی) به عنوان پلاستیسایزر استفاده شد. سپس اسانس پوست پرتقال به آنها اضافه (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) و به مدت ۲ دقیقه مخلوط گردید (طباطبائی یزدی، علیزاده بهبهانی، وسیعی، روشنگر و مرتضوی، ۱۳۹۶). در مرحله بعد گوشت تازه به برش های مساوی تقسیم و به مدت ۱ دقیقه در هریک از پوشش های تهیه شده غوطه ور گردید. پس از خروج برش های گوشت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه خشک گردید. نمونه های گوشت کنترل (بدون پوشش) و پوشش دهی شده جهت انجام آزمون های بعدی به مدت ۱۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد داخل یخچال نگهداری شدند (Kiarsi, Hojjati, Behbahani, & Noshad, 2020). نمونه های گوشت به صورت زیر کدگذاری گردیدند:

نمونه کنترل (control)، نمونه پوشش داده شده با موسیلاژ (CMFM+0% CSEO)، نمونه پوشش داده شده با موسیلاژ حاوی ۰/۵ درصد اسانس (CMFM+0.5% CSEO)، ۱ درصد اسانس (CMFM+1% CSEO)، ۱/۵ درصد اسانس (CMFM+1.5% CSEO) و ۲ درصد اسانس (CMFM+2% CSEO).

## بررسی کیفیت گوشت پوشش دهی شده

## آنالیز میکروبی

نمونه گوشت (۵ گرم) به آب پیتونه ۰/۱ درصد (۴۵ گرم) اضافه و با ۲۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱ دقیقه به طور کامل مخلوط شدند. سپس در لوله های حاوی آب پیتونه ۰/۱ درصد رقت های متوالی ( $10^{-1}$  تا  $10^{-6}$ ) از آن تهیه و به پلیت های حاوی محیط کشت های مختلف منتقل شد. آزمون های میکروبی انجام شده شامل شمارش کل باکتری ها (۴۸ ساعت در ۳۷ درجه سانتی گراد)، شمارش باکتری های سرمادوست (۱۰ روز در ۷ درجه سانتی گراد)، *اشریشیا کلی*<sup>۱</sup> (۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی گراد) *استافیلوکوکوس اورئوس*<sup>۲</sup> (۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی گراد) و کپک و مخمر (۷۲ ساعت در ۲۷ درجه سانتی گراد) بود (Noshad, et al., 2021).

## اندازه گیری pH

۲ گرم از نمونه های گوشت با ۸ میلی لیتر آب مقطر دیونیزه به مدت ۱ دقیقه همزده شد و به طور کامل هموزن گردید. pH مخلوط به دست آمده توسط pH متر (Metrohm، مدل ۸۲۶، ساخت سوئیس) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد (پاسبانی و امیری، ۱۳۹۶).

## اندازه گیری محتوای رطوبت

با خشک کردن نمونه ها در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳ ساعت محتوای رطوبت نمونه ها اندازه گیری شد (نوشاد، حجتی و علیزاده، ۱۳۹۹).

## اندازه گیری عدد پراکسید

به منظور اندازه گیری عدد پراکسید نمونه های گوشت، ابتدا فاز لیپیدی با استفاده از ۲۵ میلی لیتر محلول اسید استیک-کلروفرم استخراج گردید. سپس ۰/۵ میلی لیتر یدید پتاسیم اشباع، ۳۰ میلی لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی لیتر محلول نشاسته ۱ درصد به آن اضافه شد. ید آزاد شده توسط تیوسولفات ۰/۰۱ نرمال تیترو گردید (Alizadeh Behbahani & Fooladi, 2018).

## تغییرات بافت

سفتی نمونه ها با استفاده از دستگاه بافت سنج (مدل TA، XT2i، ساخت انگلستان) اندازه گیری شد. از پروب با قطر ۳۶ میلی متر (۳۶ p/۳۶) استفاده گردید و نیروی فشرده سازی با وزنی معادل ۱۰ کیلوگرم تا ارتفاع ۵۰ درصد ارتفاع اولیه با سرعت ثابت ۵ میلی متر بر ثانیه بر نمونه ها (ابعاد برش ها ۲×۲×۲ سانتی متری) اعمال شد (Heydari, Jooyandeh, Alizadeh Behbahani, & Noshad, 2020).

## آنالیز حسی

ارزیابی حسی گوشت پوشش داده شده توسط ۱۵ نفر ارزیاب (۸ نفر خانم و ۷ نفر آقا) انجام گرفت. بدین منظور عطر، رنگ، ظاهر، بافت و پذیرش کلی نمونه های کدگذاری شده (۱ کمترین امتیاز و ۹ بیشترین امتیاز) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های با بیش از ۴ امتیاز به عنوان نمونه های قابل قبول در نظر گرفته شدند (Alizadeh Behbahani, Tabatabaei Yazdi, Shahidi, Mortazavi, & Mohebbi, 2017).

<sup>1</sup> E.coli<sup>2</sup> Staphylococcus aureus

## تغییرات رنگ

جهت ارزیابی رنگ گوشت از دستگاه رنگ‌سنج (مدل Konica Minolta، CR-400، ساخت ژاپن) استفاده گردید. نتایج ( $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ) به‌عنوان میانگین اعداد اندازه‌گیری شده در سطح گوشت بیان شد (Guerrero *et al.*, 2020).

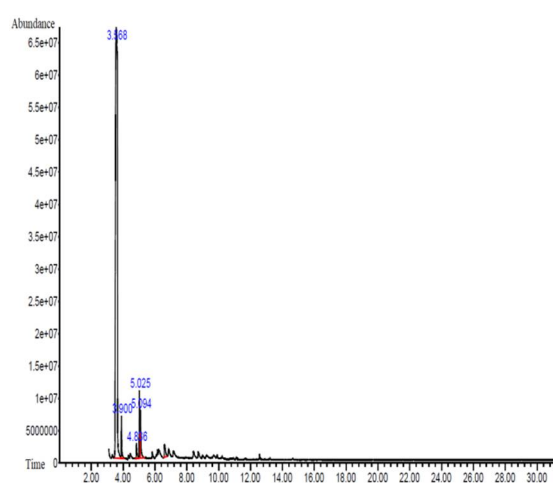
## آنالیز آماری

تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام شدند. از آنالیز واریانس یک‌طرفه با کمک نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) جهت آنالیز نتایج استفاده شد و اختلاف بین میانگین نتایج با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن ( $P < 0.05$ ) تعیین گردید.

## نتایج و بحث

### تجزیه شیمیایی اسانس

نتایج GC-MS نشان داد که لیمونن ( $86/87$  درصد) اصلی‌ترین ترکیب شیمیایی شناسایی شده در اسانس پوست پرتقال دزفولی می‌باشد. سایر ترکیبات شناسایی شده شامل لیمونن اکسید<sup>۱</sup>،  $\gamma$ -ترپینن<sup>۲</sup> و ترانس-پی-منتا-۲،۸-دی‌انول<sup>۳</sup> بودند که به ترتیب  $7/20$ ،  $2/14$  و  $1/21$  درصد اجزای ترکیبات شیمیایی اسانس را تشکیل دادند. کروماتوگرام اسانس در شکل (۱) نشان داده شده است. هم‌راستا با یافته‌های این پژوهش، میزان  $97-84/20$  درصد لیمونن در اسانس پرتقال گزارش شده است (Rossi & Palacios, 2013; Sharma & Tripathi, 2006, 2008; Youcef-Ettoumi, Zouambia, & Moulai-Mostefa, 2021).



شکل ۱- کروماتوگرام اسانس پوست پرتقال دزفولی

محتوای فنول و فلاونوئید کل اسانس پوست پرتقال دزفولی برابر با  $125/41 \pm 0/48$  میلی‌گرم گالیک اسید در گرم اسانس و  $125/41 \pm 0/48$  میلی‌گرم کوئرستین در گرم اسانس بود. فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد DPPH و ABTS اسانس به ترتیب  $39/75 \pm 0/31$  و  $52/43 \pm 0/38$  درصد به دست آمد. در مطالعه‌های مختلف میزان فنول کل  $0/16$  میلی‌گرم گالیک اسید در گرم اسانس و فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH برابر با  $67/97$  میلی‌گرم در میلی‌لیتر (دهقان و همکاران، ۱۳۹۸)، فنول کل  $148/5$  میلی‌گرم گالیک اسید در گرم اسانس و فلاونوئید کل  $25/70$  میلی‌گرم کوئرستین در گرم اسانس (Asjad *et al.*, 2013) و فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد DPPH و ABTS به ترتیب برابر با  $33-87$  و  $42-89$  درصد اسانس پوست پرتقال (Singh, Singh, Kaur, & Yadav, 2021) گزارش شده است. دو ترکیب فنولی آپیجنین<sup>۴</sup> و هسپریدین<sup>۵</sup>، که به ترتیب عامل طعم تلخ پرتقال (و به‌عنوان آنتی‌اکسیدان و عامل دفاعی در گیاه) و رنگ زرد اسانس می‌باشند، در اسانس پوست پرتقال شناسایی شده‌اند (Perini, Silvestre, Agostini, Toss, & Pauletti, 2017). علاوه بر این، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالای اسانس پرتقال به حضور لیمونن،  $\gamma$ -ترپینن و سایر ترکیبات تشکیل‌دهنده آن نسبت داده شده است (Youcef-Ettoumi *et al.*, 2021). با این حال، اختلاف در میزان ترکیبات شیمیایی، فنول کل، فلاونوئید کل و فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد اسانس پوست پرتقال در این مطالعه با سایر مطالعه‌ها به شرایط مختلف آب‌وهوایی، نوع خاک، ارتفاع محیط، میزان آب، روش استخراج و حلال مورد استفاده و روش‌های مختلف اندازه‌گیری و بیان نتایج وابسته می‌باشد (Barzegar *et al.*, 2020).

