مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

مطالعه فیلم پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره بر مدت ماندگاری فیله مرغ

مینا تذکری[۱]، حسن حامدی[۲]، سید امیر علی انوار[۳]، نکیسا سهرابی حقدوست [٤]

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲-استادیار گروه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۳-دانشیار، گروه کنترل کیفی و بهداشت مواد غذایی، دانشکده علوم دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

٤-استادیار گروه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۵/۲٤

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۹/۲۷

کلمات کلیدی:

پلی‌لاکتیک‌اسید،

فیله مرغ،

مرزه ریشنگری،

نانوذرات نقره

DOI:10.22034/FSCT.21.154.15.

* مسئول مکاتبات:

چکیده

عصاره‌های گیاهی و نانوذرات تهیه شده از آن‌ها به جهت دارا بودن خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی می‌توانند در افزایش مدت ماندگاری گوشت مورد استفاده قرار گیرند. در تحقیق حاضر تاثیر فیلم‌های پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری بر خواص فیزیکوشیمیایی و میکروبی فیله مرغ در دمای یخچالی در بازه‌های زمانی ۰، ۳، ۷ و ۱٤ روز مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها شامل شاهد (کد۱)، فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم پلی‌لاکتیک‌اسید (کد۲)، فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم پلی-لاکتیک‌اسید حاوی عصاره مرزه ریشنگری (کد۳) و فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم پلی-لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری (کد٤) بودند. نتایج نشان داد که میانگین قطر هاله عدم رشد بر علیه باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیاکلی برای عصاره مرزه حاوی نانوذرات نقره به طور معنی‌داری بالاتر ازعصاره مرزه بود ($p\leq$۰/۰۵). در تمامی روزهای مورد بررسی به جز روز یکم، پائین ترین میزان pH و تیوباربیتوریک اسید متعلق به نمونه ٤ بود ($p\leq$۰/۰۵). در روزهای سوم و هفتم، بالاترین مولفه رنگی L* متعلق به نمونه ٤ بود ($p\leq$۰/۰۵). در تمامی روزهای مورد بررسی به جز در روز یکم، پائین ترین جمعیت باکتری‌های مزوفیل، سایکروفیل، کلی فرم، استافیلوکوکوس اورئوس و کپک و مخمر و کپک و مخمر و همچنین بالاترین امتیاز کلیه فاکتورهای حسی (بو، رنگ، بافت، پذیرش کلی) متعلق به نمونه ٤ بود ($p\leq$۰/۰۵). نمونه ٤ به جهت امتیاز حسی بالاتر و ویژگی‌های میکروبی مطلوب‌تر به عنوان تیمار برتر انتخاب شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

۱-مقدمه

گوشت مرغ به عنوان یک منبع پروتئینی بسیار محبوب در سرتاسر جهان محسوب می‌گردد و مصرف آن در دهه اخیر در بسیاری از کشورها به جهت هزینه پایین‌تر تولید آن نسبت به گوشت قرمز، محتوای چربی پایین و ارزش تغذیه‌ای بالای آن رو به افزایش بوده است. از آنجایی که گوشت مرغ به گروه مواد غذایی فاسد شدنی تعلق دارد و بایستی در شرایط سرمایی نگهداری گردد، یکی از دغدغه‌های مهم صنعت مربوطه افزایش عمر نگهداری این محصولات می باشد[۱]. بسته‌بندی بر اساس مواد سنتزی متداول، به علت زیست - تخریب پذیر نبودن آن‌ها، منجر به مشکلات جدی زیست محیطی شده است. در این زمینه، بیوپلیمرها را می‌توان یک منبع جایگزین برای توسعه بسته‌بندی دانست. استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بر پایه پلیمرهای طبیعی و افزودنی‌های مجاز غذایی قابل اهمیت است[۲]. از طرفی تمایل مصرف کنندگان بر مصرف محصولات "سالم تر" که عاری از مواد نگهدارنده شیمیایی باشد باعث گردیده که صنعت مواد غذایی به دنبال راه‌حلی باشد که ضمن افزایش عمر نگهداری محصولات، خواست مصرف‌کنندگان را نیز تأمین نماید. در سال‌های اخیر یکی از راه حل‌های ارائه شده، استفاده از پوشش‌های زیست تخریب پذیر ضدمیکروبی بوده است[۱]. پلی‌لاکتیک‌اسید پلی استری ترموپلاستیک با زنجیر خطی است و اسید لاکتیک به عنوان مونومر تشکیل دهنده PLA[1] به شمار می رود[۳]. PLA یک بیوپلیمر زیست تخریب پذیر است که به طور معمول از تخمیر ترکیبات قندی مثل نشاسته ذرت تولید شده و به دو روش بسپارش تراکمی و حلقه باز پلیمریزه می‌شود[٤]. PLA دارای ویژگی‌های مطلوبی از جمله استحکام مکانیکی بالا و شفافیت و بازدارندگی در مقابل نور فرابنفش می‌باشد. همچنین استفاده از آن به عنوان ماده‌ای در تماس با ماده غذایی از سوی FDA مجاز تلقی شده است[٥]. PLA ضمن بهره مندی از قابلیت-های فراوان از نظر منابع تولیدی و فرآیند تولید و همچنین زیست تخریب پذیری جهت استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی معایبی از جمله شکنندگی و ترد بودن و قابلیت شکل پذیری پایین نیز دارد که باعث کاهش میزان کارایی آن گردیده است. در نتیجه بهبود خواص مکانیکی آن از طریق افزودن تقویت کننده‌های مناسب و تعیین اثر سطوح مختلف آن‌ها می‌تواند این بیو پلیمر را به عنوان یک ماده بسته‌بندی اصلی در صنایع مختلف به ویژه مواد غذایی تبدیل کند[٦]. تحقیقات نشان داده است که می‌توان با استفاده از فناوری نانو، مزایای فراوانی را در مواد ضد میکروبی نظیر کاهش مصرف مواد ضدمیکروبی، افزایش کارآیی، سازگاری بالا با محیط زیست و بهبود کیفیت ایجاد نمود [۷]. نانوذرات، موادی با ساختار سه بعدی می‌باشند که اندازه آن-ها از ۱ تا ۱۰۰ نانومتر متغیر است. ذرات نانو می‌توانند با استفاده از روش‌های سبز و غیر سبز ساخته شوند. روش‌های غیر سبز شامل روش‌های شیمیایی و فیزیکی هستند [۸]. نانوذرات خواص ضدمیکروبی خوبی از خود نشان می‌دهند که به دلیل دارا بودن نسبت سطح به حجم بالای آنهاست[۹]. ترکیبات شیمیایی موجود در گیاهان مانند آنتی‌اکسیدان‌ها و قندها، نقش مهمی در ساخت نانوذرات دارند. گیاهان محتوی ترکیبات احیاءکننده گزینه بسیار مناسبی در سنتز نانوذرات هستند، زیرا یون‌های فلزی می توانند به فلزات مربوطه احیاء شوند[۱۰، ۱۱]. نانوذرات فلزی در زمینه های مختلف علمی و صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند[۱۲]. در این میان، نانوذرات نقره (AgNPs) به دلیل رسانایی خوب، پایداری شیمیایی، خواص کاتالیتیک، فتونیک و اپتوالکترونیک بسیار مورد توجه بوده‌اند[۱۳]. نقره از دیرباز به عنوان یک ماده ضدعفونی کننده مورد توجه بوده است، اما به دلیل خاصیت باکتری‌کشی کم و با توسعه آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد شیمیایی

[1] Poly Lactic acid

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

ضدباکتری، استفاده از آن محدود شده بود. با این حال، با توسعه تولید AgNPs استفاده مجدد از نقره به عنوان ماده باکتری‌کش قدرتمند رونق یافته است[۱٤]. نانونقره می‌تواند بر روی باکتری‌های گرم مثبت، باکتری‌های گرم منفی، کپک و قارچ اثر کرده و آن‌ها را از بین ببرد[۱۵]. مرزه رشینگری، گیاه بومی ایران است که بطور وسیعی در بخش های شمالی کشور گسترش دارد این گیاه متعلق به جنس satureja و خانواده Lamiaceae بوده و در طب سنتی این گیاه به عنوان ضد درد و ضد عفونت معروف است. از خانواده گیاهی لامیاسه (نعناعیان) و از گونه‌های با خاصیت آنتی‌اکسیدانی چشمگیر می‌باشد. شواهد زیادی مبنی بر خواص ضدویروسی ضدباکتریایی و ضدقارچی از اجزای سازنده اسانس و عصاره مرزه گزارش شده و تحقیقات زیادی انجام شده است تا مشخص گردد کدام یک از گروه های عاملی یا ساختارهای فضایی ترکیبات سازنده اسانس مسئول خاصیت آن‌ها هستند[۱٦]. در ارتباط با نانوذرات سنتز شده از عصاره‌های گیاهی و بکارگیری آن‌ها در پوشش‌های ضد میکروبی تحقیقات گوناگونی انجام شده است. Rasaee و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی بیوسنتز نانو ذرات نقره با استفاده از عصاره برگ گیاه مرزه *hortensis* تیمار دهی شده با Nacl و خواص ضد باکتریایی آن پرداختند. مقادیر FTIR شکل نسبتا کروی با اندازه ۲/۹ تا ۳/٤ نانومتر را نشان داد. نتایج نشان داد که مونوترپن‌های آروماتیک مرزه نقش موثری در بیوسنتز نانو نقره دارند. همچنین بیشترین اثر ضدمیکروبی علیه باسیلوس سوبتیلوس گزارش شد[۱۷]. Ozogul و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی نانوامولسیون بر پایه اسانس‌های گیاهی (رزماری، برگ بو،آویشن، مریم‌گلی) بر ویژگی‌های حسی، شیمیایی و میکروبیولوژی فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان طی نگهداری در یخ بیان نمودند که نانوامولسیون منجر به بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیک فیله‌ها شد و مدت زمان نگهداری فیله‌ها از ۱٤ روز در نمونه کنترل، به ۱۷ روز در نمونه های محتوی نانوامولسیون افزایش یافت. همچنین منجر به کاهش پارامترهای میکروبی و کاهش رشد باکتری‌ها، میزان پراکسید، میزان ازت فرار شد و بیشترین اثر ضد میکروبی در گروه رزماری و به دنبال آن آویشن، مشاهده شد[۱۸]. در تحقیق حاضر با هدف بهبود ویژگی‌های میکروبیولوژیکی، خواص فیزیکوشمیایی و حسی فیله مرغ از پوشش دهی توسط فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید محتوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری استفاده شد..

