



## تأثیر فیلم پلی لاکتیک اسید حاوی عصاره میوه سماق و نانوذرات مس بر افزایش ماندگاری گوشت چرخ شده گوساله

محمدرضا پژوهی الموتی<sup>۱</sup>، بهناز بازرگانی گیلانی<sup>۱\*</sup>، فرزانه ایزدی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشگاه بوعلی سینا همدان.

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشگاه بوعلی سینا همدان.

### چکیده

### اطلاعات مقاله

افزایش ماندگاری گوشت قرمز بدلیل ماهیت فسادپذیر آن و تمایل مصرف کنندگان به استفاده از محصولات غذایی فاقد نگهدارنده از اهمیت بالایی برخوردار است. این مطالعه با هدف بررسی اثر ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی فیلم پلی لاکتیک اسید (PLA) حاوی غلظت‌های مختلف عصاره اتانولی سماق (SE) ۱ و ۳٪ و نانو ذرات اکسید مس (CuO-NPs) ۱ و ۲٪، در افزایش ماندگاری گوشت چرخ شده گوساله طی مدت نگهداری در شرایط سرد صورت پذیرفت. نمونه‌ها در دمای  $4 \pm 1$  درجه سانتیگراد به مدت ۱۲ روز ذخیره شدند و در روزهای ۰، ۱، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد که جمعیت کلی باکتری‌های هوازی، سرماگراها و انتروباکتریاسه در نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم‌های حاوی عصاره سماق و نانوذرات مس در مدت نگهداری، به صورت معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) نسبت به گروه کنترل کمتر بود. مقادیر کل بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) و pH در نمونه‌های کنترل بالاتر از نمونه‌های بسته‌بندی شده حاوی ترکیبات مورد مطالعه بود. تیمارهای ترکیبی حاوی عصاره سماق و نانوذرات اکسید مس بالاترین کارایی را در افزایش ماندگاری گوشت چرخ شده در طول دوره نگهداری بصورت وابسته به دوز از خود نشان دادند. بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از فیلم زیست تخریب پذیر پلی لاکتیک اسید حاوی مخلوط عصاره اتانولی سماق و نانو ذرات اکسید مس در افزایش مدت زمان ماندگاری گوشت چرخ شده گوساله در طی ۱۲ روز نگهداری در دمای یخچال موثر بوده است.

### تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۲۹

### کلمات کلیدی:

پلی لاکتیک اسید،

عصاره سماق،

نانوذرات مس،

بسته بندی،

گوشت چرخ شده،

ماندگاری.

DOI: 10.22034/FSCT.20.137.100

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.137.8.8

\* مسئول مکاتبات:

[behnazbazargani90@gmail.com](mailto:behnazbazargani90@gmail.com)

[b.bazargani@basu.ac.ir](mailto:b.bazargani@basu.ac.ir)

## ۱- مقدمه

گوشت قرمز غنی‌ترین منبع پروتئین برای تغذیه انسان است [۱]. گوشت قرمز چرخ شده یکی از فرآورده‌های گوشتی است که در واقع گوشت قرمزی است که معمولاً از قسمت‌هایی از لاشه که چربی بیشتری دارد و دارای لطافت و تردی کمتری است، تهیه می‌گردد. گوشت قرمز چرخ شده بعنوان یکی از انواع فرآورده‌های گوشتی بسیار حساس به فساد دسته‌بندی می‌شود که برای مدتی کوتاهی می‌توان آن‌ها را تحت شرایط خاص نگهداری کرد و باید به دقت مورد محافظت قرار گیرد [۲]. این محصول با توجه به مراحل مختلف تولید و همچنین افزایش سطح تماس گوشت با هوا و میکروارگانیسم‌ها، پتانسیل بالایی برای آلودگی دارد. همچنین این نوع گوشت به دلیل نفوذپذیر بودن به اکسیژن در اثر بافت متخلخل، فعالیت آبی بالا و غنی بودن آن از مواد مغذی، محیطی مناسب برای رشد میکروارگانیسم‌ها و فساد فراهم می‌کند [۳]. فاکتورهای بسیاری از جمله دمای نگهداری، اکسیژن اتمسفر، نور، میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌های درونی در فساد گوشت دخیل هستند [۴]. برای نگهداری گوشت و محصولات گوشتی از روش‌های مختلفی از جمله حرارت، خشک کردن، انجماد، پرتودهی، افزودن نمک، افزودن مواد ضد میکروبی استفاده می‌شود که بعضی از این روش‌ها مشکلاتی را از جنبه‌های مختلف در گوشت تازه بجا می‌گذارند که می‌توانند باعث آسیب به کیفیت محصول گوشت یا تهدیدی بر سلامت مصرف‌کننده شوند. بنابراین تولیدکنندگان بیشتر به دنبال روش‌هایی هستند که ضمن افزایش زمان ماندگاری محصول برای آن‌ها صرفه اقتصادی داشته باشد به همین دلیل استفاده از بسته‌بندی فعال حاوی مواد ضد میکروبی می‌تواند روش مناسبی برای حفظ و نگهداری گوشت از عوامل خارجی و داخلی باشد [۵ و ۶].