طیف FTIR اسانس پوست پرتقال (شکل ۲) نشان داد که ارتعاش‌های کششی پیوند C=C و گروه CH و ارتعاش‌های دگرشکلی گروه CH به ترتیب در محدوده عدد موجی  $1650-1500$ ،  $3100-2800$  و  $1000-650$  (بر سانتی‌متر) ظاهر شده‌اند (Galvão *et al.*, 2015). علاوه بر این، پیک‌های جذبی شاخص در اعداد موجی  $1644$ ،  $1455$ ،  $1377$  و  $888$  (بر سانتی‌متر) به ترتیب مربوط به ارتعاش‌های کششی پیوند دوگانه C=C، CH<sub>2</sub> و CH<sub>3</sub> و

<sup>4</sup> Apigenin

<sup>5</sup> Hesperidin

<sup>1</sup> Limonene oxide

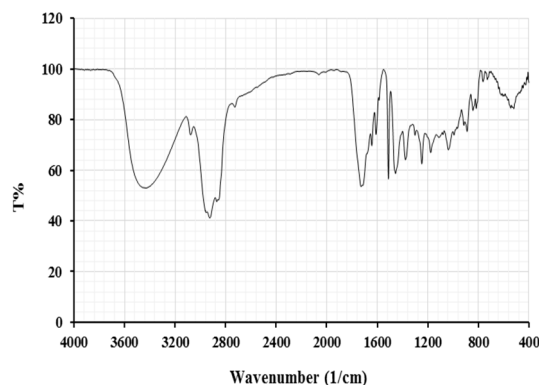
<sup>2</sup>  $\gamma$ -Terpinene

<sup>3</sup> Trans-p-mentha-2,8-dienol

در این راستا، در انتهای دوره نگهداری، میزان TVC نمونه‌های گوشت پوشش داده شده با CMFM+1.5%CSEO و CMFM+2%CSEO کمتر از حد مجاز بود که بیانگر اثر مثبت پوشش خوراکی غنی شده با اسانس پرتقال در بهبود عمر انبارمانی گوشت تحت شرایط سرد می‌باشد. یافته‌های این مطالعه هم‌راستا با نتایج Alizadeh Behbahani و Fooladi (۲۰۱۸) می‌باشد. این محققین بیان نمودند که پوشش خوراکی بر پایه موسیلاژ دانه بالنگو و اسانس گل مینا سبب افزایش معنی‌دار عمر نگهداری گوشت گاو طی نگهداری در دمای یخچال می‌گردد.

باکتری‌های سایکروتروف گرم منفی (PTC<sup>۲</sup>) به عنوان اصلی‌ترین گروه میکروارگانیسم‌های عامل فساد بی‌هوازی گوشت نگهداری شده تحت شرایط سرد گزارش شده‌اند (Nowzari, Shábanpour, & Ojagh, 2013). مقدار اولیه PTC در نمونه کنترل و نمونه‌های پوشش یافته با موسیلاژ و موسیلاژ حاوی ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد اسانس پرتقال به ترتیب برابر با ۲/۲۵، ۲، ۲، ۱/۹۰، ۱/۴۰ و ۱/۴۰ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم بود (شکل ۳-ب). افزایش زمان نگهداری سبب افزایش معنی‌دار PTC در نمونه‌ها شد و این اثر در نمونه کنترل بیشتر مشهود بود؛ به طوری که این نمونه متحمل افزایش ۵/۷ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم در تعداد PTC در انتهای دوره نگهداری ۱۰ روزه گردید، در حالی که افزایش PTC در نمونه‌های پوشش یافته از ۴/۶۵ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم در نمونه پوشش داده شده با موسیلاژ (CMFM+0%CSEO) تا ۳/۵ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم در نمونه پوشش یافته با موسیلاژ حاوی ۲ درصد اسانس پرتقال (CMFM+2%CSEO) متغیر بود. به نظر می‌رسد که ویژگی ضد میکروبی اسانس و مانعت فیزیکی پوشش در برابر نفوذ اکسیژن از عوامل اصلی و مؤثر در جلوگیری از افزایش PTC نمونه‌های گوشت طی زمان نگهداری می‌باشند (Noshad et al., 2021).

CH ترکیب اصلی اسانس پوست پرتقال (لیمونن) می‌باشند (Akolade et al., 2020). نتایج آزمون حاضر بیانگر غنی بودن اسانس پوست پرتقال از لیمونن می‌باشد.