۲- مواد و روش ها

۲-۱ تهیه مواد اولیه

گیاه مرزه ریشنگری از پژوهشکده گیاهان دارویی، پودر نانو نقره با خلوص ۹۹/۹ درصد شرکت سیگما آلدریچ (Sigma aldrich) ایالات متحده آمریکا و گرانول خالص پلی‌وینیل-الکل (Food Grade) که توسط مجتمع پتروشیمی بندر امام تولید شده بود استفاده شد. فیله‌های مرغ تازه از بازار محلی تهیه گردید.

۲-۲ عصاره گیری گیاه مرزه ریشنگری

در این روش اندام‌های هوایی گیاه (یعنی بدون ریشه چون ریشه میزان غده برای عصاردهی کم و اندک است) در مرحله گل‌دهی (بیش‌ترین میزان عصاره‌دهی گیاه این مرحله است و بیش‌ترین میزان هم در برگ‌ها است) تهیه و شسته شد و در دمای ۵۰ درجه سلسیوس درون آون به مدت یک روز خشک گردید. مرزه خشک شده در آسیاب پودر شد و ۱۰ گرم آن در ۹۰ میلیلیتر آب مقطر حل شد. در حرارت غیر مستقیم یعنی بن ماری آب ۹۰ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان ۱۰ دقیقه قرار داده شد. ابتدا با قیف بوخنر و سپس با کاغذ صافی واتمن شماره ۲ صاف شد و در دمای ٤ درجه نگهداری شد [۱۹].

۲-۳ اندازه‌گیری حداقل غلظت مهارکنندگی[۲] و حداقل غلظت کشندگی[۳]

حداقل غلظت مهارکنندگی با استفاده از روش میکرودایلوشن براث تعیین شد. سویه های استاندارد بر اساس دستورالعمل-های استاندارد آزمایشگاهی و کلینیکی CLSI[4] (M100-S16) برای انجام آنتی بیوگرام از لحاظ مقاومت به آنتی بیوتیک‌ها

[2]Minimum Inhibitory Concentration
[3]Minimum Bactericidal Concentration
[4]Clinical and Laboratory Standards Institute

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

بررسی شدند. کشت شبانه تازه میکروارگانیسم مورد آزمون برای تهیه سوسپانسیون سلولی مولر هینتون براث (MHB)[3] دوبار برای سویه‌های باکتریایی برای بدست آوردن 10^6 واحد تشکیل کلنی(CFU/ml) و $1-2\times10^3$cells/ml تغلیظ شد. عصاره مورد بررسی در دی متیل سولفوکسید ٤درصد (DMSO)[4] و سپس ۱۰۰µl از هر رقت در میکروول‌ها قرار گرفتند و به طور جداگانه با ۱۰۰µl سوسپانسیون باکتریایی تلقیح داده شدند. بعد از مخلوط دقیق، میکروپلیت‌های تلقیح شده در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد برای ٢٤ ساعت انکوبه شدند. حداقل غلظت بازدارندگی به عنوان پایین‌ترین غلظت برای مهار رشد قابل ملاحظه‌ای از میکروارگانیسم‌ها بیان شد. برای تعیین حداقل غلظت میکروبی ۱۰۰ میکرولیتر از بخشی از براث از هر چاهک گرفته شد، روی محیط کشت مولر هینتون آگار گسترده شده و در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ٢٤ ساعت برای باکتری انکوباسیون صورت گرفت. پایین‌ترین غلظتی که میکروارگانیسم‌های انکوبه کاملا کشته می‌شوند (کاهش۹۹/۹ درصد در CFU/ml در مقایسه با شاهد) به عنوان حداقل غلظت کشندگی تعریف شد. جنتامایسین به عنوان شاهد مثبت ضد میکروبی مورد استفاده قرار گرفت[۲۰،۲۱] .

۲-٤ سنتز نانو ذرات نقره

نیترات نقره M ۰/۰۰۱ (Merck, Germany) با با عصاره *S. Rechingeri* ترکیب شد به طوری که نسبت عصاره به نیترات نقره را یک به چهار در نظر گرفته شد. تغییر رنگ محلول از زرد روشن به قهوه‌ای تیره نشان دهنده انجام واکنش و سنتز نانوذرات بود. این فرآیند در pH=۷ و در دمای اتاق به مدت ٢٤ ساعت انجام شد [۲۲].

۲-۵ آنالیز انتشار چاهک در آگار

سویه‌های باکتری و قارچ های مورد آزمایش استاندارد شامل باکتری‌های گرم مثبت استافیلوکوکوس ارئوس PTCC1112 (ATCC 6735) و گرم منفی اشرشیاکلی PTCC1330 (ATCC 8739)، آسپرژیلوس-نایجر(ATCC 9029) PTCC 5010 وکاندیدا آلبیکنس5027 (ATCC 10231) به صورت لیوفیلیزه از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شد. نمونه‌های میکروبی بر اساس روش‌های استاندارد احیا شد. از کشت تازه میکروبی، چند کلونی به محیط کشت مولر هینتون براث استریل منتقل شد تا کدورت کشت‌های حاصله به صورت بصری مشابه با کدورت لوله ۰/۵ مک فارلند ($1/5\times10^8$ باکتری در هر میلیلیتر) پس از ورتکس کردن باشد. سپس سوآپ پنبه‌ای استریل را در کنار شعله و زیر هود لامینار وارد سوسپانسیون میکروبی تهیه شده با کدورت معادل لوله ۰/۵ مک فارلند کرده و به آن آغشته شد و با کشیدن سواپ به جداره لوله مقدار اضافی سوسپانسیون را گرفته و به صورت یکنواخت سواپ بر روی پلیت حاوی محیط کشت مولر هینتون آگار گسترش داده شد تا کشت باکتریایی صورت گیرد. سپس در سطح پلیت گودی‌ها یا چاهک‌هایی توسط پیپت پاستور استریل با قطر ۵ میلیمتر و به فاصله ۲ سانتیمتر از هم ایجاد شد. هر چاهک به وسیله رقت‌های مختلفی از عصاره پر شد. به عنوان شاهد مثبت آزمایش از آنتی بیوتیک استرپتومایسین و به عنوان شاهد منفی از دی‌متیل‌سولفاکساید (DMSO) استفاده شد. به منظور جلوگیری از تبخیر نمونه‌های آزمون، دورتادور پلیت‌ها با پارافیلم استریل آزمایشگاهی کاملا پوشانده شد. پس از اتمام کار، تمامی پلیت‌های مورد آزمون در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفته و سپس به مدت ٢٤ ساعت در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتیگراد قرار می-گیرند. عملیات مذکور با سه تکرار انجام شد. پس از سپری شدن این زمان، کشت باکتریایی از نظر تشکیل و یا عدم تشکیل هاله عدم رشد برحسب میلیمتر توسط کولیس اندازه گیری و میانگین آن‌ها محاسبه شد[۲۰،۲۱] .

۲-٦ تهیه فیلم ها

جهت تهیه فیلم پلی لاکتیک اسید، محلول پلی‌لاکتیک‌اسید در کلروفرم تهیه و به مدت ٤ ساعت در دمای محیط تا حل شدن کامل گرانول‌ها و ایجاد محلول یکنواخت هم زده شد.

[3] Mueller Hinton Broth
[4] Dimethyl sulfoxide

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

برای تهیه فیلم از روش ریخته‌گری محلول (قالب گیری) استفاده شد. بدین منظور مقدار مشخصی محلول پلی‌لاکتیک-اسید روی شیشه‌ای به قطر ۱۰ سانتی متر ریخته و به مدت ۲٤ ساعت در دمای محیط خشک شد. جهت فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی عصاره مرزه و نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری، ۱۰ گرم مرزه در ۹۰ سی سی اتانول حل شد و در حمام ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت نیم ساعت قرار داده شد و سپس محلول سرد شد و توسط قیف و کاغذ صافی واتمن صاف گردید. از عصاره یک بار در محلول پلی‌لاکتیک‌اسید استفاده شد و بار دیگر به همراه عصاره و نانو ذره نقره به فیلم پلی‌لاکتیک‌اسید اضافه شد. اما نحوه محاسبه درصد عصاره بر مبنای میزان حداقل میزان کشندگی آن بود [۲۳].

۲-۷ پوشش‌دهی نمونه‌های فیله مرغ

نمونه‌ها از بازار خریداری و با فاصله کمتر از ۱ ساعت به آزمایشگاه منتقل شد، با آب سرد شسته شده و با ابزارهای استریل برش زده شدند. سپس توسط نمونه‌های فیلم پوشش‌دهی شدند و سپس به یخچال‌های مخصوص دارای ترمومتر منتقل شدند. و در روزهای ۱، ۳، ۷ و ۱٤ مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۱).

Table 1. The treatments used in the present study

Treatment	Specifications
Cod (1)	Control sample (chicken fillet without coating)
Cod (2)	Chicken fillet coated with polylactic acid film
Cod (3)	Chicken fillet coated with polylactic acid film contains Satureja rechingeri extract
Cod (4)	Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from Satureja rechingeri extract

۲-۸ آزمون‌های نمونه‌های فیله مرغ طی دوره نگهداری

۲-۸-۱ تغییرات pH

با استفاده از pH متر بر روی سوسپانسیون حاصل از اختلاط ۱۵ گرم نمونه با ۱۵۰ میلیلیتر آب دیونیزه به مدت زمان ۲ دقیقه اندازه‌گیری شد. لازم به توضیح است که pH متر قبل از استفاده با محلول‌های بافر ٤ و ۷ کالیبره شد[۲٤].