پلیمرهای پلی‌لاکتیک اسید یکی از رایج‌ترین پلیمرهای مورد استفاده در بسته‌بندی به شمار می‌آید که از مونومرهای اسید لاکتیک حاصل از تخمیر که عمدتاً ال-اسید لاکتیک هستند، تولید می‌شود [۷]. این پلیمر زیست‌تخریب‌پذیر مشتق شده از اسید لاکتیک، ماده‌ای با قابلیت‌های زیاد است که از منابع ۱۰۰٪ تجدیدپذیر مانند ذرت، چغندر قند، گندم و دیگر محصولات غنی از قند ساخته می‌شود، غیر فرار و بی‌بو بوده و جز مواد GRAS طبقه‌بندی می‌شوند [۸]. این پلیمر، شفاف است و دارای خواص ممانعتی در برابر خروج عطر، طعم، رطوبت و چربی از ماده غذایی، بازدارندگی در مقابل عبور نور فرابنفش و استحکام مکانیکی بالا است [۹]. در سالیان اخیر فیلم‌های ضد میکروبی بر پایه پلی‌لاکتیک اسید با استفاده از ترکیبات ضد میکروبی طبیعی و سنتزی طراحی شده‌اند. به دلیل ویژگی منحصر به فرد عصاره گیاهان و روغن فرار به عنوان منبعی از ترکیبات ضد میکروبی طبیعی، استفاده از منابع طبیعی از جمله گیاهانی که به شکل وحشی رویش می‌یابند، برای تهیه عصاره‌های گیاهی ضد میکروبی در مواد غذایی، از اهمیت بسزایی برخوردار شده است [۱۰]. سماق با نام علمی (*Rhus coriaria* L.) از خانواده Anacardiaceae، درختچه‌ای از تیره پسته است که ارتفاع آن ۵-۱ متر و دارای برگ‌های مرکب که حاوی ۱۵-۹ برگچه پوشیده از کرک و دانه‌دار است. میوه‌های رسیده این گیاه، قرمز متمایل به قهوه‌ای هستند. سماق گیاهی است که به صورت وحشی در مناطق وسیعی از جزایر قناری، در سواحل مدیترانه، ایران و افغانستان و به صورت بومی در مناطقی از جنوب شرقی ترکیه رشد می‌کند. این گیاه طعمی تلخ و اسیدی دارد و محتوی فلاونوس، اسید فنولیک، اسید سیتریک و اسید تارتاریک است [۱۱].

مرک آلمان تهیه شدند. نانوذرات اکسید مس از نمایندگی شرکت سیگما (آلمان) خریداری گردید. نوترینت آگار، ویولت رد بایل آگار، پلیت کانت آگار و پپتون واتر، توئین ۸۰، اتانول و کلروفورم از نمایندگی شرکت مرک (آلمان) و میوه سماق از بازار شهر همدان خریداری گردید.

## ۲-۲- استخراج عصاره اتانولی سماق

به میزان ۲۵۰ گرم پودر میوه سماق قرمز به مخلوط اتانول و آب مقطر استریل (به نسبت ۷ به ۳) اضافه گردید و مخلوط پس از یک شب همگن شدن توسط کاغذ واتمن شماره ۴۰ فیلتر شد. در نهایت محلول صاف شده در روتاری تغلیظ شد و کنسانتره نهایی تا زمان انجام آزمایش در دمای ۴ درجه سانتیگراد ذخیره گردید.

## ۲-۳- تهیه فیلم های پلی لاکتیک اسید حاوی عصاره

### سماق و نانوذرات اکسید مس

فیلم های پلی لاکتیک اسید و نانو کامپوزیت های آن ها با استفاده از روش ریخته گری با حلال تهیه گردیدند. برای تهیه فیلم پلی لاکتیک اسید، ۱ گرم پلی لاکتیک اسید در ۵۰ میلی لیتر کلروفورم حل شده و به مدت ۸ ساعت در دمای اتاق همزده شد. سپس توئین ۸۰ به میزان ۰/۲۵ درصد محلول به عنوان امولسیفایر و همچنین بنابر نوع تیمار، غلظت های مورد نظر نانو ذرات اکسید مس (۱ و ۲ درصد وزنی/وزنی) و عصاره اتانولی سماق (۱ و ۳ درصد وزنی/وزنی) به محلول فیلم های مختص به هر تیمار اضافه شد و به خوبی توسط هموژنیزاتور (۱۲۰۰۰ دور در دقیقه) همگن گردید. محلول تشکیل دهنده فیلم ها روی قالب های شیشه ای با قطر ۱۲ سانتیمتر ریخته و پس از خشک شدن جهت پوشش دادن گوشت چرخ شده مورد استفاده قرار گرفت.

نانو ذرات فلزی از دیگر عوامل ضد میکروبی هستند که در سال های اخیر، بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند. نانو ذرات به دلیل ویژگی هایی همچون کوچک بودن سایز ذرات و در نتیجه افزایش نسبت سطح به حجم و میزان فعالیت واکنشی بالا، فعالیت ضد میکروبی خوبی دارند [۱۲]. نانو ذرات فلزی از طریق واکنش الکترواستاتیکی می توانند به غشاء میکروارگانیسم ها متصل شده و با ایجاد تداخل در نقل و انتقال مواد مغذی منجر به مرگ سلول شوند [۲]. نانو ذرات فلزی اکسید مس با تاثیر مستقیم روی غشای باکتریها باعث تخریب در باکتری می شوند. این اثر در نتیجه واکنش یون مس با آمین و گروه های کربوکسیل لایه ی پپتیدوگلیکان دیواره باکتری و در نتیجه آسیب به دیواره سلولی و غشا باکتری است. شرایط محیطی، غلظت یون مس و نوع میکروارگانیسم در میزان قدرت ضد میکروبی مس علیه میکروارگانیسم ها تاثیر گذار است [۱۳].