شکل ۲- طیف FTIR اسانس پوست پرتقال دزفولی

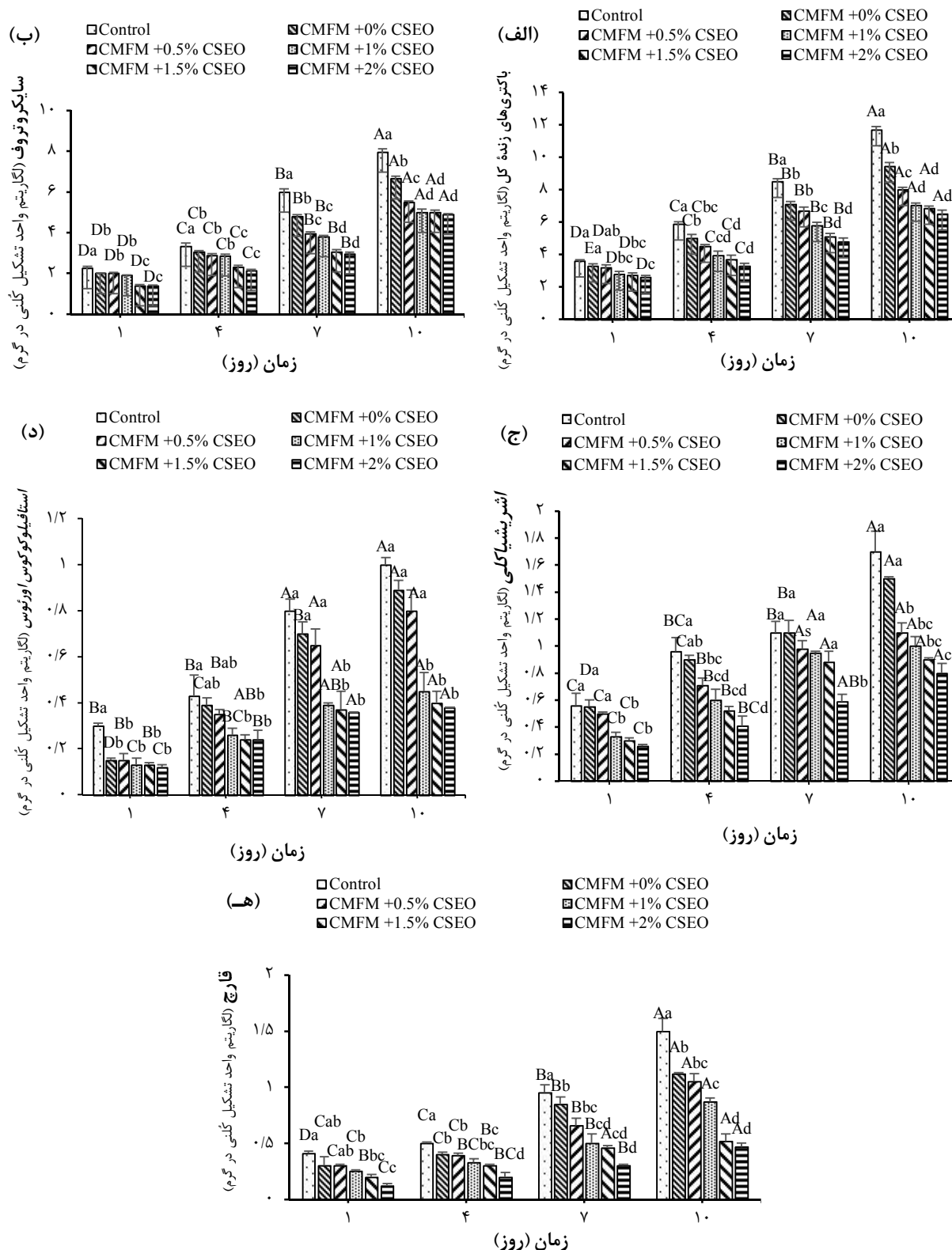
### تغییرات میکروبی گوشت گاو میش

روند تغییرات مقدار باکتری‌های زنده کل (TVC<sup>۱</sup>) گوشت طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در شکل (۳-الف) ارائه شده است. مقدار اولیه TVC در نمونه کنترل برابر با ۳/۶ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم بود و در نمونه‌های CSEO، CMFM+0.5%CSEO، CMFM+1%CSEO، CMFM+1.5%CSEO و CMFM+2%CSEO به ترتیب ۳/۲۸، ۳/۲، ۲/۸۰، ۲/۷۳ و ۲/۵۹ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم مشاهده شد. الگوی رشد TVC رفتار افزایشی طی زمان نگهداری نشان داد؛ با این حال، نرخ افزایش TVC در نمونه‌های پوشش یافته با CMFM-CSEO کمتر از نمونه کنترل بود. به طوری که میزان افزایش TVC در نمونه‌های کنترل، CMFM+0%CSEO، CMFM+0.5%CSEO، CMFM+1%CSEO، CMFM+1.5%CSEO و CMFM+2%CSEO به ترتیب برابر با ۸/۱، ۶/۱۷، ۴/۸، ۴/۲۵، ۴/۱۲ و ۳/۹۱ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم بود. در حقیقت میزان TVC در نمونه کنترل و پوشش یافته با موسیلاژ بدون اسانس پرتقال (CMFM+0%CSEO) بعد از ۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بالاتر از حد استاندارد TVC (۷ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم) در گوشت تازه بود، در حالی که افزایش غلظت اسانس در پوشش خوراکی سبب افزایش عمر نگهداری گوشت گردید.

<sup>2</sup> Gram-negative psychrotrophic microorganisms

<sup>1</sup> Total live bacteria





شکل ۳- تغییر در تعداد (الف) باکتری‌های زنده کل، (ب) سایکروتروف، (ج) اشریشیا کلی، (د) استافیلوکوکوس اورئوس و (ه) قارچ در نمونه‌های گوشت گاو میش طی دوره نگهداری (۱۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) حروف کوچک مشترک نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها در زمان نگهداری یکسان ( $P < 0.05$ ) و حروف بزرگ یکسان نشان‌دهنده عدم معنی‌داری اثر زمان ماندگاری بر هر یک از تیمارهاست ( $P < 0.05$ ).

می‌دهد. میزان pH اولیه نمونه‌های گوشت از ۵/۵۰ تا ۵/۶۰ متغیر بود که در راستای نتایج پژوهش‌های پیشین بود (Barzegar et al., 2020; Kiarsi et al., 2020). تمام نمونه‌ها دستخوش افزایش pH طی نگهداری شدند، اما این افزایش در نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با CMFM+1.5%CSEO و CMFM+2%CSEO معنی‌دار نبود. افزایش pH نمونه‌های گوشت طی نگهداری ممکن است ناشی از تولید ترکیبات قلیایی مانند آمونیاک و تری‌متیل‌آمین<sup>۳</sup> توسط آنزیم‌های ذاتی و یا میکروبی باشد (Chaijan, Benjakul, & Visessanguan, 2005). طی دوره نگهداری، مقادیر pH نمونه‌های گوشت پوشش‌داده‌شده کمتر از نمونه کنترل بود و این حالت در نمونه‌های پوشش‌یافته با CMFM+1.5%CSEO و CMFM+2%CSEO بیشتر مشهود بود ( $P < 0.05$ ). کمترین میزان pH در انتهای دوره نگهداری در نمونه پوشش‌داده‌شده با CMFM+2%CSEO مشاهده شد. مقادیر پایین pH در نمونه‌های گوشت پوشش‌یافته با موسیلاژ سیستان حاوی غلظت‌های مختلف اسانس پوست پرتقال ممکن است به اثر ضد میکروبی اسانس نسبت داده شود که از تشکیل ترکیبات قلیایی و افزایش فعالیت پروتئازهای ذاتی گوشت جلوگیری کرده است (Valipour Kootanaie, Ariaii, Khademi Shurmasti, & Nemati, 2017).

اثر پوشش خوراکی بر محتوای رطوبت نمونه‌های گوشت در شکل (۴-ب) قابل مشاهده می‌باشد. نوع پوشش و زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری بر محتوای رطوبت نمونه‌ها نشان دادند ( $P < 0.05$ ). به استثنای نمونه‌های گوشت پوشش‌یافته با CMFM+1.5%CSEO و CMFM+2%CSEO، سایر نمونه‌ها متحمل افت معنی‌دار رطوبت طی نگهداری شدند و بیشترین کاهش در نمونه کنترل مشاهده شد. افزایش غلظت اسانس پوست پرتقال در پوشش خوراکی از افت رطوبت نمونه‌ها جلوگیری کرد؛ به طوری که در انتهای دوره نگهداری، میزان افت رطوبت نمونه‌های پوشش‌یافته از ۸/۶۲ درصد در نمونه CMFM+0%CSEO تا ۱/۳۶ درصد در نمونه CMFM+2%CSEO متغیر بود. در این راستا، میزان کاهش رطوبت در نمونه کنترل معادل ۱۳/۲۲ درصد بود. قابلیت پوشش خوراکی حاوی اسانس پوست پرتقال در جلوگیری از افت رطوبت نمونه‌های گوشت طی نگهداری ممکن است ناشی از نفوذپذیری پایین پوشش نسبت به جابجایی رطوبت باشد (Heydari et al., 2020).

بررسی تعداد باکتری‌های اشریشیاکلی (شکل ۳-ج) و استافیلوکوکوس اورئوس (شکل ۳-د) گوشت گاومیش طی نگهداری نشان داد که تعداد این باکتری‌ها در روز اول نگهداری به ترتیب در محدوده ۰/۵۶-۰/۲۶ و ۰/۱۲-۰/۳۰ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم بود. افزایش دوره نگهداری سبب افزایش معنی‌دار تعداد این باکتری‌ها شد؛ با این حال، جمعیت این باکتری‌ها در نمونه‌های پوشش‌یافته کمتر از نمونه کنترل بود. بیشترین تعداد باکتری اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس در انتهای دوره نگهداری در نمونه کنترل (به ترتیب ۱/۷۰ و ۱ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم) و کمترین تعداد در نمونه پوشش‌داده‌شده با CMFM+2%CSEO (به ترتیب ۰/۸ و ۰/۳۸ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم) مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). Liu, Tao, & Zhang (2009)، فعالیت ضدباکتریایی اسانس پوست پرتقال را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که اسانس پوست پرتقال دارای خاصیت ضدباکتریایی بر گونه‌های استافیلوکوکوس اورئوس، اشریشیاکلی و باسیلوس سابتلیس<sup>۱</sup> بود. رشد قارچ‌ها نیز طی دوره نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P < 0.05$ ) و بیشترین افزایش در نمونه کنترل مشاهده شد (۱/۰۹ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم) (شکل ۳-ه). افزایش غلظت اسانس در پوشش خوراکی سبب کنترل رشد قارچ در نمونه‌های گوشت گردید؛ به طوری که نمونه پوشش‌یافته با موسیلاژ حاوی ۲ درصد اسانس (CMFM+2%CSEO) کمترین تعداد قارچ را در انتهای دوره نگهداری نشان داد (۰/۴۷ لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم). در راستای نتایج این مطالعه، Kiarsi و همکاران (۲۰۲۰) گزارش دادند که پوشش خوراکی بر پایه موسیلاژ مریم‌گلی حاوی اسانس جوزبویا<sup>۲</sup> از افزایش PTC، TVC، اشریشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس و قارچ در گوشت گاو به طور معنی‌داری جلوگیری کرد و این حالت به طور کلی به اثر ضد میکروبی اسانس و قابلیت پوشش خوراکی در جلوگیری از نفوذ اکسیژن (نفوذپذیری پایین) نسبت داده شد.