۲-۸-۲ اندازه‌گیری ماده واکنش دهنده با اسید تیوباربیتوریک (TBARS[7])

مقدار TBARS به صورت کالریمتریک (رنگ سنجی) با استفاده از روش اصلاحی Pikul و همکاران (۱۹۸۹) انجام شد. حدود ۱۰ گرم از نمونه گوشت ماهی وزن شده و با ۱ میلیلیتر از BHT (۱ میلی‌گرم بر میلیلیتر) و ۳۵ میلیلیتر از تری کلرواستیک اسید (۵ درصد) هموژن شد. محلول هموژن بدست آمده به یک فلاسک انتقال داده شده و سپس ۱۰۰ میلیلیتر از آب مقطر اضافه و تقطیر شد. بعد از جمع‌آوری ۵۰ میلیلیتر از تقطیر شده (عصاره)، محلول از طریق یک کاغذ صافی (واتمن شماره یک) فیلتر شد. ۵ میلیلیتر از فیلتر شده با ۵ میلیلیتر از محلول اسید تیوباربیتوریک (۰/۰۲ مولار) ترکیب شد و در حمام آب در ۱۰۰ درجه سلسیوس برای ٦۰ دقیقه قرار داده شد. پس از سرد کردن، جذب در ۵۳۲ نانومتر در برابر آب به عنوان شاهد اندازه‌گیری شد. مقدار TBARS بر اساس اکی والان میلی‌گرم مالون‌آلدئید بر یک کیلوگرم نمونه بیان شد. ضمنا" از ماده TEP (۱و۱و۳و۳-تترا اتوکسی پروپان) برای آماده سازی منحنی استاندارد استفاده شد. آزمون تعیین TBARS، در بازه های زمانی ۱، ۳، ۷ و ۱۴ روز انجام شد [۲۵].

۲-۸-۳ آزمون رنگ‌سنجی

آزمون تعیین رنگ نمونه‌ها توسط دستگاه رنگ سنج هانترلب[8] انجام شد و شاخص‌های رنگی *a، *b و *L، پارامتر رنگ نمونه‌ها تعیین شد. شاخص *L بیانگر روشنی و تیرگی نمونه-ها است. شاخص *a بیانگر قرمز یا سبز بودن نمونه‌ها و شاخص *b بیانگر زرد یا آبی بودن نمونه‌هاست. مقدار *L میزان روشنی (۰= تیرگی، ۱۰۰=روشنی)، مقدار *a میزان قرمزی (٦۰+= قرمزی، ٦۰-= سبزی) و مقدار *b میزان زردی (٦۰+= زردی، ٦۰= =آبی) را نشان می‌دهد [۲٦]. آزمون رنگ

[7] Thiobarbituric acid reactive substance

[8] Hunter-Lab

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

سنجی، در بازه‌های زمانی ۱، ۳، ۷ و ۱۴ روز انجام شد.

۲-۹ آنالیز میکروبی

ابتدا نمونه های فیله مرغ با آب نمک استریل در داخل استومیکر هموژن شده و رقت‌سازی انجام شد.. باکتری‌های کل سایکروتروف و کل زنده مزوفیل با استفاده از محیط کشت نوترینت آگار[9] شمارش شد، به این صورت که پلیت‌های تلقیح شده برای شمارش کل زنده مزوفیل در دمای۳۷ درجه سانتیگراد برای مدت ۲ روز و برای سایکروتروف‌ها در۱۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۷ روز انکوباسیون (گرمخانه-گذاری) شدند و پلیت‌های حاوی ۳۰۰-۳۰ کلونی شمرده شد. نتایج به صورت $\log_{10}$ cfu/g از نمونه‌ها بیان شد[۲۷]. شمارش کلی‌فرم‌ها در محیط کشت ویولت رد بایل گلوکز آگار پس از انکوباسیون در ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت تعیین شد. شمارش سالمونلا بر طبق استاندارد شماره ۱۸۱۰ ایران، استافیلوکوکوس اورئوس با استفاده از محیط کشت برد پارکر آگار بر طبق استاندارد شماره ۱-۸٦۰٦ ایران، کپک و مخمر با استفاده از محیط کشت عصاره مخمر-دکستروز- کارامفنیکل آگار و انکوباسیون در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای مدت زمان ۵-۳ روز بر طبق استاندارد شماره ۹۹۷ ایران و اشریشیاکلی با استفاده بیشترین تعداد احتمالی (MPN)[10] بر طبق استاندارد شماره ۲۹٤٦ ایران صورت پذیرفت[۲۸].

۲-۱۱ آنالیز حسی

ارزیابی حسی تیمارهای مختلف فیله‌های مرغ پخته با استفاده از آزمون هدونیک (میزان دوست داشتن و یا لذت بخشی) در یک مقیاس پنج نقطه‌ای با توجه به پارامترهای بافت، رنگ، بو، طعم و پذیرش کلی نمونه ها تعیین گردید. نمونه‌ها با کد سه رقمی کور (با استفاده از جدول اعداد تصادفی) به صورت طراحی بلوک کامل در اختیار ارزیاب‌ها (۷ نفر ارزیاب آموزش دیده) قرار داده شد. نمونه‌ها به همراه پرشسنامه مخصوص ارزیابی به ارزیاب‌ها داده شد. ویژگی-های حسی مورد ارزیابی شامل تغییر رنگ (۵، بدون تغییر رنگ، ۱، تغییر رنگ شدید)؛ بو (۵، بسیار مطلوب؛ ۱، بسیار غیر قابل قبول و یا بدبویی)، طعم (۵، بسیار مطلوب؛ ۱، بسیار غیر قابل قبول و یا بدطعم) و بافت (۵، سخت؛ ۱، بسیار نرم). مقادیر این نمرات به عنوان پذیرش کلی (۵، بسیار مطلوب، ۱، بسیار غیر قابل قبول) تعریف گردید. لازم به ذکر است که ارزیابی حسی بعد از انجام آزمون ایمنی میکروبی نمونه ها که تایید کننده قابل مصرف بودن نمونه‌های ماهی می باشد صورت گرفت[۲۹].

۲-۱۲ روش تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده در آزمایشات برای داده‌های تجربی (آزمایشی) به صورت میانگین ± انحراف معیار از اندازه گیری‌های با سه تکرار بیان شد. واحد های تشکیل دهنده کلونی (CFUs) در تمامی آزمایشات به مقادیر لگاریتمی آنها قبل از تجزیه و تحلیل آماری تبدیل شد. داده‌های آزمایشات با تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) مقایسه شدند. تفاوت‌های معنی‌دار آماری بین مقادیر میانگین‌ها (در مواردی که اثر کلی تیمارها معنی‌دار باشد) با استفاده از آزمون تعقیبی چند دامنه‌ای دانکن تعیین شد. آزمون‌های آماری نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSSنسخه ۲٦ انجام شد. سطح معنی‌داری $p\leq$۰/۰۵ برای تمامی مقایسه‌های داده‌ها در نظر گرفته شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱ بررسی فعالیت ضد میکروبی عصاره مرزه و بر علیه باکتری های استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیاکلی

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۲) نشان داد که حداقل غلظت مهارکنندگی و حداقل غلظت کشندگی بر علیه باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیاکلی برای عصاره مرزه حاوی نانوذرات نقره به طور معنی‌داری پائین‌تر ازعصاره مرزه بود ($p\leq$۰/۰۵). از طرفی برای هر دو مورد (عصاره مرزه و عصاره مرزه حاوی نانوذرات نقره)، حداقل غلظت مهار-کنندگی و حداقل غلظت کشندگی بر علیه باکتری استافیلوکوکوس اورئوس کمتر از باکتری اشریشیاکلی بود ($p\leq$۰/۰۵). همچنین میانگین قطر هاله عدم رشد بر علیه

[9] Nutrient agar

[10] Most Probable Number

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیاکلی برای عصاره مرزه حاوی نانوذرات نقره به طور معنی‌داری بالاتر ازعصاره مرزه بود ($p\leq$۰/۰۵). از طرفی برای هر دو مورد (عصاره مرزه و عصاره مرزه حاوی نانوذرات نقره)، قطر هاله عدم رشد بر علیه باکتری استافیلوکوکوس اورئوس بیشتر از باکتری اشریشیاکلی بود ($p\leq$۰/۰۵). حداقل غلظت کشندگی (MBC)، کمترین غلظت از ماده ضد میکروب است که سبب مرگ میکروارگانیسم می‌شود و حداقل غلظت بازدارندگی (MIC)، کمترین غلظت از ماده ضدمیکروبی است که دارای اثر بازدارندگی بر رشد یک میکروارگانیسم خاص باشد. بدین معنی که میکروارگانیسم در محیط وجود دارد ولی قادر به تکثیر نیست. کاهش تعداد میکروارگانیسم در این شرایط به علت اثر کشندگی عصاره نبوده بلکه به سبب رسیدن میکروارگانیسم به فاز مرگ است و دیگر تکثیر پیدا نمی‌کند و تعداد آن کاهش می‌یابد[۳۰]. عصاره‌های گیاهی به طور گسترده‌ای در صنایع غذایی استفاده شده و دارای خاصیت ضد میکروبی بر طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها می‌باشند[۳۱]. به طور کلی مقایسه نتایج گزارش شده در مورد خواص ضد میکروبی عصاره‌های گیاهی مختلف، بسیار مشکل می‌باشد. از دلایل آن می‌توان به تفاوت در روش‌های مختلف بررسی این خواص، منابع تهیه آن‌ها، شرایط کشت گیاه، سویه‌های مختلف میکروبی و حتی غلظت‌های متفاوتی از باکتری که به عنوان مایه تلقیح به کار می‌رود اشاره کرد[۳۲]. درباره سازو کار عصاره‌ها روی میکروارگانیسم‌ها نظرات مختلفی مطرح است. با توجه به گروه‌های شیمیایی متعدد در اجزای تشکیل دهنده عصاره‌ها، احتمالا فعالیت ضدمیکروبی آن‌ها به یک سازوکار خاص معطوف نمی‌گردد و این مواد هدف‌های متعددی را در سلول تحت تاثیر قرار می‌دهند[۳۱] . خواص ضد میکروبی نانوذرات نقره و استفاده مفید از آن در بیوتکنولوژی و مهار اختصاصی میکروب‌ها در مطالعات مختلفی بررسی و به اثبات رسیده است، به طوری که نانوذرات نقره می‌توانند با مهار سیستم تنفسی باکتری‌ها بر متابولیسم و نیز فرآیندهای تولید مثل میکروارگانیسم‌ها اثرگذار باشند و باعث ایجاد آسیب هایی در غشای سلولی باکتری‌ها گردند[۳۳]. فروغی‌کیا و همکاران (۱۳۹۵)، در بررسی اثر ضد میکروبی عصاره هیدروالکلی مرزه سفید و نانواکسیدروی بر استافیلوکوکوس ارئوس، میزان MIC عصاره هیدروالکلی گیاه مرزه سفید برای سویه استاندارد و بالینی استافیلوکوکوس اورئوس را به ترتیب ۳۰۰۰ و ۱۵۰۰ میکروگرم در میلیلیتر گزارش نمودند. همچنین MIC نانوذره اکسید روی بر ایزوله‌های استاندارد و بالینی به ٤۰ و ۲۰ میکروگرم بر میلیلیتر بیان شد[۳٤]. اسما و همکاران (۱۳۹۵)، در بررسی اثر ضدمیکروبی عصاره مرزه در تشکیل بیوفیلم در برخی پاتوژن‌های باکتریال مهم انسان، کمترین غلظت مهارکنندگی را در حدود ppm ۵۰-۱۲/۵ بیان نمودند و بیشترین غلظت مهارکنندگی در برابر باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و کمترین غلظت مهارکنندگی غلظت عصاره مرزه ppm ۱۲/۵ گزارش شد که در برابر پروتئوس میرابیلیس مشاهده شد[۳۵].