مطالعات گسترده ای در رابطه با کاربرد مستقیم ترکیبات ضد میکروبی فعال در مواد غذایی انجام گردیده است، اما تمایل به استفاده غیر مستقیم از این نوع مواد در قالب بسته بندی های مواد غذایی روز به روز در حال افزایش است. بنابراین با توجه به این موضوع هدف از این پژوهش طراحی و تولید فیلم های فعال و زیست تخریب پذیر بر پایه پلی لاکتیک اسید حاوی غلظت های مختلف عصاره اتانولی سماق و نانو اکسید مس به روش قالب گیری و بررسی عملکرد ضد میکروبی فیلم ها در بسته بندی گوشت چرخ کرده در دمای ۴ درجه سانتیگراد است.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد اولیه

پلیمر گرانولی پلی لاکتیک اسید که به عنوان بستر پلیمری به صورت گرانول های سفید رنگ با چگالی ۱/۳ گرم بر سانتیمتر مکعب و وزن مولکولی ۱۹۷۰۰۰ دالتون از شرکت

#### ۴-۲- آماده سازی و بسته بندی گوشت چرخ شده با فیلم های ضد میکروبی

گوشت گوساله سرد تازه (پس از طی شدن جمود نعشی) در شرایط کاملاً استریل و سرد به آزمایشگاه مواد غذایی دانشکده پیرادامپزشکی دانشگاه بوعلی سینا منتقل گردید. بلافاصله در شرایط استریل قطعه قطعه شده و توسط دستگاه چرخ گوشت استریل چرخ گردید و در فیلم های پلی لاکتیک اسید حاوی غلظت های مختلف عصاره سماق و نانوذرات اکسید مس بسته بندی شد. در نهایت در کیسه های پلی اتیلنی استریل و به مدت ۱۲ روز در فواصل زمانی روز ۰، ۱، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ برای انجام تست های مربوطه در شرایط یخچال نگهداری شدند.

#### ۲-۵- آنالیز میکروبی نمونه ها

جهت بررسی اثر ضد میکروبی فیلم ها از هر نمونه به میزان ۱۰ گرم برداشته و با ۹۰ میلی لیتر محلول رقیق سازی آب پپتونه ۰٫۱ درصد همگن شد. سپس رقت های سریالی تهیه و کشت در محیط های کشت مورد نظر انجام شد. کشت میکروبی نمونه ها برای شمارش کلی باکتری های هوازی (در محیط کشت پلیت کانت آگار)، سرماگراها (در محیط کشت پلیت کانت آگار) و باکتری های خانواده انتروباکتریاسه (در محیط کشت ویولت رد بایل آگار) در ۶ زمان مختلف شامل روزهای ۰ (ابتدای مطالعه)، ۱، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ (انتهای مطالعه) انجام گرفت. همچنین در این مطالعه، نمونه بدون فیلم پلی لاکتیک اسید (فقط گوشت چرخ کرده) به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شد.

#### ۲-۶- آنالیز شیمیایی نمونه ها

بررسی شیمیایی کل نیتروژن پایه فرار (TVB-N) نمونه های گوشتی تیمار شده بر اساس روش AOAC در سه تکرار برای هر نمونه انجام شد. برای اندازه گیری pH، ۱۰ گرم از گوشت چرخ کرده به ۹۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد و به

مدت ۵ دقیقه توسط همزن هموزن گردید سپس مخلوط بدست آمده توسط کاغذ صافی واتمن صاف شد و با دستگاه pH سنج در سه تکرار اندازه گیری گردید.

#### ۷-۲- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل نتایج برای هر نمونه به شرح زیر صورت گرفت: تمامی آزمایشات در قالب طرح تصادفی و در حداقل دو تکرار انجام گردید. پس از انجام آزمایشات مختلف بر روی نمونه های حاوی فیلم پلی لاکتیک اسید حاوی غلظت های مختلف عصاره اتانولی سماق و نانو ذرات اکسید مس، داده ها در نرم افزار اکسل ثبت شد. برای آنالیز آماری داده های بخش میکروبی و شیمیایی تاثیر فیلم ها بر نمونه غذایی از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد و مقدار P کمتر از ۰٫۰۵ از نظر آماری معنی دار لحاظ گردید. از آزمون آنالیز واریانس جهت بررسی اختلاف معنی دار میان شرایط تیمار و کنترل استفاده شد. از آزمون آماری دانکن برای مقایسه اختلاف بین میانگین ها در سطح ۰٫۰۵ استفاده شد.

#### ۳- نتایج و بحث

##### ۱-۳- آنالیز میکروبی

نتایج شمارش کلی باکتری های هوازی، سرماگراها و باکتری های خانواده انتروباکتریاسه در نمونه های گوشت چرخ شده بسته بندی شده با فیلم فعال پلی لاکتیک اسید حاوی عصاره اتانولی سماق و نانو ذرات اکسید مس در حین نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد در طی ۱۲ روز در شکل های ۱ تا ۳ نشان داده شده است.

نتایج این مطالعه نشان داد که تعداد باکتری های کل در تمامی تیمارهای مختلف مورد بررسی در این مطالعه با گذشت زمان افزایش پیدا کرد و تعداد باکتری های مذکور در نمونه های بسته بندی شده با فیلم پلی لاکتیک اسید حاوی غلظت های مختلف عصاره اتانولی سماق و نانو ذرات اکسید مس

نسبت به گروه کنترل به صورت معنی داری ( $P < 0/05$ ) کمتر بود. همچنین در بین فیلم‌های مختلف بیشترین اثر ضد میکروبی مربوط به فیلم پلی لاکتیک اسید حاوی عصاره سماق ۳ درصد و نانو اکسید مس ۲ درصد بود.