#### تغییرات فیزیکیوشیمیایی گوشت گاومیش

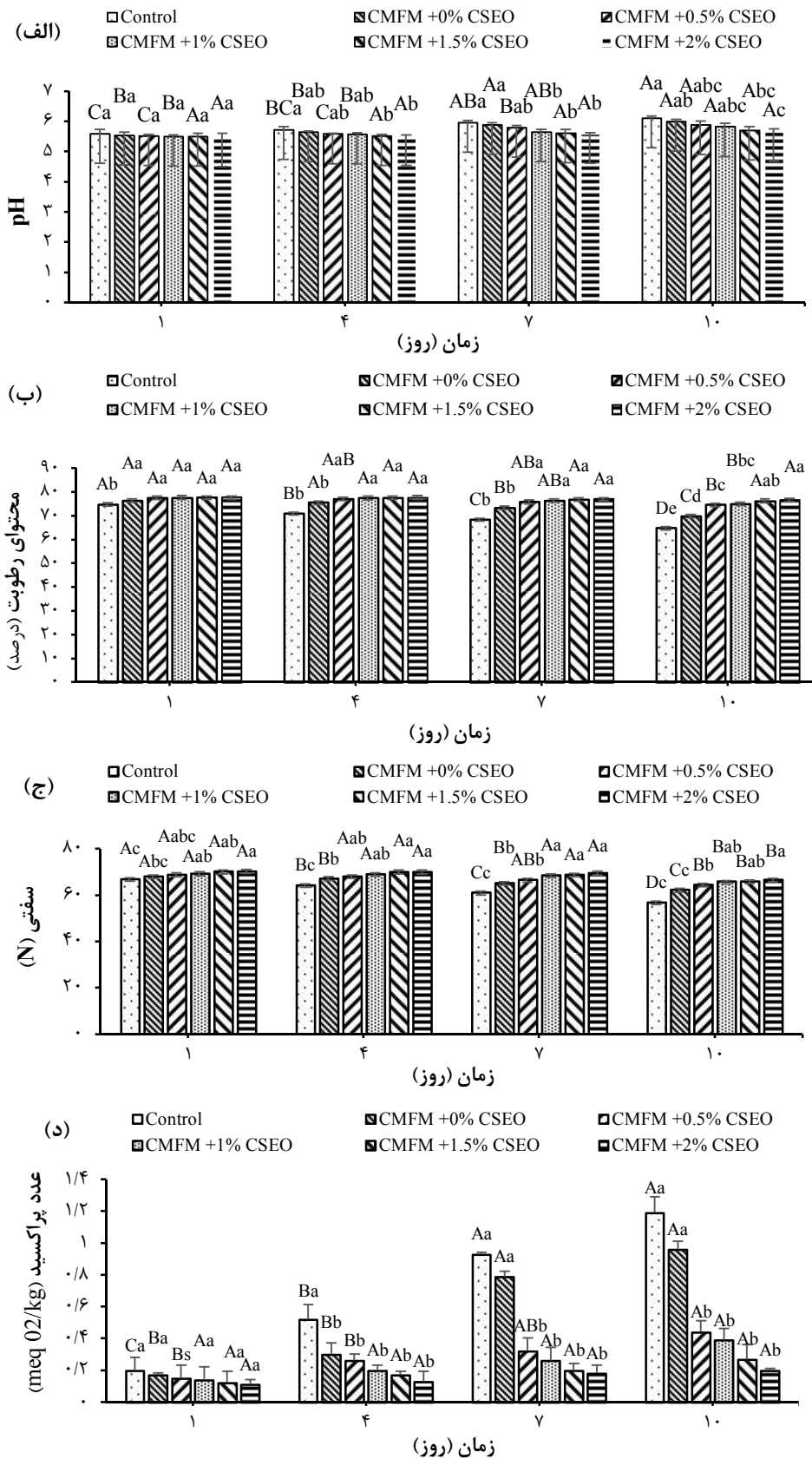
شکل (۴-الف) تغییرات pH نمونه‌های گوشت کنترل و پوشش‌یافته با موسیلاژ سیستان حاوی اسانس پوست پرتقال طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد را نشان

<sup>۱</sup> *Bacillus subtilis*

<sup>۲</sup> Nutmeg

<sup>۳</sup> Trimethylamine





شکل ۴- تغییر در مقدار (الف) pH، (ب) محتوای رطوبت، (ج) سفتی و (د) عدد پراکسید نمونه های گوشت گاو میش طی دوره نگهداری (۱۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد)

حروف کوچک مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی داری بین نمونه ها در زمان نگهداری یکسان ( $P < 0.05$ ) و حروف بزرگ یکسان نشان دهنده عدم معنی داری اثر زمان ماندگاری بر هر یک از تیمارهاست ( $P < 0.05$ ).

ناشی از تشکیل یک لایه غیرقابل نفوذ به اکسیژن در سطح نمونه‌های گوشت باشد که سبب کاهش نفوذ اکسیژن به داخل نمونه‌ها و در نتیجه باعث کاهش اکسیداسیون لیپید و عدد پراکسید می‌گردد (Choulitoudi et al., 2017). علاوه بر این، فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس نیز تأثیر بسزایی در جلوگیری از گسترش اکسیداسیون لیپیدها دارند که به‌طور کلی ناشی از ترکیبات فنولی اسانس با قابلیت مهار رادیکال‌های آزاد یا شکستن زنجیره رادیکال آزاد می‌باشد (Joukar, Hosseini, Moosavi-Nasab, Mesbahi, & Behzadnia, 2017).

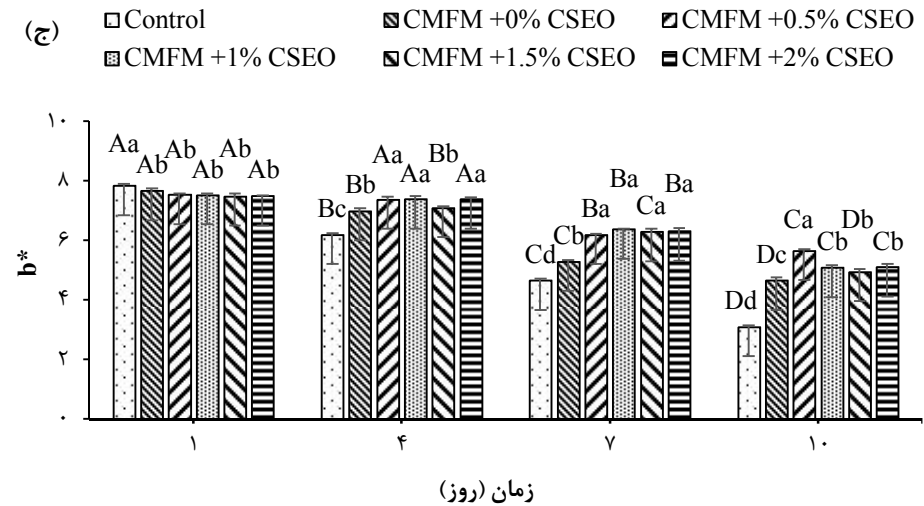
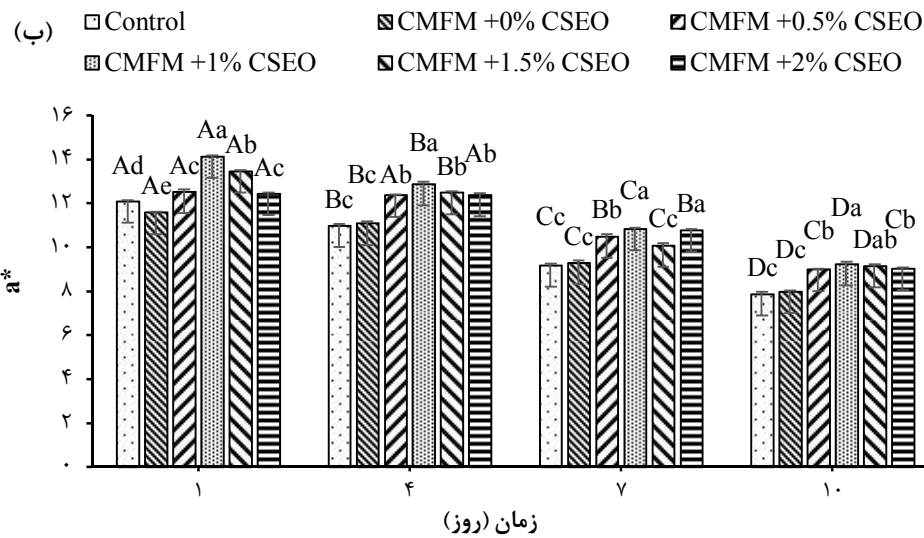
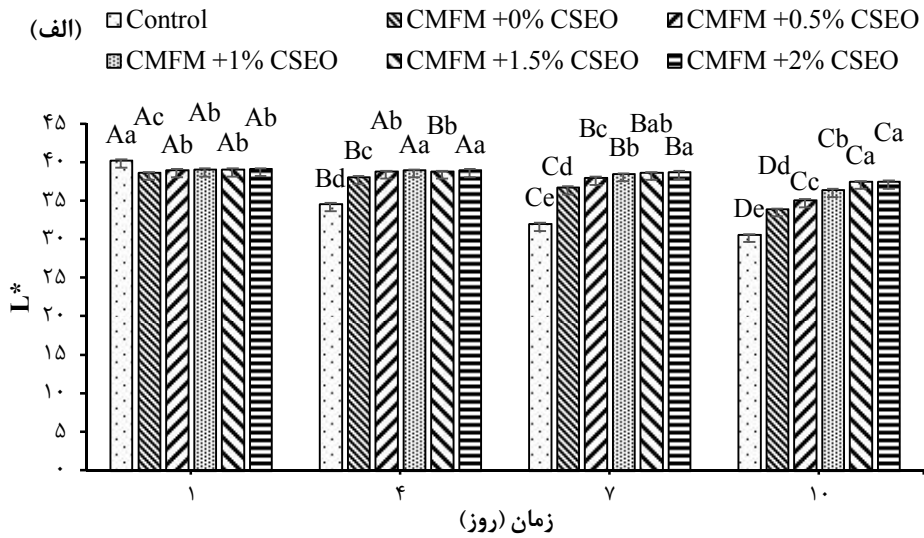
#### پارامترهای رنگی گوشت گاو میش