Table 2. Comparison of the minimum inhibitory concentration (MIC), minimum bactericidal concentration (MBC) and the diameter of the non-growth halo diameter of *Satureja rechingeri* extract and *Satureja rechingeri* extract containing silver nanoparticles against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria

	Against microorganism	***Satureja rechingeri* extract containing silver**	***Satureja rechingeri* extract**
Minimum inhibitory concentration (MIC)	*Staphylococcus aureus*	1.56±0.2 b	5.2±0.1 a
	Escherchia coli	2.086 ± 0.1 b	6.25± 0.1a
Minimum bactericidal concentration (MBC)	*Staphylococcus aureus*	2 ± 0.1 b	4± 0.1a
	Escherchia coli	3± 0.1b	8± 0.1a
Non-growth halo diameter (mm)	*Staphylococcus aureus*	16.66±0/68 a	7.66±0.1 b

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

Escherchia coli	15.66 ± 0.68 a	6.33 ± 0.2 b

Different lowercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

۳-۲ ارزیابی نتایج آزمون‌های نمونه‌های فیله مرغ طی دوره نگهداری

۳-۲-۱ تغییرات pH

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۳)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در میزان pH نمونه‌ها وجود نداشت ($p>۰/۰۵$) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین میزان pH متعلق به نمونه‌های ۱ (نمونه شاهد) و ۲ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی لاکتیک اسید) و پائین ترین میزان pH متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی لاکتیک اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود ($p\leq۰/۰۵$) در مطالعه Bazargani و همکاران (۲۰۱۵) مقادیر pH نمونه های کنترل در طول نگهداری افزایش یافت، در حالیکه سایر نمونه‌ها روند کاهشی نشان دادند و به علت وجود تیمارهای ضد میکروبی اسیدی شده مانند عصاره انار، کیتوزان و اسانس آویشن شیرازی نسبت داده شد [۲۵]. مولایی آقایی و همکاران (۱۳۹٤) در بررسی اثر بسته بندی با فیلم های زیست تخریب پذیر کیتوزان و فرموله شده با اسانس سیر بر ویژگی‌های شیمیایی فیله مرغ بیان نمودند که با افزودن سطوح مختلف اسانس سیر، فاکتورهای pH و TVN محصولات در طول مطالعه نسبت به گروه کنترل همراه با کاهش بود[۲٦]. این موضوع نشان می‌دهد که فیلم کیتوزان بویژه همراه با اسانس تا حدود زیادی قادر به جلوگیری از ایجاد و توسعه ترکیبات آمینی و نیتروژن دار عامل فساد در فیله های مرغ بسته بندی شده است. افزایش pH در نمونه های کنترل می‌تواند ناشی از فعالیت آنزیم‌های میکروبی یا اندوژن مانند پروتئازها و لیپاز باشد که منجر به افزایش بازهای فرار طی نگهداری طولانی می‌شود[۲۷]. در تحقیق حاضر نیز اینطور به نظر می‌رسد که در نمونه‌های پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی لاکتیک اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری، بجهت خواص ضد میکروبی بالاتر، بیشتر از نمونه‌های دیگر منجر به کاهش فساد و کاهش تولید ازت‌های فرار شده است. با گذشت زمان، میزان pH تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p\leq۰/۰۵$). تجزیه ترکیبات نیتروژنی در طول نگهداری گوشت منجر به افزایش pH گوشت می‌شود که بخشی از این افزایش ممکن است مرتبط با تولید ترکیبات آلکالین باشد. افزایش pH در این حالت نشانگر رشد باکتری‌ها، کاهش کیفیت و در نهایت فساد می‌باشد [۲۸]. FAO (۱۹۹۵) طی گزارشی اعلام کرد که pH مواد غذایی می‌تواند شاخص خوبی برای شرایط بهداشتی و ایمنی مواد غذایی باشد. مطابق با گزارش سازمان کدکس (۲۰۰۳) برای گوشت حیوانات pH باید کمتر از ۷/۵–۷ باشد تا از نظر کدکس این ماده غذایی برای مصرف‌کنندگان ایمن باشد[۲۹]. همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان داد تغییرات pHدر طول زمان نگهداری روندی افزایشی داشت که این تغییرات عمدتا به دلیل فعالیت‌های میکروبی و فعالیت‌های آنزیمی در طی دوره نگهداری می‌باشد. با گذشت زمان بافت گوشت توسط فعالیت آنزیمی میکروارگانیسم‌های گوشت تخریب می‌شود. این تخریب در حقیقت با تجزیه ترکیبات پروتئینی صورت می‌گیرد که ماحصل آن تولید ترکیبات ازته است. تولید این ترکیبات باعث افزایش pH در گوشت می‌شود[۳۰]. روند تغییرات pH مستقیما با روند تغییرات جمعیت میکروبی نمونه مورد نظر ارتباط دارد، یعنی با افزایش جمعیت میکروبی و در نتیجه فعالیت آنزیمی، روند افزایش pH نیز سرعت بیشتری پیدا می‌کند که این افزایش در نمونه کنترل نیز مشاهده شد. نتایج بدست آمده از تغییرات pH با نتایج آزمون جمعیت میکروبی کل کاملا مطابقت داشت؛ به این ترتیب که نمونه‌های پوشش‌دهی شده به دلیل جمعیت میکروبی پایین‌تر روند افزایش pH کندتری نسبت به نمونه کنترل داشتند. مقایسه نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین نشان داد که در بعضی از موارد pH نمونه‌های گوشت در ابتدای دوره کاهش و پس از آن در تمامی موارد، pH افزایش می‌یابد. کاهش اولیه pH عمدتا به دلیل رشد باکتری‌های اسید

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

لاکتیک و درنتیجه تجمع اسید لاکتیک می‌باشد، در حالی که پس از آن افزایش pH عمدتا به دلیل رشد باکتری‌های فساد زا که منجر به تجمع ترکیبات قلیایی مثل آمونیوم و تری-متیل‌آمین می‌گردند می‌باشد[۳۱].

Table 3. pH changes of chicken fillet samples during the storage time

Samples	Storage time (days) Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	5.63 ± 0.00^{aD}	5.80 ± 0.01^{aC}	6.03 ± 0.00^{aB}	6.58 ± 0.00^{aA}
Cod (2)	5.63 ± 0.00^{aD}	5.80 ± 0.01^{aC}	6.02 ± 0.00^{aB}	6.57 ± 0.00^{aA}
Cod (3)	5.63 ± 0.00^{aD}	5.70 ± 0.00^{bC}	5.86 ± 0.00^{bB}	6.18 ± 0.01^{bA}
Cod (4)	5.63 ± 0.00^{aD}	5.68 ± 0.00^{cC}	5.78 ± 0.00^{cB}	6.00 ± 0.00^{cA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-۲ تغییرات تیوباربیتوریک اسید

نتایج تحقیق حاضر (جدول ٤)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در میزان تیوباربیتوریک اسید نمونه‌ها وجود نداشت ($p>۰/۰۵$) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین میزان تیوباربیتوریک اسید متعلق به نمونه-های ۱ (نمونه شاهد) و ۲ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید) و پائین‌ترین میزان تیوباربیتوریک اسید متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود ($p\leq۰/۰۵$) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، میزان تیوباربیتوریک اسید تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq۰/۰۵$). این‌طور به نظر می‌رسد که نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری به همراه فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید به طور موثرتری در کاهش محصولات مرحله دوم اکسیداسیون عمل نموده است. مقدار اسید تیوباربیتوریک (TBA) به طور وسیعی برای نشان دادن درجه اکسیداسیون لیپید استفاده می‌گردد و حضور ترکیبات فعال TBA نشان دهنده مرحله دوم اکسیداسیون می‌باشد که طی آن پراکسیدها به آلدئیدها، کتون ها و الکل‌ها اکسید می-گردند. مالون آلدئید تنها آلدئید قادر به تولید پیگمان قرمز با TBA نیست. سایر آلدئیدها نیز ممکن است که در واکنش وارد گردند. از این رو، مقدار محصولات ثانویه اکسیداسیون به صورت ترکیبات واکنش‌پذیر تیوباربیتوریک اسید (TBARS) (میلی‌گرم معادل مالون آلدئید به ازای هر کیلوگرم نمونه) بیان می‌گردد[۳۲]. شاخص TBA میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به ویژه آلدئیدها را نشان می‌دهد. روند افزایشی این شاخص طی مدت نگهداری ممکن است به دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدان‌ها در گوشت باشد. همچنین آلدئیدها به عنوان محصولات ثانویه اکسیداسیون از تجزیه هیدروپراکسیدها ایجاد می‌شوند. روند افزایشی هیدروپراکسیدها می‌تواند دلیلی بر این موضوع باشد. گزارش‌ها نشان می‌دهد که با توجه به فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه مرزه، مصرف آن به عنوان افزودنی‌های طبیعی افزایش یافته است. این گیاه دارای تانن، مواد چرب، قندهای مختلف، ترکیبات فنولی و ترکیب‌های معطر (اسانس) است[۳۳]. ایزدی و همکاران (۱۳۹۹) مهم-ترین ترکیبات موجود در اسانس مرزه را کارواکرول (٤۲/۱۰درصد)، تیمول (۱۹/۷٤درصد) و پارا-سیمن (۱۹/۸ درصد) بیان نمودند[۳٤]. میزان IC50 اسانس این گیاه ۱۰/٦۳ میکروگرم بر میلیلیتر تعیین شد، در حالی که این پارامتر برای BHT، ۹/٤۵ میکروگرم بر میلیلیتر بود. پاراسیمن یکی از مهم‌ترین مونوترپن های شناخته شده در داروهای گیاهی است که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

میکروبی و ضد سرطانی و همچنین تعدیل سیتوکین[11] شناخته شده است [۳۵].