در روز صفر مطالعه شمارش کلی باکتری‌های گروه کنترل  $3/92 \log \text{CFU/g}$  بود. بالاترین حد مجاز برای شمارش کلی باکتری‌ها در گوشت با کیفیت  $7 \log \text{CFU/g}$  است [۱۴]. در این مطالعه تعداد کلی باکتری‌ها برای گروه کنترل در پایان دوره نگهداری (روز ۱۲) به  $9/14 \log \text{CFU/g}$  رسید (شکل ۱). در این گروه در روز ۶ مطالعه تعداد باکتری‌ها به حدود  $7 \log \text{CFU/g}$  رسید. همچنین در روزهای مختلف شمارش کلی نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم‌های حاوی عصاره اتانولی سماق و نانو ذرات اکسید مس به صورت معنی داری ( $P < 0/05$ ) کمتر از نمونه‌های گروه کنترل بود که ممکن است به علت فعال شدن خاصیت ضد میکروبی عوامل به کار رفته در فیلم‌ها باشد که مقدار تاثیرگذاری آن‌ها بستگی به غلظت و نوع ماده ضد میکروبی دارد که این الگو با کارهای انجام شده قبلی همخوانی دارد [۱۵]. لازم به ذکر است در نمونه‌هایی که با فیلم پلی لاکتیک اسید به تنهایی بسته بندی شده بودند نسبت به گروه فاقد پوشش پلی لاکتیک اسید کاهش رشد میکروبی دیده شد که این می‌تواند به دلیل نفوذپذیری کم فیلم پلی لاکتیک اسید نسبت به اکسیژن باشد که با نتایج مطالعات پیشین مطابقت دارد [۱۶]. نتایج این مطالعه نشان داد که در بین فیلم‌های مختلف بهترین اثر مربوط به فیلم حاوی عصاره اتانولی سماق ۳٪ و نانو ذرات اکسید مس ۲٪ بود. کمترین خاصیت ضد میکروبی در جلوگیری و کاهش رشد باکتری‌های مزوفیل در گروه‌های تیمار شده با فیلم پلی لاکتیک به تنهایی مشاهده شد. در مجموع، آنالیز آماری واریانس بررسی اثر غلظت‌های مختلف عصاره سماق و نانو ذرات اکسید مس در حالت جداگانه و ترکیبی بر متغیر وابسته (لگاریتم تعداد باکتری‌های مزوفیل هوای برحسب

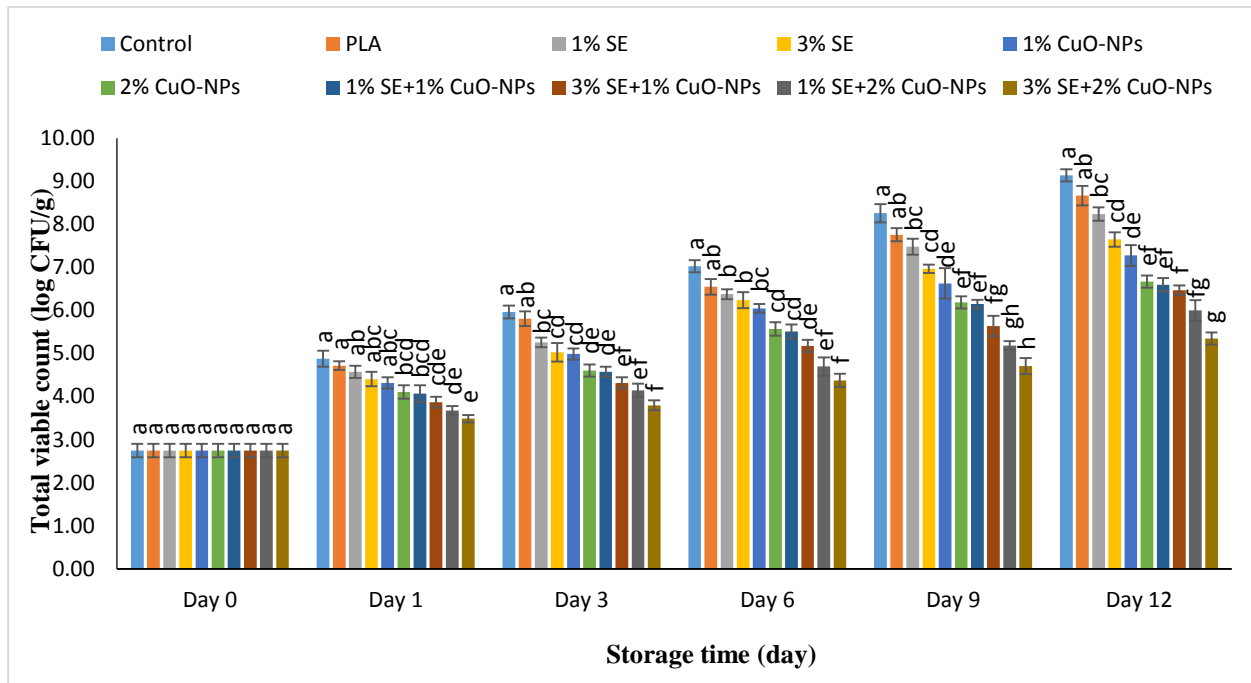
$\text{CFU/g}$ ) نشان داد که در بین گروه‌های مختلف مورد مطالعه تفاوت معنی داری وجود دارد ( $P < 0/05$ ).

در شکل ۲ نتایج حاصل از شمارش باکتری‌های سرماگرا گرم منفی به عنوان مهمترین دسته از باکتری‌های موثر در ایجاد و پیشرفت فساد میکروبی در محصولات گوشتی و فرآورده‌های گوشتی در نمونه‌های گوشت بسته‌بندی شده با فیلم‌های پلی لاکتیک اسید حاوی غلظت‌های مختلف عصاره اتانولی سماق و نانو اکسید مس گزارش شده است. باکتری‌های سرماگرا مهمترین گروه میکروارگانسیم‌های آلودگی میکروبی در گوشت تازه در شرایط نگهداری سرد هستند [۱۷]. نتایج به دست آمده نشان داد که تعداد باکتری‌های سرماگرا به طور معنی داری در طی دوره نگهداری با گذشت زمان افزایش پیدا کرد. بیشترین میزان افزایش در تعداد باکتری‌های سرماگرا در نمونه کنترل مشاهده گردید. در روز صفر مطالعه شمارش کلی باکتری‌های گروه کنترل  $3/51 \log \text{CFU/g}$  بود که در پایان دوره نگهداری (روز ۱۲) به  $8/95 \log \text{CFU/g}$  رسید (شکل ۲). همچنین در روزهای مختلف شمارش کلی نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم‌های حاوی عصاره اتانولی سماق و نانو ذرات اکسید مس به صورت معنی داری ( $P < 0/05$ ) کمتر از نمونه‌های بسته‌بندی نشده با فیلم یا بسته‌بندی شده با فیلم فاقد عصاره اتانولی و نانو ذرات اکسید مس بود.