نتایج ارزیابی پارامترهای رنگی نمونه‌های گوشت کنترل و پوشش‌داده‌شده با موسیلاژ حاوی اسانس طی دوره نگهداری در شکل (۵) نشان داده شده است. شاخص روشنایی نمونه‌ها طی دوره نگهداری کاهش یافت ( $P < 0.05$ ) و سرعت کاهش این پارامتر رنگی در نمونه کنترل بیشتر از سایر نمونه‌ها بود (شکل ۵-الف). استفاده از پوشش خوراکی سبب حفظ میزان روشنایی نمونه‌ها گردید. به طوری که در روز ۱۰ نگهداری، میزان روشنایی نمونه‌های CMFM+1.5%CSEO (۳۷/۴۷) و CMFM+2%CSEO (۳۷/۵۰) به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر نمونه‌ها بود و کمترین مقدار در نمونه کنترل (۳۰/۶۰) مشاهده شد. به‌طور کلی نمونه‌های گوشت پوشش‌داده‌شده با موسیلاژ سپستان بارگذاری‌شده با غلظت‌های بالاتر اسانس پوست پرتقال شاخص روشنایی بالاتری نیز نشان دادند.

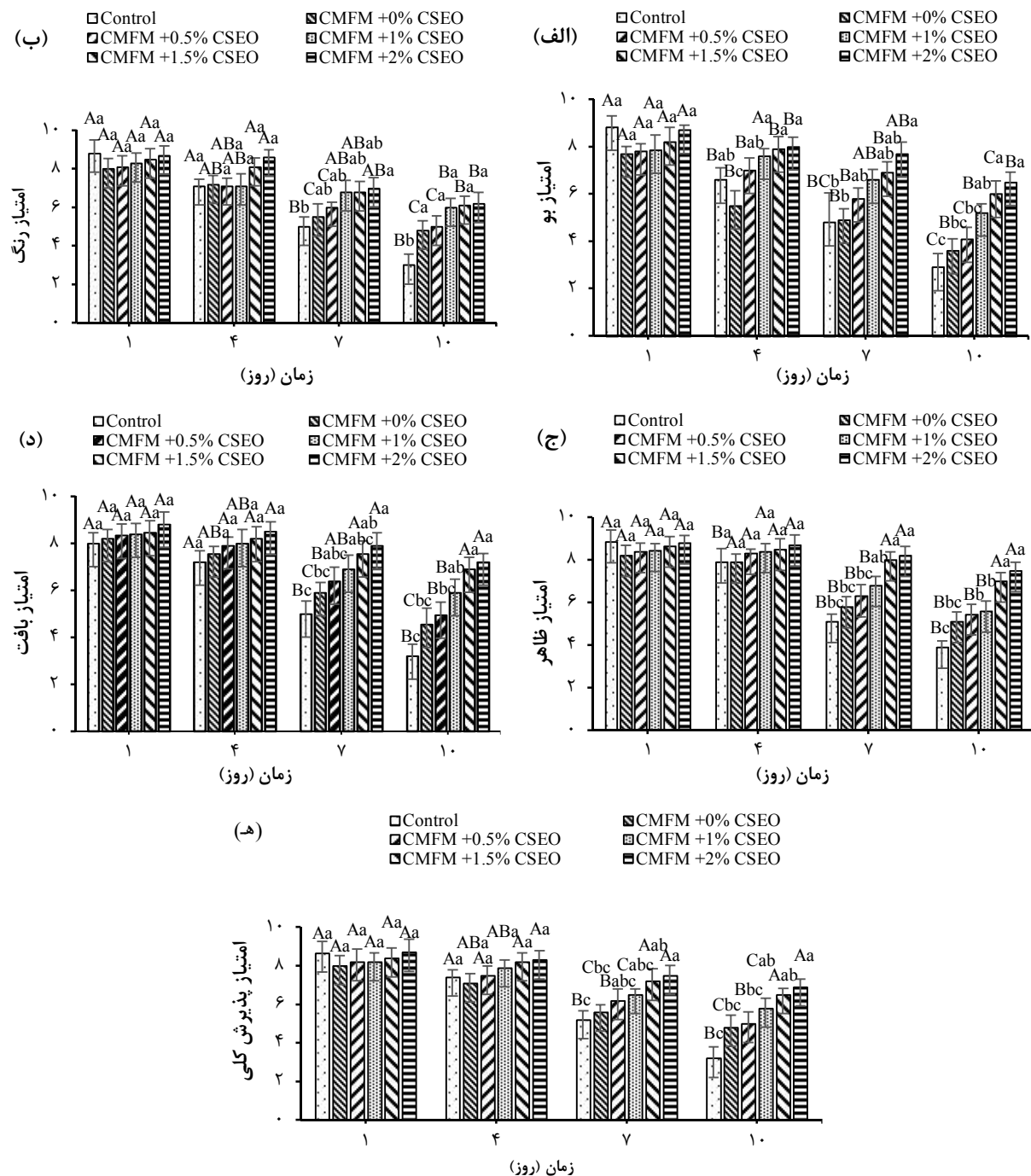
شاخص قرمزی نمونه‌ها نیز روند مشابهی نشان داد (شکل ۵-ب)؛ نمونه‌ها دستخوش کاهش معنی‌دار شاخص قرمزی طی دوره نگهداری شدند و نمونه‌های پوشش‌یافته با موسیلاژ بارگذاری‌شده با اسانس پرتقال دزفولی شاخص قرمزی بالاتری نسبت به نمونه پوشش‌داده‌شده با موسیلاژ و کنترل داشتند ( $P < 0.05$ ). همچنین لازم به ذکر است اگرچه شاخص زردی نمونه‌ها طی دوره نگهداری در دمای یخچال به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما استفاده از پوشش خوراکی حاوی اسانس از کاهش شاخص زردی نمونه‌ها به‌طور مؤثری جلوگیری نمود ( $P < 0.05$ ) (شکل ۵-ج). نتایج مشابهی توسط Kiarsi و همکاران (۲۰۲۰) در مورد کاربرد پوشش خوراکی زیست‌فعال بر پایه موسیلاژ دانه مرو و اسانس جوز هندی در حفظ پارامترهای رنگی گوشت طی دوره نگهداری گزارش شده است.

بافت گوشت و محصولات گوشتی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی مؤثر در کیفیت و پذیرش این محصولات می‌باشد. نتایج سفتی بافت نمونه‌های گوشت طی دوره نگهداری نشان داد که افزایش زمان نگهداری سبب کاهش معنی‌دار سفتی بافت نمونه‌ها گردید ( $P < 0.05$ ) (شکل ۴-ج). نوع پوشش خوراکی نیز تأثیر معنی‌داری بر سفتی بافت نمونه‌ها نشان داد. نمونه‌های پوشش‌یافته با موسیلاژ میزان سفتی بالاتری نسبت به نمونه کنترل در روز اول نگهداری نشان دادند که به احتمال ناشی از ویژگی ژل‌کنندگی موسیلاژ می‌باشد. بیشترین افت سفتی در نمونه کنترل مشاهده شد و افزایش غلظت اسانس در پوشش خوراکی سبب حفظ بهتر بافت نمونه‌ها گردید. میزان افت سفتی بافت نمونه‌های کنترل و CMFM+0%CSEO طی دوره نگهداری به ترتیب برابر با ۱۵/۰۹ و ۸/۵۳ درصد بود؛ با این حال، میزان کاهش سفتی بافت در نمونه‌های پوشش‌یافته با موسیلاژ حاوی اسانس پوست پرتقال در محدوده ۵/۰۵-۶/۳۹ درصد بود. نتایج مشابهی توسط نوشاد و همکاران (۱۳۹۹) گزارش شده است و اثر حفاظتی پوشش خوراکی حاوی اسانس در جلوگیری از افت بافت گوشت طی دوره نگهداری به فعالیت ضد میکروبی اسانس در برابر رشد میکروبی و همچنین توانایی اسانس در کاهش فعالیت آنزیم‌های ذاتی گوشت نسبت داده شده است که سبب ممانعت از تجزیه کلاژن و پروتئین‌های میوفیبریلی گوشت طی دوره نگهداری می‌گردد.