Table 4. Changes in thiobarbituric acid of chicken fillet samples during the storage period

Samples	Storage time (days)			
	Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	0.29 ± 0.00^{aD}	0.78 ± 0.01^{aC}	1.03 ± 0.00^{aB}	1.38 ± 0.00^{aA}
Cod (2)	0.29 ± 0.00^{aD}	0.77 ± 0.01^{aC}	1.03 ± 0.01^{aB}	1.37 ± 0.01^{aA}
Cod (3)	0.28 ± 0.00^{aD}	$0.53\pm0/00^{bC}$	0.75 ± 0.00^{bB}	1.06 ± 0.00^{bA}
Cod (4)	0.28 ± 0.00^{aD}	0.33 ± 0.00^{cC}	0.44 ± 0.00^{cB}	0.60 ± 0.00^{cA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-۳ ارزیابی نتایج آزمون رنگ سنجی

۳-۲-۳-۱ تغییرات مولفه رنگی *L

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۵)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در میزان مولفه‌رنگی*L نمونه‌ها وجود نداشت (p>۰/۰۵) و در روزهای سوم و هفتم، بالاترین مولفه‌رنگی*L متعلق به نمونه‌های ۳ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی عصاره مرزه ریشنگری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد) و ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی-لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود (p≤۰/۰۵). در روز چهاردهم پائین‌ترین مولفه‌رنگی*L متعلق به نمونه شاهد بود و بالاترین میزان آن در نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) ملاحظه شد(p≤۰/۰۵) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، مولفه رنگی*L تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت (p≤۰/۰۵) و کاهش مولفه رنگی*L از روز یکم به روز سوم بارزتر از روزهای دیگر بود. این‌طور به نظر می‌رسد که نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری به همراه فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید به طور موثری‌تری در کاهش اکسیداسیون و کاهش بار میکروبی فیله مرغ عمل نموده است و بنابراین تیرگی نمونه مذکور پائین‌تر از نمونه‌های دیگر بود. شاخص رنگی *L میزان تیرگی و روشنی (روشن-تیره،۱۰۰-۰) را اندازه‌گیری می‌کند [۳٦]. Linares و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که افزایش اکسیداسیون در طی دوره نگهداری به صورت مستقیمی با افزایش فاکتور رنگ‌سنجی *L در گوشت در ارتباط می‌باشد[۳۷]. در تحقیق حاضر در تیمارهایی که از عصاره مرزه ریشنگری و عصاره حاوی نانوذرات در پوشش‌دهی آن‌ها استفاده شده است، با توجه به خاصیت ضداکسایشی و ضد میکروبی ترکیبات فنولی موجود در این عصاره، فرایند اکسیداسیون لیپیدها و نیز رشد باکتری-ها با سرعت کمتری انجام می‌شود که این امر خود به حفظ رنگ روش در نمونه‌های پوشش داده شده کمک می‌نماید. بر اساس مطالعات Zhang و همکاران (۲۰۱٦)، افزودن عصاره رزماری و میخک به نمونه‌های گوشت مرغ خام، باعث افزایش میزان *L در نمونه‌ها شد و همچنین، با گذشت زمان مقدار فاکتور *L در نمونه‌های حاوی عصاره گیاهان نامبرده شده افزایش یافت در حالی‌که مقدار آن در نمونه کنترل در طی نگهداری در یخچال کاهش نشان داد. میزان روشنی گوشت مرغ در طی نگهداری به دلیل فعالیت‌های

11 Cytokine modulation

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

میکروبی، اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها کاهش می‌یابد[۳۸]. در نمونه‌های گوشت مرغ که از عصاره‌های گیاهی برای پوشش‌دهی آن‌ها استفاده شده است، با توجه به خاصیت ضداکسایشی و ضدمیکروبی ترکیبات فنولی موجود در این عصاره‌ها، فرایند اکسیداسیون لیپیدها و نیز رشد باکتری‌ها با سرعت کمتری انجام می‌شود که این امر خود به حفظ رنگ روش در نمونه‌های پوشش داده شده با پوشش‌های حاوی عصاره‌های گیاهی کمک می‌نماید [۳۹].

Table 5. Changes of L* of chicken fillet samples during the storage period

Samples	Storage time (days) Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	69.95±0.22^{aA}	63.45±0.50^{bB}	63.57±0.46^{cB}	63.40±0/70^{dB}
Cod (2)	70.03±0.25^{aA}	64.20±1.03^{bB}	65.01±0/51^{bB}	64.64±0.10^{cB}
Cod (3)	69.68±0.59^{aA}	68.40±0.22^{aB}	67.79±0.06^{aB}	66.31±0.14^{bB}
Cod (4)	70.00±0.87^{aA}	69.10±0.75^{aB}	68.30±0.50^{aB}	67.52±0.56^{aB}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-۳-۲ تغییرات مولفه رنگی a*

نتایج تحقیق حاضر (جدول ٦)، نشان داد که در روزهای یکم و چهاردهم اختلاف آماری معنی‌داری در میزان مولفه رنگی a* نمونه‌ها وجود نداشت (p>۰/۰۵) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین مولفه رنگی a* متعلق به نمونه‌های ۱ (نمونه شاهد) و ۲ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید) و پائین‌ترین مولفه رنگی a* متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود (p≤۰/۰۵). با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، میزان تیوباربیتوریک اسید تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (p≤۰/۰۵). شاخص رنگی a* نشان دهنده قرمزی در نمونه‌ها می‌باشد (قرمز مطلق -سبز مطلق، ۱۲۰+-۱۲۰-) [٤۰]. امتیاز مثبت، نشان دهنده قرمزی نمونه است در حالی‌که امتیاز منفی آن نشان می‌دهد که نمونه مایل به سبز است[٤۱]. Zhang و همکاران (۲۰۱٦)، علت کاهش شدت رنگ قرمز را طی نگهداری به وابستگی بین اکسیداسیون لیپیدها و اکسیداسیون رنگدانه‌ها نسبت دادند. مطابق نظر این محققان، اکسیداسیون رنگدانه‌ها می‌تواند اکسیداسیون لیپیدها را سرعت ببخشد و اسیدهای چرب آزاد تولید شده طی اکسیداسیون لیپیدها، باعث اکسید شدن اتم آهن و همچنین دناتوره شدن مولکول‌های میوگلوبین شده و رنگ محصولات گوشتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد[۳۸].

Table 6. Changes of a* of chicken fillet samples during the storage period

Samples	Storage time (days) Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	5.26±0.29^{aD}	5.64±0.23^{aC}	5.84±0.49^{aB}	7.20±0.41^{aA}
Cod (2)	5.39±0.08^{aD}	5.69±0.25^{aC}	5.92±0.29^{aB}	6.99±0.14^{abA}
Cod (3)	5.24±0.19^{aD}	5.29±0.22^{abC}	5.53±0.25^{abB}	6.44±1.15^{abA}
Cod (4)	5.61±0.40^{aD}	5.90±0.26^{bC}	5.06±0.16^{bB}	5.77±0.30^{bA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-۳-۳ تغییرات مولفه رنگی b*

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۷)، نشان داد که در تمام روزهای مورد بررسی مولفه رنگی b* نمونه ۲ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید) به طور معنی‌داری بالاتر از دیگر نمونه‌ها بود (p≤۰/۰۵). با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، مولفه رنگی b* تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (p≤۰/۰۵). مقادیر امتیاز مثبت شاخص رنگی b* میزان زردی نمونه را نشان می‌دهد و مقدار منفی آن میزان مایل بودن به رنگ آبی نمونه (امتیاز شاخص رنگی b* و میزان منفی آن مایل بودن به رنگ آبی نمونه) را نشان می‌دهد (زردمطلق -آبی مطلق، ۱۲۰+- ۱۲۰-)[٤١]. رهنمون و همکاران (۱۳۹۷)، بررسی تأثیر پوشش آلژینات حاوی عصاره پوست انار بر ماندگاری و ویژگی‌های بافت و رنگ گوشت سینه مرغ بیان نمودند که مقدار b* مربوط به نمونه پوشش داده شده با عصاره نسبت به سایر نمونه‌ها به طور قابل توجهی بالاتر بود و علت آن به وجود ترکیبات رنگی مختلف در داخل عصاره ارتباط داده شد[٤٢]. Zhang و همکاران (۲۰۱٦)، Gibis و Weiss (۲۰۱۲) و Maqsood و همکاران (۲۰۱۲) نیز عنوان نمودند که به ترتیب استفاده از عصاره رزماری و میخک، عصاره هسته انگور و عصاره چوب کیپام باعث کاهش مقدار b* در نمونه‌های گوشت مرغ، گوشت گوساله خام و سرخ شده و ماهی طی نگهداری می‌گردد[۳۸، ۳۹، ٤٠].