باکتری‌های خانواده انتروباکتریاسه به عنوان میکروارگانسیم‌های شاخص نیز بخشی از میکروفلور گوشت گوساله را تشکیل می‌دهند، بنابراین بررسی روند رشد آن‌ها در حین نگهداری گوشت گوساله در دمای یخچال ضروری است. دلایل رشد باکتری‌هایی انتروباکتریاسه در شرایط سرد ناشناخته است [۱۸]. نتایج مربوط به میزان تاثیر فیلم‌های مورد مطالعه در شکل ۳ گزارش شده است. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تعداد باکتری‌های خانواده انتروباکتریاسه در گروه کنترل از  $2/75 \log \text{CFU/g}$  در روز صفر به  $\log$

انتروباکتریاسه در پایان روز ۱۲ نگهداری نمونه‌ها تقریباً ۱/۸۳-۳/۳ لگاریتم نسبت به گروه کنترل بود. بر طبق مطالعات قبلی عصاره‌ها نقش موثری در کاهش تعداد باکتری‌های خانواده انتروباکتریاسه در گوشت و محصولات گوشتی در شرایط سرد دارند [۱۹].

در حالی که در روز ۱۲ رسید. در حالی که در نمونه‌های حاوی عصاره سماق ۳٪ و نانو ذرات اکسید مس ۲٪ در روز ۶ مطالعه، تعداد باکتری‌های این خانواده  $\log$  CFU/g ۳/۰۱ بود. لازم به ذکر است، در گروه‌هایی که به صورت ترکیبی از عصاره و نانوذرات استفاده شده بود میزان کاهش رشد باکتری‌های خانواده



**Fig 1** Changes in total viable count of the wrapped minced beef during refrigeration storage.

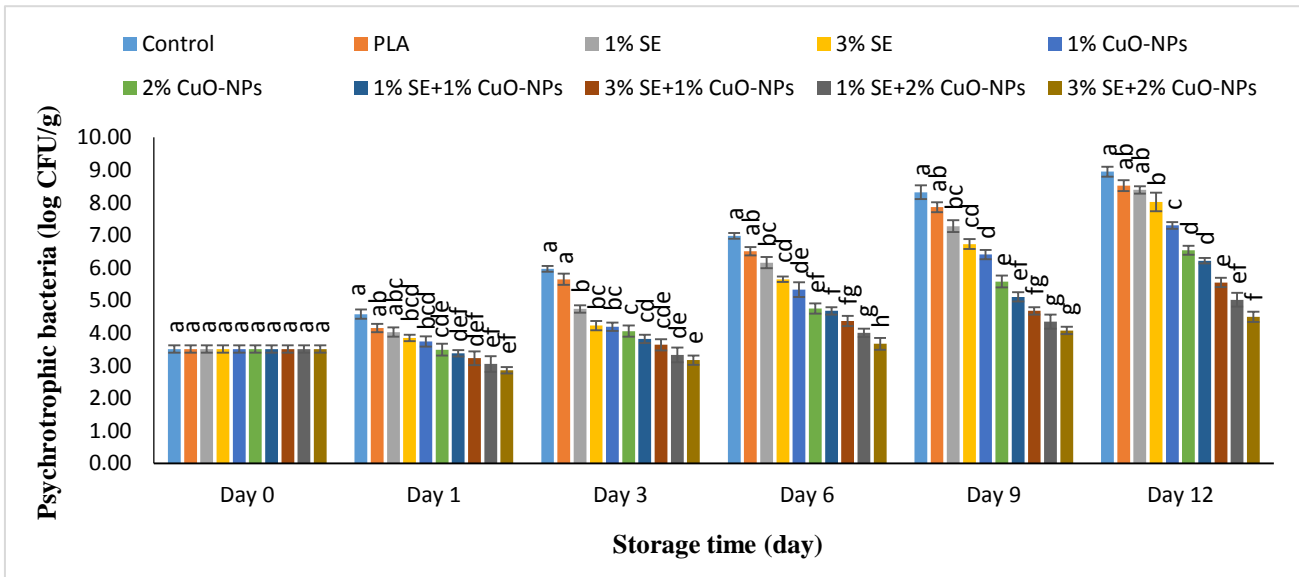


Fig 2 Changes in psychrotrophic bacteria of the wrapped minced beef during refrigeration storage.