تغییرات عدد پراکسید نمونه‌های گوشت کنترل و پوشش‌یافته حاوی غلظت‌های مختلف اسانس طی دوره نگهداری (۱۰ روز، دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) در شکل (۴-د) ارائه شده است. عدد پراکسید نمونه‌ها در روز نخست نگهداری در محدوده ۰/۱۱-۰/۲ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم بود ( $P < 0.05$ ). عدد پراکسید نمونه کنترل و پوشش‌یافته حاوی اسانس طی دوره نگهداری افزایش یافت، اما افزایش عدد پراکسید در نمونه‌های گوشت پوشش‌یافته با CMFM+1%CSEO، CMFM+1.5%CSEO و CMFM+2%CSEO معنی‌دار نبود. نوع پوشش خوراکی نیز تأثیر معنی‌داری بر عدد پراکسید نمونه‌ها داشت. افزایش غلظت اسانس در پوشش خوراکی سبب جلوگیری از گسترش اکسیداسیون لیپید در نمونه‌ها گردید. به طوری که در انتهای دوره ماندگاری، عدد پراکسید در نمونه‌های پوشش‌یافته با موسیلاژ حاوی اسانس پوست پرتقال به‌طور معنی‌داری کمتر از نمونه پوشش‌یافته فاقد اسانس (CMFM+0%CSEO) و کنترل بود. این حالت ممکن است



شکل ۵- تغییر در (الف) شاخص روشنایی، (ب) شاخص قرمزی و (ج) شاخص زردی نمونه‌های گوشت گاو میش طی دوره نگهداری (۱۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) حروف کوچک مشترک نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها در زمان نگهداری یکسان ( $P < 0.05$ ) و حروف بزرگ یکسان نشان‌دهنده عدم معنی‌داری اثر زمان ماندگاری بر هر یک از تیمارهاست ( $P < 0.05$ ).



شکل ۶- تغییر در ویژگی حسی (الف) بو، (ب) رنگ، (ج) ظاهر، (د) بافت و (ه) پذیرش کلی نمونه‌های گوشت گاو میش طی دوره نگهداری (۱۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) حروف کوچک مشترک نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها در زمان نگهداری یکسان ( $P < 0.05$ ) و حروف بزرگ یکسان نشان‌دهنده عدم معنی‌داری اثر زمان ماندگاری بر هریک از تیمارهاست ( $P < 0.05$ ).

شده است. لازم به ذکر است که بوی شدید اسانس خالص پوست پرتقال سبب محدودیت استفاده از آن به‌عنوان نگهدارنده غذایی شده است. بارگذاری آن در پوشش یا فیلم خوراکی یکی از راهکارهای ساده جهت رفع این مشکل می‌باشد. همچنین گزارش شده است که نمونه

### ویژگی‌های حسی گوشت گاو میش

نتایج ارزیابی حسی (بو، رنگ، ظاهر، بافت و پذیرش کلی) نمونه‌های گوشت گاو میش کنترل و پوشش‌یافته با موسیلاژ حاوی غلظت‌های مختلف اسانس پوست پرتقال دزفولی طی دوره نگهداری یخچالی در شکل (۶) آورده

حالت به طور کلی ناشی از رشد میکروبی، گسترش اکسیداسیون، تجزیه بافت و تولید محصولات جانبی واکنش اکسیداسیون لیپید و پروتئین مانند آمونیاک می باشد که بو و طعم نامطلوب در گوشت را به دنبال دارد (Bazargani-Gilani, Aliakbarlu, & Tajik, 2015). نتایج این پژوهش با یافته های سایر محققین مطابقت دارد (Barzegar et al., 2020; Kiarsi et al., 2020).

### نتیجه گیری

در مطالعه حاضر، اثر ترکیبی اسانس پوست پرتقال دزفولی با موسیلاژ میوه سپستان در قالب پوشش خوراکی بر کیفیت گوشت گاو میش مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه های گوشت پوشش داده شده با CSEO+CMFM تعداد باکتری های زنده کل، باکتری های سایکروتروف، اشریشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس و قارچ کمتری نسبت به نمونه کنترل طی دوره نگهداری نشان دادند. تیمار CMFM+CSEO (به ویژه در حضور غلظت های بالای اسانس) قابلیت بهبود عمر نگهداری گوشت گاو میش (بیشتر از ۱۰ روز)، بدون اینکه تأثیر منفی بر بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی گوشت داشته باشد، را دارا می باشد. پوشش خوراکی موسیلاژ میوه سپستان غنی شده با اسانس پوست پرتقال دزفولی می تواند به عنوان نوع جدیدی از پوشش های خوراکی فعال جهت افزایش عمر نگهداری محصولات غذایی معرفی گردد.

### تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی کاربردی کلان با کد ۱/۴۱۱/۴۸۵ می باشد که توسط معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان حمایت گردیده است، لذا نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند از حمایت های مادی و معنوی به عمل آمده صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

گوشت با امتیاز حسی بالاتر از ۴ می تواند مورد پذیرش قرار گیرد (طباطبائی یزدی و همکاران، ۱۳۹۶).

نتایج نشان داد که پوشش خوراکی حاوی اسانس تأثیر منفی بر ویژگی های حسی گوشت گاو میش نداشته است (شکل ۶). بررسی ویژگی حسی بو نمونه های گوشت طی دوره نگهداری نشان داد که تمام نمونه دستخوش کاهش معنی دار امتیاز بو با افزایش زمان نگهداری شدند و بیشترین و کمترین شدت کاهش در نمونه کنترل و CMFM+2%CSEO مشاهده شد (شکل ۶-الف). امتیاز بو در نمونه کنترل و پوشش یافته با موسیلاژ (CMFM+0%CSEO) به ترتیب بعد از ۷ و ۱۰ روز نگهداری کمتر از ۴ بود که بر اساس استاندارد بین المللی این گوشت از نظر مصرف کننده قابل پذیرش نمی باشد؛ با این حال تمام نمونه های گوشت گاو میش پوشش داده شده با موسیلاژ حاوی اسانس طی دوره نگهداری قابل پذیرش بودند.

روند مشابهی در مورد امتیاز رنگ نمونه ها مشاهده شد و امتیاز رنگ در انتهای دوره نگهداری در نمونه های پوشش یافته به طور معنی داری بالاتر از نمونه کنترل بود (شکل ۶-ب). لازم به ذکر است اگرچه تمام نمونه ها دستخوش کاهش امتیاز ظاهر، بافت و پذیرش کلی طی دوره نگهداری شدند، اما این کاهش در نمونه های CMFM+1.5%CSEO و CMFM+2%CSEO معنی دار نبود (شکل ۶-ج، د و ه). بر اساس نتایج پذیرش کلی، عمر نگهداری تمامی نمونه های پوشش یافته با موسیلاژ سپستان حاوی اسانس پوست پرتقال دزفولی عمر نگهداری بالاتر از ۱۰ روز بود، اما نمونه کنترل بعد از ۷ روز نگهداری غیر قابل مصرف بود.

به طور کلی نتایج ارزیابی حسی در راستای نتایج تغییرات شیمیایی و میکروبی طی دوره نگهداری بود؛ نمونه های با بالاترین بار میکروبی و میزان اکسیداسیون پایین ترین امتیاز حسی را به خود اختصاص دادند که این

### منابع

- ابراهیمی همتی کیخا، م، جوینده، ح، علیزاده بهبهانی، ب، و نوشاد، م. (۱۳۹۹). فعالیت ضد میکروبی موسیلاژ میوه سپستان بر باکتری های بیماری زا: مطالعه در شرایط آزمایشگاهی "in vitro". علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۷(۱۰۱)، ۷۱-۸۰.
- پاسبانی، ا، و امیری، ص. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر پوشش خوراکی عصاره آلوئه ورا همراه با نانوذرات چربی جامد حاوی اسانس روغنی زنیان بر عمر نگهداری گوشت تازه گاو. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۱۲(۲)، ۷۵-۸۶.