Table 7. Changes of b* of chicken fillet samples during the storage period

Samples	Storage time (days) Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	5.97 ± 0.19^{abD}	6.69 ± 0.23^{aC}	7.07 ± 0.13^{abB}	7.47 ± 0.34^{aA}
Cod (2)	6.56 ± 0.32^{aD}	6.81 ± 0.13^{aC}	7.21 ± 0.39^{aB}	7.47 ± 0.19^{aA}
Cod (3)	5.58 ± 0.32^{bD}	5.87 ± 0.04^{bC}	6.08 ± 0.72^{bB}	6.36 ± 0.50^{bA}
Cod (4)	6.17 ± 0.49^{abD}	5.47 ± 0.28^{cC}	6.11 ± 0.58^{bB}	6.20 ± 0.52^{bA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-٤ ارزیابی نتایج آزمون‌های میکروبی

۳-۲-٤-۱ تغییرات باکتری‌های مزوفیل

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۸)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در جمعیت باکتری‌های مزوفیل نمونه‌ها وجود نداشت (p>۰/۰۵) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین جمعیت باکتری‌های مزوفیل متعلق به نمونه های ۱ (نمونه شاهد) و ۲ (فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید) و پائین ترین جمعیت باکتری‌های مزوفیل متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود (p≤۰/۰۵) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، جمعیت باکتری‌های مزوفیل تمامی نمونه‌ها به طور معنی-داری افزایش یافت (p≤۰/۰۵). باتوجه به حداکثر حد مجاز

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

تعریف شده برای توتال کانت مرغ توسط استاندارد سازمان دامپزشکی کشور (۱۳۸۷) [٤۳] ، ٦ Log cfu/g، تمامی نمونه ها تا روز سوم در محدوده استاندارد قرار داشتند و تنها نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) تا روز هفتم دارای آلودگی میکروبی مجاز بود و دیگر نمونه‌ها در روز هفتم، دارای آلودگی میکروبی بیش از حد مجاز بودند. در بین ترکیبات مختلف موجود در عصاره‌های گیاهی، اثرات ضد میکروبی ساختارهای فنلی در مطالعات پیشین ثابت شده است و همچنین مشـاهده شده است که قدرت ضدمیکروبی آنها به محل و تعداد گروههای هیدروکسیل روی حلقه فنلی بستگی دارد[٤٤]، در این راستا Geissman مشاهده کرد فنل‌های اکسید شده اثر شدیدتری اعمال می کنند. مکانیسم احتمالی این ترکیبات مانند فلاونوئیدها و فلاونول ها مهار آنزیمی از طریق واکنش با گروه های سولفیدریل یا واکنش‌های غیراختصاصی با پروتئین‌های میکروبی مانند پروتئین‌های خارج سلولی و تشکیل کمپلکس با دیواره سلولی و یا ایجاد اختلال در غشاء سلول میکروارگانیسم ها می باشد[٤٥]. Choulitoudiو همکاران (۲۰۱٦) در بررسی فعالیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی مرزه *thymbra* در پوشش خوراکی ماهی نشانک سرطلائی[12] بیان نمودند که اسانس روغنی مرزه به تنهایی حفاظت ضدمیکروبی و آنتی اکسیدانی متوسطی نشان داد [٤٦]. Bukvicki و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی تاثیر اسانس روغنی مرزه *horvatii* در شرایط آزمایشگاهی و کنترل موضعی *Listeria monocytogenes* در گوشت خوک، حداقل غلظت مهاری (MIC) برای باکتری‌ها از ۰/۰۳ تا ۰/۵۷میلی‌گرم در میلیلیتر و برای مخمرها از ۰/۵٦ تا ۲/۲۳ میلی‌گرم در میلیلیتر متغیر ابیان نمودند در حالیکه حداقل غلظت باکتریایی/مخمریMBC/MYC از۰/۰۷ تا۱/۱۵ و ۱/۱۱ تا ۵/۵۷ میلی‌گرم در میلیلیتر برای باکتری‌ها و مخمرها متغیر بود. این اسانس در مقابل باکتری‌ها نسبت به مخمرها مؤثرتر بود و به طور کلی بیان نمودند که اسانس مرزه می‌تواند جهت نگهداری و افزایش زمان ماندگاری محصولات گوشتی خام یا فرآوری شده مفید باشد[٤۷].

Table 8. Changes of Mesophilic bacteria population of chicken fillet samples during the storage period (**Log CFU/g**)

Samples	Storage time (days)			
	Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	3.95 ± 0.02^{aD}	5.21 ± 0.01^{aC}	7.12 ± 0.02^{bB}	10.47 ± 0.05^{aA}
Cod (2)	3.95 ± 0.01^{aD}	5.19 ± 0.01^{aC}	7.10 ± 0.00^{aB}	10.46 ± 0.03^{aA}
Cod (3)	3.94 ± 0.02^{aD}	5.06 ± 0.01^{bC}	6.38 ± 0.01^{bB}	10.23 ± 0.00^{bA}
Cod (4)	3.95 ± 0.00^{aD}	4.88 ± 0.01^{cC}	5.55 ± 0.07^{cB}	9.14 ± 0.02^{cA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-٤-۲ تغییرات باکتری‌های سایکروفیل

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۹)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در جمعیت باکتری‌های سایکروفیل نمونه‌ها وجود نداشت (p>۰/۰۵) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین جمعیت باکتری‌های سایکروفیل متعلق به نمونه های ۱ (نمونه شاهد) و ۲ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی-لاکتیک‌اسید) و پائین‌ترین جمعیت باکتری‌های سایکروفیل

[12] *Gilthead seabream*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود ($p\leq$۰/۰۵) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، جمعیت باکتری‌های سایکروفیل تمامی نمونه ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p\leq$۰/۰۵). Ibrahim Salam (۲۰۰۷) گزارش کرد که باکتری های سرمادوست مهم‌ترین گروه از میکروارگانیسم‌های مسئول فساد در محصولات نگهداری شده در دماهای پایین هستند[٤٨]. تاثیر اسانس‌هایی مانند اسانس آویشن و مرزنگوش که حاوی تیمول و کارواکرول بالایی هستند نیز بر شمارش کل باکتری‌های سرماگرای موجود بر گوشت گزارش شده است[٤٩].

Table 9. Changes of Psychrophilic bacteria population of chicken fillet samples during the storage period (**Log CFU/g**)

Samples	Storage time (days)			
	Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	3.80 ± 0.03^{aD}	5.05 ± 0.00^{aC}	6.92 ± 0.03^{bB}	10.30 ± 0.01^{aA}
Cod (2)	3.80 ± 0.02^{aD}	5.03 ± 0.02^{aC}	6.90 ± 0.03^{aB}	10.30 ± 0.01^{aA}
Cod (3)	3.83 ± 0.03^{aD}	4.82 ± 0.03^{bC}	6.22 ± 0.02^{bB}	9.37 ± 0.01^{bA}
Cod (4)	3.82 ± 0.02^{aD}	4.48 ± 0.06^{cC}	5.45 ± 0.03^{cB}	9.52 ± 0.08^{cA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-٤-۳ تغییرات باکتری‌های کلی‌فرم

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۱۰)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم نمونه‌ها وجود نداشت ($p>$۰/۰۵) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم متعلق به نمونه های ۱ (نمونه شاهد) و ۲ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید) و پائین ترین جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود ($p\leq$۰/۰۵) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم تمامی نمونه ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p\leq$۰/۰۵). متداول‌ترین آلوده کننده‌های گوشت و محصولات گوشتی باکتری‌های انتروباکتریاسه هستند که در نتیجه فعالیت آن‌ها، آمین‌های بیوژنیک تولید می‌شود، که تشکیل این محصـولات باعث بروز مسمومیت‌های غذایی و کاهش کیفیت محصول می‌گردد [٥٠]. باتوجه به حداکثر حد مجاز تعریف شده برای باکتری‌های کلی‌فرم مرغ توسط استاندارد سازمان دامپزشکی کشور (۱۳۸۷)، Log ۲/۷ cfu/g، تمامی نمونه‌ها در روز اول در محدوده استاندارد قرار داشتند. اعتقاد بر این است که اکثر اسانس‌ها و عصاره‌ها فعالیت‌های ضدمیکروبی خود را از طریق تعامل با فرآیندهای مرتبط با غشاء سلولی باکتری‌ها، از جمله انتقال الکترون، شیب یونی، جابجایی پروتئین، فسفوریلاسیون و سایر واکنش‌های وابسته به آنزیم، اعمال می‌کنند[٥١]. کاظم الوندی و همکاران (۱۳۸۹) و جلوگیری از ATPase اثر مهاری بر فعالیت پمپ سنتز تاژک در باکتری‌های گرم منفی مانند اشریشیاکلی را به برخی از ترکیبات فنلی نسبت داده‌اند O157:H7[٥٢].