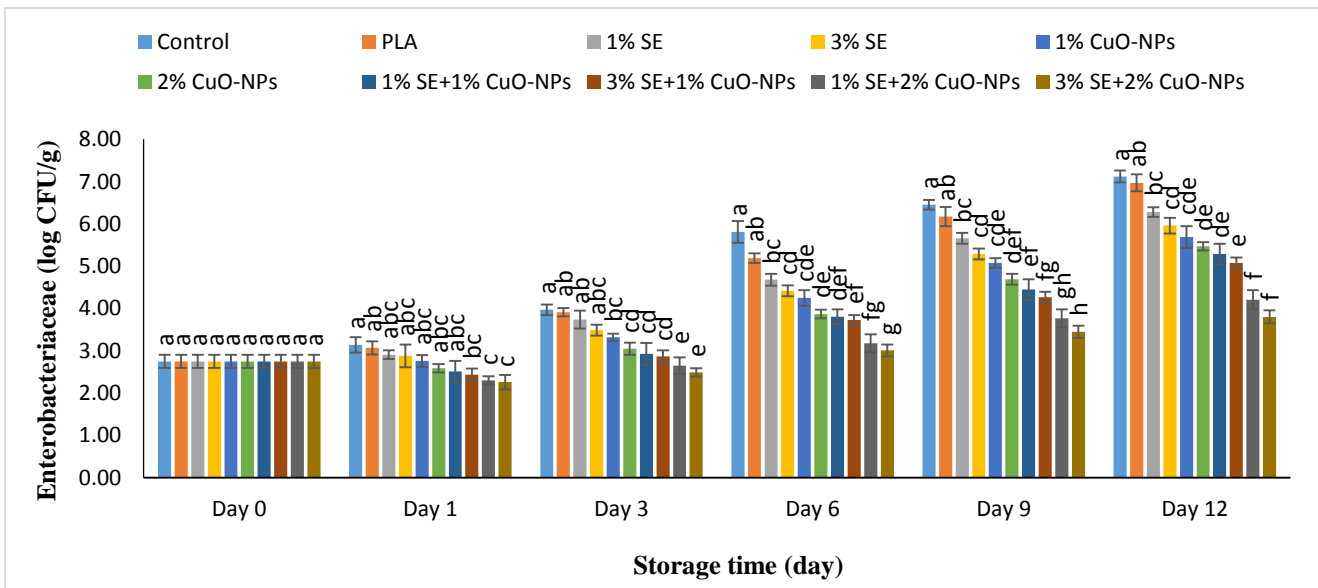


Fig 3 Changes in enterobacteriaceae of the wrapped minced beef during refrigeration storage.

### ۳-۲- نتایج آنالیز شیمیایی

است. افزایش این عدد نشان‌دهنده افزایش میزان فعالیت باکتری‌های مولد فساد و آنزیم‌های گوشت می‌باشد. تغییرات میزان مواد ازته فرار در نمونه‌های گوشت گوساله در شکل ۴ نشان داده شده است. میزان اولیه TVB-N در

اندازه‌گیری مواد ازته فرار پارامتری کمی برای تعیین میزان آمونیاک و آمین‌های نوع اول، دوم و سوم در گوشت قرمز

تغییرات عمدتاً به دلیل فعالیت‌های میکروبی و فعالیت‌های آنزیمی گوشت در طی دوره نگهداری است. با گذشت زمان بافت گوشت توسط فعالیت آنزیمی میکروارگانیسم‌های گوشت تخریب می‌شود که منجر به تولید ترکیبات ازته در گوشت می‌شود [۲۰]. روند تغییرات pH رابطه مستقیم با روند تغییرات جمعیت میکروبی نمونه‌ها دارد؛ یعنی با افزایش جمعیت میکروبی و در نتیجه فعالیت آنزیمی، pH نیز افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده از تغییرات pH با نتایج آزمون جمعیت میکروبی کل مطابقت داشت؛ به این ترتیب که نمونه‌های بسته‌بندی شده به دلیل جمعیت میکروبی پایین‌تر روند کندتری در افزایش pH نسبت به نمونه کنترل داشتند. مقایسه pH به دست آمده در این تحقیق با نتایج گزارش شده سایر محققین نشان داد که در بعضی از موارد pH گوشت در ابتدای دوره کاهش و پس از آن در تمامی موارد، افزایش می‌یابد. افزایش باکتری‌های اسید لاکتیک و در نتیجه تجمع اسید لاکتیک و پس از آن افزایش باکتری‌های فسادزا که منجر به تجمع ترکیبات قلیایی مثل آمونیوم و تری متیل آمین می‌گردند می‌توانند علت این امر باشند [۲۱ و ۲۲].

نمونه‌ها ۱۰/۴۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت بود که در پایان روز ۱۲ نگهداری نمونه‌ها به ۴۵/۸۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت رسید. با افزایش دوره نگهداری، میزان TVB-N در تمامی تیمارها افزایش یافت اما در نمونه‌هایی که با فیلم‌های حاوی عصاره و نانو ذرات بسته‌بندی شده بودند این افزایش در مقایسه با نمونه شاهد کمتر بود که این موضوع مطابق با یافته‌های پیشین است [۱۹]. تغییرات pH در نمونه‌های گوشت چرخ شده بسته‌بندی شده با فیلم‌های مختلف در طول مدت نگهداری در شکل ۵ گزارش شده است. میزان pH اولیه گوشت گوساله ۵/۶۷ بود که در پایان مطالعه (روز ۱۲) به ۶/۷۰ رسید. مقدار pH نمونه‌ها از روز صفر (روز اول مطالعه) تا روز ۱۲ (روز نهایی مطالعه) در نمونه‌ها در حال افزایش بود اما این افزایش، در نمونه‌های تیمار شده با عصاره سماق و نانو ذرات اکسید مس نسبت به نمونه کنترل کمتر بود. مطابق با گزارش سازمان کدکس در سال ۲۰۰۳، pH گوشت حیوانات باید ۷-۷/۵ باشد تا از نظر کدکس این ماده غذایی برای مصرف‌کنندگان ایمن باشد. همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان داد تغییرات pH در طول زمان نگهداری روندی افزایشی داشت که این