- پیرنیا، م.، عدالتیان دوم، م.، طباطبایی یزدی، ف.، و شهیدی، ف. (۱۳۹۵). کارایی روش سطح پاسخ سطح پاسخ در بهینه سازی شرایط استخراج عصاره اتانولی میوه سپستان و بررسی اثر ضد میکروبی عصاره علیه تعدادی از میکروارگانیسم های پاتوژن. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، ۱۳ (۵۵)، ۵۵-۶۷.
- پیرنیا، م.، عدالتیان دوم، م.، طباطبایی یزدی، ف.، و شهیدی، ف. (۱۳۹۴). تاثیر ضدباکتریایی عصاره های آبی و اتانولی میوه درخت سپستان بر *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سرئوس*، *اشرشیا کلی* و *سالمونلا تیفی*. *مجله دانشگاه علوم پزشکی قم*، ۹ (۴)، ۳۹-۴۸.
- تناور، ه.، برزگر، ح.، علیزاده بهبهانی، ب.، و مهرنیا، م. (۱۳۹۹). اسانس پونه: ترکیبات شیمیایی، فعالیت آنتی اکسیدانی، فنل کل و اثر سایتوتوکسیک آن بر رده سلولی HT29. *پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران*، ۱۶ (۵)، ۶۴۳-۶۵۳. doi: <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i5.84722>
- حسن زاده، پ.، تاجیک، ح.، رضوی روحانی، س.، احسانی، ع.، علی اکبرلو، ج.، و مرادی، م. (۱۳۹۰). اثرات اشعه گاما و پوشش خوراکی کیتوزان بر روی ویژگی های باکتریایی، شیمیایی و حسی گوشت مرغ. *نشریه پژوهش های صنایع غذایی*، ۲۱ (۳)، ۳۵۵-۳۶۹.
- دهقان، ب.، اسماعیل زاده کناری، ر.، و رفتنی امیری، ز. (۱۳۹۸). بررسی خصوصیات آنتی اکسیدانی اسانس پوست پرتقال (*Citrus Sinesis*) در پایدارسازی روغن سویا طی شرایط نگهداری. *علوم غذایی و تغذیه*، ۱۶ (۳)، ۷۳-۹۰.
- طباطبائی یزدی، ف.، علیزاده بهبهانی، ب.، وسیعی، ع.، روشنگر، س.، و مرتضوی، س. (۱۳۹۶). تولید پوشش خوراکی ضد میکروبی بر پایه موسیلاژ دانه بارهنگ کبیر در ترکیب با اسانس گلپر: بررسی ویژگی ها و کاربرد آن در گوشت گاو نگهداری شده در دمای یخچال. *میکروبیولوژی کاربردی در صنایع غذایی*، ۳ (۳)، ۱-۲۱.
- علیزاده بهبهانی، ب.، و شهیدی، ف. (۱۳۹۹). ارزیابی ویژگی های میکروبی، شیمیایی و حسی گوشت گوسفندی پوشش دهی شده با موسیلاژ فرنچمشک در ترکیب با اسانس زینان جهت افزایش عمر انبارمانی در دمای یخچال. *پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران*، ۱۶ (۴)، ۳۸۳-۳۹۴. doi: <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i4.82449>
- نوشاد، م.، حجتی، م.، & علیزاده، ب. (۱۳۹۹). افزایش عمر نگهداری گوشت گاو با استفاده از پوشش خوراکی زیست فعال بر پایه موسیلاژ دانه بالنگوی سیاه بارگذاری شده با اسانس زیره سیاه. *مهندسی بیوسیستم ایران*، ۵۱ (۲)، ۴۰۷-۴۱۸. doi: <https://dx.doi.org/10.22059/ijbse.2020.299334.665289>
- نوشاد، م.، علیزاده بهبهانی، ب.، جوینده، ح.، رحمتی جنیدآباد، م.، ابراهیمی همتی کیخواه، م.، و قدسی شیخ جان، س. (۱۴۰۰). ارزیابی فعالیت ضد میکروبی اسانس پوست پرتقال دزفولی با و بدون آنتی بیوتیک های درمانی بر تعدادی از باکتری های بیماری زا در شرایط آزمایشگاهی. *علوم و صنایع غذایی ایران*، ۱۸ (۱۱۱)، ۱۵۹-۱۶۷.
- نوشاد، م.، علیزاده بهبهانی، ب.، و دهقانی، س. (۱۳۹۹). افزایش پایداری اکسایشی و میکروبی گوشت گاو با استفاده از پوشش خوراکی زیست فعال حاصل از موسیلاژ بارهنگ صغیر بارگذاری شده با اسانس آویشن باغی. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*، ۱۷ (۱۰۱)، ۱-۱۳.
- Akolade, J. O., Nasir-Naeem, K. O., Swanepoel, A., Yusuf, A. A., Balogun, M., & Labuschagne, P. (2020). CO<sub>2</sub>-assisted production of polyethylene glycol / lauric acid microparticles for extended release of *Citrus aurantifolia* essential oil. *Journal of CO2 Utilization*, 38, 375-384. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2020.02.014>
- Alizadeh Behbahani, B., & Fooladi, A. A. I. (2018). Shirazi balangu (*Lallemantia royleana*) seed mucilage: Chemical composition, molecular weight, biological activity and its evaluation as edible coating on beefs. *International Journal of Biological Macromolecules*, 114, 882-889. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.03.177>
- Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., & Falah, F. (2019). Cumin essential oil: Phytochemical analysis, antimicrobial activity and investigation of its mechanism of action through scanning electron microscopy. *Microbial pathogenesis*, 136, 103716. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103716>
- Alizadeh Behbahani, B., & Shahidi, F. (2020). Evaluation of microbial, chemical and sensory characteristics of coated lamb with *Scutellaria lateriflora* seed mucilage in combination with *Carum copticum* essential oil to shelf life extension at refrigerated storage. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 16(4), 383-394. doi: <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i4.82449> (in Persian)
- Alizadeh Behbahani, B., Tabatabaei Yazdi, F., Shahidi, F., Mortazavi, S. A., & Mohebbi, M. (2017). Principle component analysis (PCA) for investigation of relationship between population dynamics of microbial pathogenesis, chemical and sensory characteristics in beef slices containing Tarragon essential oil. *Microbial pathogenesis*, 105, 37-50. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.02.013>



- Asjad, H. M. M., Akhtar, M. S., Bashir, S., Din, B., Gulzar, F., Khalid, R., & Asad, M. (2013). Phenol, flavonoid contents and antioxidant activity of six common citrus plants in Pakistan. *Journal of Pharmaceutical and Cosmetic Sciences*, 1(1), 1-5.
- Barzegar, H., Alizadeh Behbahani, B., & Mehrnia, M. A. (2020). Quality retention and shelf life extension of fresh beef using *Lepidium sativum* seed mucilage-based edible coating containing *Heracleum lasiopetalum* essential oil: an experimental and modeling study. *Food Science and Biotechnology*, 29(5), 717-728. doi:<https://doi.org/10.1007/s10068-019-00715-4>
- Bazargani-Gilani, B., Aliakbarlu, J., & Tajik, H. (2015). Effect of pomegranate juice dipping and chitosan coating enriched with *Zataria multiflora* Boiss essential oil on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage. *Innovative food science & emerging technologies*, 29, 280-287. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.04.007>
- Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Faustman, C. (2005). Changes of pigments and color in sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) muscle during iced storage. *Food Chemistry*, 93(4), 607-617. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.035>
- Choulitoudi, E., Ganiari, S., Tsironi, T., Ntzimani, A., Tsimogiannis, D., Taoukis, P., & Oreopoulou, V. (2017). Edible coating enriched with rosemary extracts to enhance oxidative and microbial stability of smoked eel fillets. *Food packaging and shelf life*, 12, 107-113. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.04.009>
- Das, S., Vishakha, K., Banerjee, S., Mondal, S., & Ganguli, A. (2020). Sodium alginate-based edible coating containing nanoemulsion of *Citrus sinensis* essential oil eradicates planktonic and sessile cells of food-borne pathogens and increased quality attributes of tomatoes. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 1770-1779. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.086>
- Dehghan, B., Esmaeilzadeh Kenari, R., & Raftani Amiri, Z. (2019). Investigate the Antioxidant Properties of Orange Peel Essential Oil (*Citrus sinensis*) on the Stability of Soybean Oil During Storage Conditions. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 16(3), 73-90. (in Persian)
- Ebrahimi Hemmati Kaykha, M., Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B., & Noshad, M. (2020). Antimicrobial potential of *Cordia myxa* fruit on pathogenic bacteria: A study "in vitro" laboratory conditions. *Food Science and Technology*, 17(101), 71-80. (in Persian)
- Galvão, J., Silva, V., Ferreira, S., França, F., Santos, D., Freitas, L., . . . Nunes, R. (2015).  $\beta$ -cyclodextrin inclusion complexes containing *Citrus sinensis* (L.) Osbeck essential oil: An alternative to control *Aedes aegypti* larvae. *Thermochimica Acta*, 608, 14-19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tca.2015.04.001>
- Guerrero, A., Ferrero, S., Barahona, M., Boito, B., Lisbinski, E., Maggi, F., & Sañudo, C. (2020). Effects of active edible coating based on thyme and garlic essential oils on lamb meat shelf life after long-term frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(2), 656-664. doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.10061>
- Hassanzadeh, P., Tajik, H., RAZAVI, R. M., Ehsani, A., Aliakbarlu, J., & Moradi, M. (2012). Effects of gamma irradiation and chitosan edible coating on the bacterial, chemical and sensory properties of chicken meat. *Journal of Food Research*, 21(3), 355-370. (in Persian)
- Heydari, S., Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B., & Noshad, M. (2020). The impact of Qodume Shirazi seed mucilage-based edible coating containing lavender essential oil on the quality enhancement and shelf life improvement of fresh ostrich meat: An experimental and modeling study. *Food Science & Nutrition*, 8(12), 6497-6512. doi:<https://doi.org/10.1002/fsn3.1940>
- Joukar, F., Hosseini, S. M. H., Moosavi-Nasab, M., Mesbahi, G. R., & Behzadnia, A. (2017). Effect of Farsi gum-based antimicrobial adhesive coatings on the refrigeration shelf life of rainbow trout fillets. *LWT*, 80, 1-9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.074>
- Kiarsi, Z., Hojjati, M., Behbahani, B. A., & Noshad, M. (2020). In vitro antimicrobial effects of *Myristica fragrans* essential oil on foodborne pathogens and its influence on beef quality during refrigerated storage. *Journal of food safety*, 40(3), e12782. doi:<https://doi.org/10.1111/jfs.12782>
- Noshad, M., Alizadeh behbahani, B., & Dehghani, S. (2020). Improving oxidative and microbial stability of beef by using a bioactive edible coating obtained from *Plantago lanceolata* seed mucilage and loaded with *Thymus vulgaris*. *Journal of food science and technology(Iran)*, 17(101), 1-13. (in Persian)
- Noshad, M., Alizadeh Behbahani, B., Jooyandeh, H., Rahmati-Joneidabad, M., Hemmati Kaykha, M. E., & Ghodsi Sheikhjan, M. (2021). Utilization of *Plantago* major seed mucilage containing *Citrus limon* essential oil as an