Table 10. Changes of coliform bacteria population of chicken fillet samples during the storage period (**Log CFU/g**)

	Storage time

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

Samples	Storage time (days) Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	2.68±0.08^{aD}	4.20±0.01^{aC}	6.26±0.01^{bB}	9.34±0.00^{aA}
Cod (2)	2.68±0.02^{aD}	4.19±0.01^{aC}	6.25±0.00^{aB}	9.33±0.00^{aA}
Cod (3)	2.64±0.10 ^{aD}	3.69±0.04^{bC}	5.08±0.01^{bB}	8.21±0.02^{bA}
Cod (4)	2.65±0.05^{aD}	3.29±0.03^{cC}	4.67±0.04^{cB}	6.49±0.05^{cA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-٤-٤ تغییرات باکتری استافیلوکوکوس اورئوس

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۱۱)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در جمعیت باکتری استافیلوکوکوس اورئوس نمونه‌ها وجود نداشت (p>۰/۰۵) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین جمعیت باکتری استافیلوکوکوس اورئوس متعلق به نمونه‌های ۱ (نمونه شاهد) و ۲ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید) و پائین‌ترین جمعیت باکتری استافیلوکوکوس اورئوس متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود ($p\leq$۰/۰۵) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، جمعیت باکتری استافیلوکوکوس اورئوس تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (p≤۰/۰۵). فعالیت‌های ضد-میکروبی AgNPs بر روی باکتری‌های گرم منفی بیشتر از باکتری‌های گرم مثبت است که به دلیل ضخامت کمتر دیواره باکتری‌های گرم منفی نسبت داده شده است [۵۳]. Hajji و همکاران (۲۰۱٦) نشان دادند که استافیلوکوکوس اورئوس نسبت به اشرشیاکلی به نانوکامپوزیت کیتوزان/PVA حساس‌تر بود [۵۲]. مونوترپن ها، اجزای اصلی (بیش از ۹۰٪) عصاره مرزه، رشد استافیلوکوکوس اورئوس را بیش از اشرشیاکلی مهار می کنند [۵۵]. یافته‌های دیگر محققان (Alboofetileh و همکاران.، ۲۰۱٤ ؛ Paredes و همکاران.، ۲۰۱٤ ؛ Pirtarighat و همکاران (۲۰۱۹)، نیز هم راستا با تحقیق حاضر بود که نشان دادند حساسیت استافیلوکوکوس اورئوس نسبت به اشرشیاکلی بیشتر است[٥٦، ٥٧، ٥٨]. اختلافات فوق الذکر در مورد کارایی در هر دو باکتری ممکن است به چند فاکتور مانند اندازه AgNP، انواع نانوذرات، مقاومت باکتریایی، مراحل رشد، ترکیبات اصلی عصاره و روش آزمایش نسبت داده شده است [۵۹]. Cheng و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی فیلم پلی‌لاکتیک‌اسید محتوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره پوست انبه جهت بسته بندی مواد غذایی بیان نمودند که فیلم مذکور دارای خواص ضد باکتریایی عالی بود و میزان مهار اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس بالای ۹۵ درصد بود[٦۰].

Table 11. Changes of *Staphylococcus aureus* population of chicken fillet samples during the storage period (**Log CFU/g**)

Samples	Storage time (days) Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	2.78±0.02^{aD}	4.36±0.01^{aC}	6.33±0.01^{aB}	10.22±0.01^{aA}
Cod (2)	2.75±0.03^{aD}	4.34±0.00^{aC}	6.33±0.01^{aB}	10.20±0.01^{aA}
Cod (3)	2.74±0.03^{aD}	4.20±0.01^{bC}	5.28±0.01^{bB}	9.31±0.00^{bA}

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

Cod (4)	2.77±0.01^{aD}	3.82±0.04^{cC}	4.76±0.02^{cB}	7.81±0.03^{cA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-٤-۵ تغییرات جمعیت کپک و مخمر

نتایج تحقیق حاضر(جدول ۱۲)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در جمعیت کپک و مخمر نمونه‌ها وجود نداشت (p>۰/۰۵) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین جمعیت کپک و مخمر متعلق به نمونه‌های ۱ (نمونه شاهد) و ۲ (فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید) و پائین‌ترین جمعیت کپک و مخمر متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود (p≤۰/۰۵) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، جمعیت کپک و مخمر تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (p≤۰/۰۵). که علت این امر را می‌توان به اثرات ضد قارچی عصاره مرزه و عصاره مرزه محتوی نانوذرات نقره نسبت داد. مرادی و همکاران (۲۰۱۵) نیز در بررسی اثر پوشش حاوی نانوذرات نقره در افزایش مدت زمان ماندگاری خاویار بیان نمودند که در پوشش‌های حاوی نانو نقره، جمیعت قارچ‌ها در مقایسه با پوشش‌های فاقد نانو نقره بسیار پائین‌تر بود[٦١]. پور مطلق و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر پوشش پلی اتیلن حاوی نانوذرات نقره بر روی زرشک بیان نمودند که پوشش های حاوی یک و دو درصد نانونقره سبب کاهش رشد کپک‌ها و میزان باکتری‌ها شدند[٦٢].

Table 12. Changes of mold and yeast bacteria population of chicken fillet samples during the storage period (**Log CFU/g**)

Samples	Storage time (days)			
	Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	2.46±0.06^{aA}	5.37±0.01^{aA}	6.31±0.00^{aA}	7.40±0.00^{aA}
Cod (2)	2.44±0.04^{aA}	5.37±0.00^{aA}	6.30±0.01^{aA}	7.38±0.01^{aA}
Cod (3)	2.39±0.01^{aA}	4.35±0.01^{bA}	5.34±0.00^{bA}	6.31±0.02^{bA}
Cod (4)	2.46±0.03^{aA}	3.73±0.04^{cA}	4.72±0.03^{cA}	5.53±0.03^{cA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-٦ ارزیابی نتایج آزمون حسی

۳-۲-٦-۱ امتیاز بو

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۱۳)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در امتیاز بوی نمونه‌ها وجود نداشت (p>۰/۰۵) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین امتیاز بو متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود (p≤۰/۰۵) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، امتیاز بوی تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت (p≤۰/۰۵). نتایج بدست آمده همراستا با نتایج آزمون‌های میکروبی و اکسیداسیون بود و نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) دارای حداقل بارمیکروبی، ازت تام فرار و تیوباربیتوریک اسید بود. از آنجایی که اکسیداسیون در گوشت مرغ نهایتا باعث ایجاد آلدئید، کتون، اسیدها و الکل گشته و باعث ایجاد تغییرات در عطر و طعم گوشت می‌شود در تحقیق حاضر، نمونه ٤ دارای حداقل اکسیداسیون نسبت به دیگرنمونه‌ها بود[٦۳]. آستانه شروع فساد و بدطعمی که محدوده مجاز برای TBA محسوب می شود، mg/kg ۱-۲ می‌باشد[٦٤] که نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی-لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) پائین‌ترین میزان را نسبت به نمونه‌های دیگر دارا بود. ترکیبات ازته فرار نیز سبب ایجاد بوی بد و نامطبوع در محصولات گوشی گردیده و پذیرش توسط مصرف کننده را کاهش می‌دهند که مقادیر بالای بار باکتریایی میتواند توجیهی برای افزایش این ترکیبات باشد. میزان بالای فعالیت باکتریایی ترکیباتی مثل تری‌متیل‌آمین‌اکساید، پپتیدها و آمینواسیدها را به بازهای فرار می‌شکند[٦٥].میزان ۲۵ میلی‌گرم N-TVB در ۱۰۰ گرم محصول بالاترین سطح مورد قبول برای مصارف انسانی می‌باشد[٦٦].

Table 13. Changes in odor score of chicken fillet samples during the storage time

Samples	Storage time (days) Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	5.00 ± 0.00^{aA}	3.00 ± 0.00^{bA}	1.33 ± 0.57^{cA}	1.00 ± 0.00^{bA}
Cod (2)	5.00 ± 0.00^{aA}	3.00 ± 0.00^{bA}	1.66 ± 0.57^{bcA}	1.00 ± 0.00^{bA}
Cod (3)	5.00 ± 0.00^{aA}	3.00 ± 0.00^{bA}	2.66 ± 0.57^{bA}	1.33 ± 0.57^{bA}
Cod (4)	5.00 ± 0.00^{aA}	5.00 ± 0.00^{aA}	4.66 ± 0.57^{aA}	3.33 ± 0.57^{aA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-٦-۲ امتیاز رنگ

نتایج تحقیق حاضر (جدول ١٤)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در امتیاز رنگ نمونه‌ها وجود نداشت ($p>۰/۰۵$) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین امتیاز رنگ متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود ($p\leq۰/۰۵$) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، امتیاز رنگ تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq۰/۰۵$). رنگ و بوی گوشت، شاخصی است که از سوی مصرف کننده برای اطمینان از فاسد نبودن آن استفاده می‌شود [٦۷]. اکسیداسیون میوگلوبین در نمونه‌های گوشت سینه مرغ که منجر به کاهش میزان قرمزی و افزایش میزان زردی گوشت می‌شود، با ایجاد رنگ نامطلوب در گوشت، کاهش امتیاز ارزیابی حسی رنگ را در بر خواهد داشت[٦۸]. در تحقیق حاضر امتیاز بالاتر رنگ اختصاص یافته به نمونه ٤ (یله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی-لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) را می‌توان به اکسیداسیون پائین‌تر آن نسبت داد.

Table 14. Changes in color score of chicken fillet samples during the storage time

Storage time (days)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

Samples	Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	5.00 ± 0.00^{aA}	2.00 ± 0.00^{cA}	2.00 ± 0.00^{bA}	1.00 ± 0.00^{bA}
Cod (2)	5.00 ± 0.00^{aA}	2.00 ± 0.00^{cA}	2.00 ± 0.00^{bA}	1.00 ± 0.00^{bA}
Cod (3)	5.00 ± 0.00^{aA}	3.33 ± 0.57^{bA}	2.33 ± 0.57^{bA}	1.33 ± 0.57^{bA}
Cod (4)	5.00 ± 0.00^{aA}	4.66 ± 0.57^{aA}	3.66 ± 0.57^{aA}	2.66 ± 0.57^{aA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

۳-۲-٦-۳ امتیاز بافت

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۱۵)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در امتیاز بافت نمونه‌ها وجود نداشت ($p>۰/۰۵$) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین امتیاز بافت متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود ($p\leq۰/۰۵$) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، امتیاز بافت تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq۰/۰۵$). بافت، اساسی‌ترین عامل نشان دهنده کیفیت گوشت از دیدگاه مصرف‌کننده است. بنابراین، بهبود کیفیت گوشت و ترد بودن آن اهمیت ویژه‌ای دارد [٦٧]. بافت تحت تأثیر اکسیداسیون گوشت قرار گرفته است که ممکن است به دلیل از دست رفتن گروه‌های تیول باشد زیرا اکسیداسیون پروتئین‌های گوشت با تشکیل کربونیل و حذف گروه‌های تیول همراه است [٦٩]. همچنین می‌تواند به دلیل اثر عصاره بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه کاهش تخریب و دناتوره شدن پروتئین‌ها باشد. در گوشت با گذشت زمان بافت توسط فعالیت آنزیمی میکروارگانیسم‌های گوشت تخریب می‌شود، این تخریب بافت با تجزیه ترکیبات پروتئینی، نرمتر شدن بافت و تولید ترکیبات ازته همراه است [۷۰]. در تحقیق حاضر نیز می‌توان بیان نمود که در نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی بالاتری مشاهده شده و بنابراین دارای امتیاز بافت بالاتری بوده است.