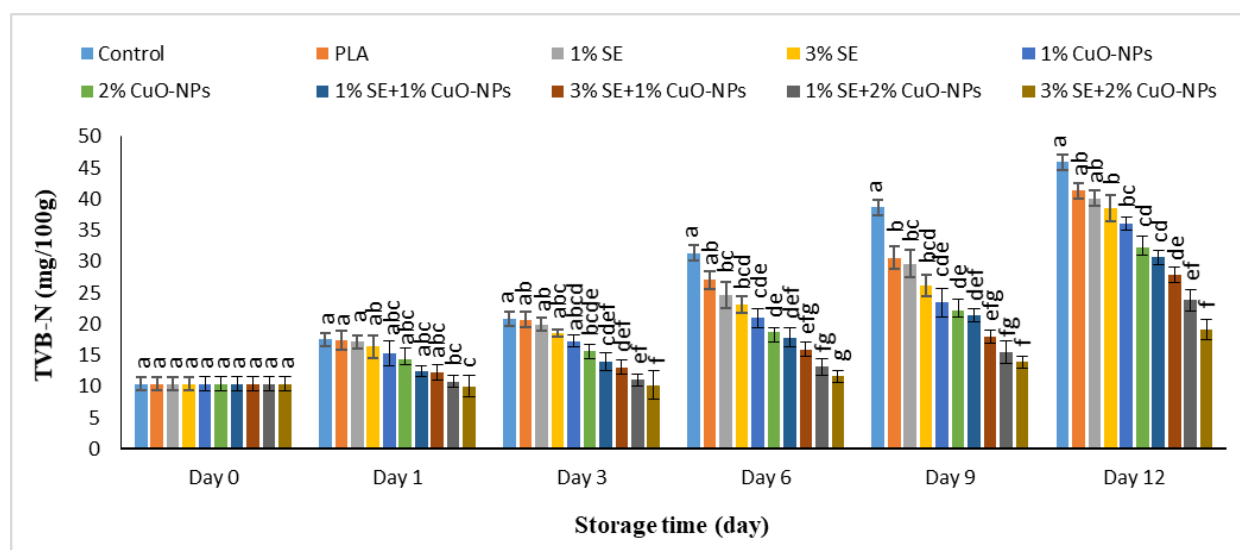
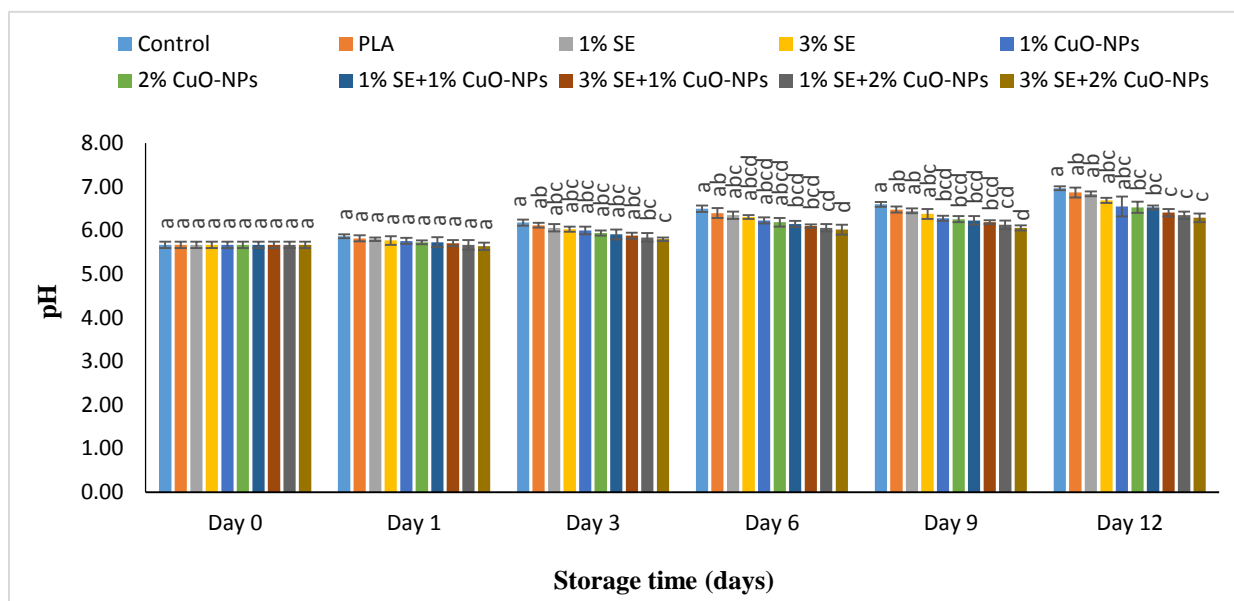


Fig 4 Changes in TVB-N of the wrapped minced beef during refrigeration storage.





**Fig 5** Changes in pH of the wrapped minced beef during refrigeration storage.

به شمار رود. بر اساس نتایج به دست آمده می توان چنین نتیجه گرفت که فیلم پلی لاکتیک اسید حاوی عصاره اتانولی سماق ۳٪ و نانوذرات اکسید مس ۲٪ موثرترین فیلم برای افزایش مدت ماندگاری نمونه های غذایی گوشتی است.

#### ۵- سپاسگذاری

بدینوسیله از دانشگاه بوعلی سینا همدان به جهت حمایت از این تحقیق تشکر و قدردانی می گردد.

#### ۴- نتیجه گیری کلی

در مطالعه حاضر، براساس یافته ها، می توان نتیجه گرفت که فیلم های پلی لاکتیک اسید حاوی عصاره اتانولی سماق و نانوذرات اکسید مس به تنهایی و در ترکیب با هم به شکل مناسبی ماندگاری گوشت گوساله چرخ شده را در مقایسه با گروه کنترل در هنگام ذخیره طی ۱۲ روز نگهداری در شرایط سرد افزایش داده است. بنابراین استفاده از این فرمولاسیون می تواند روشی مناسب برای نگهداری گوشت

#### ۶- منابع

- [1] Ajiboye, E. A., Alhassan, S., Adedayo, R. M., Kolawole, M. O., and Oladosu, O. T. (2011). Physicochemical properties and microorganisms isolated from dried meat obtained in Oja- Oba market in Ilorin, Nigeria. *Advances in Applied Science Research*, 2 (4), 391-400.
- [2] Whitesides, G. M. (2005). Nanoscience, nanotechnology, and chemistry, *Small*, 1, 172-179.
- [3] Kristensen, L., and Purslow, P. P. (2001). 'The effect of aging on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins. *Meat Science*, 58, 17-23
- [4] Lambert, A. D., Smith, J. P., and Dodds, K. L. (1991). Shelf life extension and microbiological safety of fresh meat – a review. *Food Microbiology*, 8, 267-297.