- edible coating to improve shelf-life of buffalo meat under refrigeration conditions. *Food Science & Nutrition*, 9(3), 1625-1639. doi:<https://doi.org/10.1002/fsn3.2137>
- Noshad, M., Hojjati, M., & Alizadeh Behbahani, B. (2020). Increasing Beef Shelf Life Using Bioactive Edible Coating Based on Dragon's Head Seed Mucilage Loaded with Caraway Essential Oil. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 51(2), 407-418. doi:<https://doi.org/10.22059/ijbse.2020.299334.665289> (in Persian)
- Noshad, M., Jooyandeh, H., Rahmati-Joneidabad, M., & Ghodsi Sheikhjan, M. (2021). In vitro investigation of the antimicrobial activity of Dezfuli orange peel essential oil with and without common antibiotics on some pathogenic bacteria. *Food Science and Technology*, 18(111), 159-167. (in Persian)
- Nowzari, F., Shábanpour, B., & Ojagh, S. M. (2013). Comparison of chitosan-gelatin composite and bilayer coating and film effect on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 141(3), 1667-1672. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.022>
- Oriani, V. B., Molina, G., Chiumarelli, M., Pastore, G. M., & Hubinger, M. D. (2014). Properties of Cassava Starch-Based Edible Coating Containing Essential Oils. *Journal of Food Science*, 79(2), E189-E194. doi:<https://doi.org/10.1111/1750-3841.12332>
- Pasbani, E., & Amiri, S. (2017). Evaluating the effect of aleo vera gel coating and solid lipid nano-particles containing thymol seed (*Carum copticum*) essential oil on shelf life of fresh beef. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 12(2), 75-86. (in Persian)
- Perini, J., Silvestre, W., Agostini, F., Toss, D., & Pauletti, G. (2017). Fractioning of orange (*Citrus sinensis* L.) essential oil using vacuum fractional distillation. *Separation Science and Technology*, 52(8), 1397-1403. doi:<https://doi.org/10.1080/01496395.2017.1290108>
- Pirnia, M., Edalatian Dovom, M. R., Tabatabaee Yazdi, F., & Shahidi, F. (2015). The antibacterial effects of the aqueous and Ethanolic extracts of *Cordiamyxa* L. fruit on *Staphylococcus aureus*, *Bacillus Cereus*, *Escherichia coli*, and *salmonella typhi*. *Qom University of Medical Sciences Journal*, 9(4), 39-48. (in Persian)
- Pirnia, M., Edalatian, M. R., TABATABAEE, Y. F., & Shahidi, F. (2016). Efficiency of response surface methodology to optimization ethanolic extract from *cordia myxa* and evaluation of antimicrobial activity of extract against a number of pathogenic microorganisms. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 13(55), 55-67. (in Persian)
- Rossi, Y. E., & Palacios, S. M. (2013). Fumigant toxicity of *Citrus sinensis* essential oil on *Musca domestica* L. adults in the absence and presence of a P450 inhibitor. *Acta tropica*, 127(1), 33-37. doi:<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.03.009>
- Sharma, N., & Tripathi, A. (2006). Fungitoxicity of the essential oil of *Citrus sinensis* on post-harvest pathogens. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(6), 587-593. doi:<https://doi.org/10.1007/s11274-005-9075-3>
- Sharma, N., & Tripathi, A. (2008). Effects of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* (L.) Van Tieghem. *Microbiological research*, 163(3), 337-344. doi:<https://doi.org/10.1016/j.micres.2006.06.009>
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Yadav, M. P. (2021). Insights into the chemical composition and bioactivities of citrus peel essential oils. *Food Research International*, 143, 110231. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110231>
- Tabatabaee Yazdi, F., Alizadeh Behbahani, B., Vasiee, A., Roshanak, S., & Mortazavi, A. (2017). Production of an antimicrobial edible coating based on *Plantago major* seed mucilage in combination with *Heracleum persicum* essential oil: its properties and application in beef. *Microbiology in Food Industries*, 3(3), 1-21. (in Persian)
- Tanavar, H., Barzegar, H., Alizadeh Behbahani, B., & Mehrnia, M. A. (2020). *Mentha pulegium* essential oil: chemical composition, total phenolic and its cytotoxicity on cell line HT29. *Iranian Journal Food Science and Technology Research*, 16(5), 643-653. doi:<https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i5.84722> (in Persian)
- Tao, N. g., Liu, Y. j., & Zhang, M. l. (2009). Chemical composition and antimicrobial activities of essential oil from the peel of bingtang sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck). *International journal of food science & technology*, 44(7), 1281-1285. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.01947.x>

- Valipour Kootenaie, F., Ariaii, P., Khademi Shurmasti, D., & Nemati, M. (2017). Effect of chitosan edible coating enriched with eucalyptus essential oil and  $\alpha$ -tocopherol on silver carp fillets quality during refrigerated storage. *Journal of food safety*, 37(1), e12295. doi:<https://doi.org/10.1111/jfs.12295>
- Vital, A. C. P., Guerrero, A., Kempinski, E. M. B. C., de Oliveira Monteschio, J., Sary, C., Ramos, T. R., . . . do Prado, I. N. (2018). Consumer profile and acceptability of cooked beef steaks with edible and active coating containing oregano and rosemary essential oils. *Meat Science*, 143, 153-158. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.035>
- Youcef-Ettoumi, K., Zouambia, Y., & Moulai-Mostefa, N. (2021). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Algerian Citrus sinensis essential oil extracted by hydrodistillation assisted by electromagnetic induction heating. *Journal of Food Science and Technology*, 58(8), 3049-3055. doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04808-5>
- Zaidi, S., & Dahiya, P. (2015). In vitro antimicrobial activity, phytochemical analysis and total phenolic content of essential oil from Mentha spicata and Mentha piperita. *International Food Research Journal*, 22(6), 2440-2445.

## Increasing the Microbial and Oxidative Stability of Buffalo Meat using a Bioactive Edible Coating Based on *Cordia myxa* Fruit Mucilage and *Citrus sinensis* Essential Oil

Mohammad Noshad<sup>1\*</sup>, Behrooz Alizadeh Behbahani<sup>1</sup>, Hossein Jooyandeh<sup>2</sup>, Mostafa Rahmati-Joneidabad<sup>3</sup>, Mitra Ghodsi Sheikhjan<sup>4</sup>, Mohsen Ebrahimi Hemmati Kaykha<sup>5</sup>

1- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

\* Corresponding author (Noshad@asnruk.ac.ir)

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

3- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

4- DVM, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

5- MSc. Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

### Abstract

In this study, *Citrus sinensis* essential oil was extracted by hydrodistillation method and the results of gas chromatography-mass spectrometry showed that the oil is rich in limonene (87.86%). Total phenol and flavonoid contents of the CSEO were 125.41 mg GAE/g and 32.50 mg QE/g, respectively. Its antioxidant activity was found to be 39.75 and 52.43%, based on DPPH and ABTS radical scavenging activity, respectively. The presence of limonene in the CSEO was confirmed by furrier transform infrared spectroscopy. The CSEO was then combined with *Cordia myxa* fruit mucilage to produce an edible coating in order to improve the microbial and oxidative stability of buffalo meat during storage (10 days, 4 °C). Results showed that the growth of total viable count, psychrotrophic bacteria, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, and fungi were significantly inhibited in the buffalo meat samples coated with CMFM+CSEO. The CMFM+CSEO edible coating was also more effective in inhibiting the oxidation progression and moisture and texture losses, in comparison with control sample. According to the sensory evaluation results, the CMFM+CSEO edible coating increased the shelf-life of buffalo meat samples; the samples were acceptable even at the end of storage period (10 days), but the control sample was unacceptable after 7 days of storage. Therefore, the edible coating based on *Cordia myxa* fruit mucilage and *Citrus sinensis* essential oil could be used as a natural preservative to increase the shelf-life of buffalo meat and other meat products.

**Keywords:** Buffalo meat, Edible coating, Microbial stability, Oxidative stability, Shelf-life