- [5] Dave, D., and Ghaly, A. E. (2011). Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: A critical review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6, 486-510.
- [6] Zhou, G. H., Xu, X. L., and Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat-A review. *Meat Science*, 86, 119-28.
- [7] Jamshidian, M., Arab Tehrani, E., and Jacquot, M. (2010). Poly-lactic acid: production, applications, nanocomposites, and release studies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 552-571

- [8] Gupta, B., Revagade, N., and Hilborn, J. (2007). Poly (lactic acid) fiber: an overview. *Progress in Polymer Science*, 32, 455-482.
- [9] Zhang, R., Lan, W., Ji, T., Sameen, D. E., Ahmed, S., Qin, W., and Liu, Y. (2021). Development of polylactic acid/ZnO composite membranes prepared by ultrasonication and electrospinning for food packaging. *LWT-food science and technology*, 135, 110072 .
- [10] Fereidoonfar, H., Salehi-Arjmand, H., Khadivi, A., Akramian, M., and Safdari, L. (2019). Chemical variation and antioxidant capacity of sumac (*Rhus coriaria* L.). *Industrial Crops and Products*, 139, 111518.
- [11] Nassar-Abbas, S. M., and Kadir Halkman, A. (2004). Antimicrobial effect of water extract of sumac(*Rhus coriaria* L.) on the growth of some food borne bacteria including pathogens. *International Journal of Food Microbiology*, 97, 63-69.
- [12] Sirelkhatim, A., Mahmud, S., Seeni, A., Mohamad Kaus, N. H., Chuo Ann, L., Bakhori, S., Hasan, H., and Mohamad, D. (2008). Review on Zinc Oxide Nanoparticles: Antibacterial Activity and Toxicity Mechanism. *Nano-Micro Letters*, 297, 71-76.
- [13] Wu, D., Wang, X., Song, Y., and Jin, R. (2004). Nanocomposites of poly (vinyl chloride) and nanometric calcium carbonate particles: Effects of chlorinated polyethylene on mechanical properties, morphology, and rheology. *Journal of Applied Polymer Science*, 92(4), 2714-2723.
- [14] Ercolini, D., Russo, F., Torrieri, E., Masi, P., and Villani, F. (2006). Changes in the spoilage-related microbiota of beef during refrigerated storage under different packaging conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(7), 4663-4671.
- [15] Khanjari, A., Misaghi, A., Basti, A. A., Esmaeili, H., Cherghi, N., and Partovi, R. (2013). Effects of *Zataria multiflora* Boiss. essential oil, nisin, pH and temperature on *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 43996 and its thermostable direct hemolysin production. *Journal of Food Safety*, 33, 340-347.
- [16] Bonilla, J., Fortunati, E., Vargas, M., Chiralt, A., and Kenny, J. M. (2013). Effects of chitosan on the physicochemical and antimicrobial properties of PLA films. *Journal of Food Engineering*, 119(2), 236-243.
- [17] Babuskin, S., Babu, P. A. S., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M., and Sukumar, M. (2014). Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, 171, 32-40.
- [18] Fernández-Saiz, P., Sánchez, G., Soler, C., Lagaron, J., and Ocio, M. (2013). Chitosan films for the microbiological preservation of refrigerated sole and hake fillets. *Food Control*, 34(1), 61-68.
- [19] Han, C., Wang, J., Li, Y., Lu, F., and Cui, Y. (2014). Antimicrobial-coated polypropylene films with polyvinyl alcohol in packaging of fresh beef. *Meat Science*, 96(2), 901-907.
- [20] Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., and Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120, 193-198.
- [21] Sedaght, N., Mohammad-Hosseini, M., Khoshnoudi-nia, S., Habibi, M. B., and Koocheki, A. (2015). Antimicrobial properties of CMC-based edible films incorporated with coriander and citrus lemon essential oils on the shelf-life of fresh lamb-meat at refrigerator temperature. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 9940, 53-62.
- [22] Vasconez, M. B., Flores, S. K., Campson, C.A., Alvarado, J., and Gerschenson, L. N. (2010). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*, 42, 762-9. 27.



### Effects of Poly Lactic Acid Film Containing Sumac Fruit Extract and Copper Oxide Nanoparticles on Shelf Life Enhancement of Minced Beef

Pajohi-Alamoti, M. R. <sup>1</sup>, Bazargani-Gilani, B. <sup>1\*</sup>, Izadi, F. <sup>2</sup>

1. Associate Prof., Department of Food Hygiene and Quality Control, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran  
2. BA., Department of Food Hygiene and Quality Control, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

#### ABSTRACT

Shelf life increasing of red meat has the great importance due to its perishable properties and consumers' demand to use food free synthetic preservatives. This study was aimed to investigate the antimicrobial and antioxidant effects of poly lactic acid film (PLA) containing different concentrations of ethanolic sumac extract (SE 1 and 3%) and copper oxide nanoparticles (CuO1 and 2%) on shelf life enhancement of the minced beef during cold storage. The samples were stored at  $4 \pm 1$  °C for 12 days and analyzed at 0, 1, 3, 6, 9 and 12 days of the storage period. All of the treatments significantly ( $P \leq 0.05$ ) decreased total viable count, psychrotrophic bacteria and *Enterobacteriaceae* spp. population as compared control group during the storage period. Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and pH values of the non-packed samples (control) were significantly ( $P \leq 0.05$ ) higher than the packed ones during the storage time. The combined treatments containing SE and CuO-NPs showed the highest efficiency in shelf life increasing of the cold stored minced beef in dose dependent manner. Based on the results, it can be concluded that the usage of biodegradable poly lactic acid film containing a complex of SE and CuO-NPs is effective packaging in the shelf life improvement of minced beef during 12 days of the refrigerated storage period.

#### ARTICLE INFO

##### Article History:

Received : 2023/2/8  
Accepted : 2023/5/19

##### Keywords:

Poly Lactic Acid, Sumac Extract,  
Copper Nanoparticles,  
Packaging,  
Minced Meat,  
Shelf Life.

DOI: 10.22034/FSCT.20.137.100  
DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.137.8.8

\*Corresponding Author E-Mail:  
behnazbazargani90@gmail.com  
b.bazargani@basu.ac.ir