Table 15. Changes in texture score of chicken fillet samples during the storage time

Samples	Storage time (days) Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	5.00 ± 0.00^{aA}	4.33 ± 0.57^{aA}	3.66 ± 0.57^{aA}	1.00 ± 0.00^{bA}
Cod (2)	5.00 ± 0.00^{aA}	4.33 ± 0.57^{aA}	3.66 ± 0.57^{aA}	1.33 ± 0.57^{bA}
Cod (3)	5.00 ± 0.00^{aA}	4.66 ± 0.57^{aA}	4.00 ± 0.00^{aA}	2.33 ± 0.57^{aA}
Cod (4)	5.00 ± 0.00^{aA}	5.00 ± 0.00^{aA}	4.00 ± 0.00^{aA}	3.00 ± 0.00^{aA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

۳-۲-٦-٤ امتیاز پذیرش‌کلی

نتایج تحقیق حاضر(جدول ١٦)، نشان داد که در روز یکم اختلاف آماری معنی‌داری در امتیاز پذیرش‌کلی نمونه‌ها وجود نداشت (p>۰/۰۵) و در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین امتیاز پذیرش‌کلی متعلق به نمونه ٤ (فیله مرغ پوشش‌دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی‌لاکتیک‌اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری) بود (p≤۰/۰۵) و با گذشت زمان از روز یکم تا روز چهاردهم، امتیاز پذیرش‌کلی تمامی نمونه ها به طور معنی‌داری کاهش یافت (p≤۰/۰۵). بر اساس امتیازبندی که توسط Hasen و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد نمونه‌های مرغی که تا امتیاز ۲/۵ (۱ تا ٤) امتیاز را کسب کنند قابل مصرف برای انسان می‌باشند[۷۱]. Formanek و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که عصاره رزماری علاوه بر جلوگیری از اکسیداسیون لیپید و فساد میکروبی از تغییرات رنگ گوشت در طول دوره نگهداری جلوگیری می‌کند و باعث افزایش کیفیت گوشت از نظر فاکتورهای حسی می شود. علت این امر به ترکیبات ساختاری گیاه رزماری، خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی آن و ممانعت از فساد اکسیداتیو نسبت داده شد[۷۲].

Table 16. Changes in overall acceptance score of chicken fillet samples during the storage time

Samples	Storage time (days)			
	Day 1	Day 3	Day 7	Day 14
Cod (1)	5.00 ± 0.00^{aA}	3.33 ± 0.57^{aA}	2.66 ± 0.57^{bA}	1.00 ± 0.00^{cA}
Cod (2)	5.00 ± 0.00^{aA}	3.33 ± 0.57^{aA}	2.66 ± 0.57^{bA}	1.00 ± 0.00^{cA}
Cod (3)	5.00 ± 0.00^{aA}	3.66 ± 0.57^{aA}	3.00 ± 0.00^{bA}	2.33 ± 0.57^{bA}
Cod (4)	5.00 ± 0.00^{aA}	5.00 ± 0.00^{bA}	4.00 ± 0.00^{aA}	3.00 ± 0.00^{aA}

Different lowercase letters indicate a significant difference in the column and different uppercase letters indicate a significant difference in the row ($p<0.05$).

Cod (1): Control sample (chicken fillet without coating), **Cod (2):** Chicken fillet coated with polylactic acid film, **Cod (3):** Chicken fillet coated with polylactic acid film contains *Satureja rechingeri* extract, **Cod (4):** Chicken fillet coated with polylactic acid film Contains silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract

٤-۷ نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که عصاره مرزه حاوی نانوذرات نقره وبژگی های ضد میکروبی بیشتری نسبت به عصاره مرزه داشته است (p≤۰/۰۵). به طوری که حداقل غلظت مهار کنندگی و حداقل غلظت کشندگی بر علیه باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیاکلی برای عصاره مرزه حاوی نانوذرات نقره به طور معنی داری پائین تر ازعصاره مرزه بود (p≤۰/۰۵) و فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم زیست تخریب پذیر پلی لاکتیک اسید حاوی نانو ذرات نقره سنتز شده از عصاره مرزه ریشنگری (نمونه ٤)، دارای ویژگی های میکروبیولوژیکی و حسی بهتری نسبت به نمونه های دیگر بود و به عنوان تیمار برتر انتخاب شد. بر اساس موارد فوق، فیلم‌های یک بسته بندی فعال، ضد میکروب و زیست تخریب‌پذیر است و می تواند به عنوان یک بسته‌بندی نوآورانه در حفظ کیفیت مواد غذایی مختلف بکارگرفته شود.

٦- منابع

[1] Ghazanfari, N., Fallah, S., Vasiee, A., & Yazdi, F. T. (2023). Optimization of fermentation culture medium containing food waste for l-glutamate production using native lactic acid bacteria and comparison with industrial strain. LWT, *184*, 114871.

[2] Alizadeh Behbahani, B., Jooyandeh, H. Vasiee, A. & Zeraatpisheh, F. (2023). Evaluation of anti-yeast metabolites produced by *Lactobacillus* strains and their potential application as bio-preservatives in traditional yogurt drink. LWT. 188: 115428.

[3] Noshad, M., Alizadeh Behbahani, B. & Hojjati, M. (2021). Investigation of probiotic and technological characteristics of lactic acid bacteria isolated from

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

Behbahan local Dough. *Journal of Food Industry Research*, 21(4): 169-186. [Full text in persian].
[4] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., Vasiee, A., & Brück, W. M. (2024). Probiotic Bacillus strains inhibit growth, biofilm formation, and virulence gene expression of Listeria monocytogenes. LWT, 191, 115596.
[5] Vasiee, A., Mortazavi, S. A., Sankian, M., Yazdi, F. T., Mahmoudi, M., & Shahidi, F. (2019). Antagonistic activity of recombinant Lactococcus lactis NZ1330 on the adhesion properties of Escherichia coli causing urinary tract infection. Microbial Pathogenesis, 133, 103547.
[6] Vasiee, A., Falah, F., Sankian, M., Tabatabaei-Yazdi, F., & Mortazavi, S. A. (2020). Oral Immunotherapy Using Probiotic Ice Cream Containing Recombinant Food-Grade Which Inhibited Allergic Responses in a BALB/c Mouse Model. Journal of Immunology Research.
[7] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M. & Jovandeh, H. (2022). Evaluating the activity and investigating the characteristics of bacteriocin produced by lactobacillus bacteria isolated from local yogurt of Behbahan city. *Iranian Journal of Food Science and Industry*, 16 (2): 111-120. [Full text in persian].
[8] Vasiee, A., Falah, F., & Mortazavi, S. A. (2022). Evaluation of probiotic potential of autochthonous lactobacilli strains isolated from Zabuli yellow kashk, an Iranian dairy product. Journal of Applied Microbiology, 133(5), 3201-3214.
[9] López-García, E., Benítez-Cabello, A., Ramiro-García, J., Ladero, V. & Arroyo-López, F.N. (2023). in silico evidence of the multifunctional features of lactiplantibacillus pentosus lpg1, a natural fermenting agent isolated from table olive biofilms. *Foods*. 12, 938.
[10] Saboktakin-Rizi, M., Alizadeh Behbahani, B., Mohammad Hojjati, M. & Noshad, M. (2021). Identification of *Lactobacillus plantarum* TW29-1 isolated from Iranian fermented cereal-dairy product (Yellow Zabol Kashk): probiotic characteristics, antimicrobial activity and safety evaluation, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15: 2615–2624.
[11] Barzegar, H., Alizadeh Behbahani, B. & Fereshteh Falah, F. (2021). Safety, probiotic properties, antimicrobial activity, and technological performance of *Lactobacillus* strains isolated from Iranian raw milk cheeses. *Food Science & Nutrition*, 00: 1-14.
[12] Vasiee, A., Alizadeh Behbahani, B., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A. & Noorbakhsh, H. (2018). Diversity and probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from horreh, a traditional Iranian fermented food. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 10 (2): 258–268.
[13] Tabatabai Yazdi, F., Vasiee, A., Alizadeh Behbahani, b. & Mortazavi, S. A. (2016). Evaluation of the probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from kimchi produced in Iran. *Journal of Qom University of Medical Sciences*. 11-22. [Full text in persian].
[14] Vasiee, A., Falah, F., Alizadeh Behbahani, B. & Tabatabaee-yazdi, F. (2020). Probiotic characterization of *Pediococcus* strains isolated from Iranian cereal-dairy fermented product:Interaction with pathogenic bacteria and the enteric cell line Caco-2. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.
[15] Kim, S., Lee, J. Y., Jeong, Y. & Kang, C. (2022). Antioxidant Activity and Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria. *Fermentation*, 8 (29).
[16] Alizadeh Behbahani, B., Barzegar, H., Mehrnia, M. A. & Ghodsi Sheikhjan, M. (2023). Probiotic Characterization of *Limosilactobacillus fermentum* Isolated from Local Yogurt: Interaction with Pathogenic Bacteria and Caco-2 Enteric Cell Line. Nutrition and Food Sciences Research. 10 (1): 37-45.
[17] Falah, F., Vasieea, A., Alizadeh Behbahani, B., Tabatabaee Yazdia,, F., Moradi, S., Mortazavi, S. A. & Roshanak, S. (2019). Evaluation of adherence and anti-infective properties of probiotic *Lactobacillus fermentum* strain 4-17 against *Escherichia coli* causing urinary tract infection in humans. *Microbial Pathogenesis*. 131: 246–253.
[18] Jafari, b., Manadi, A., Rezaei, A., Alizadeh, S., Ahmadizadeh, Ch., Barzegari, A., Pashazadeh, M., & Jafarzadeh, H. (2013). Evaluation of the probiotic potential of *enterococci* isolated from traditional dairy products of Moghan and Meshgin Shahr region. *Veterinary Journal of Islamic Azad University, Tabriz Branch*, 6 (1): 1505-1513. [Full text in persian].
[19] Pavlović, N., Stankov, K., & Mikov, M. (2012). Probiotics—interactions with bile acids and impact on cholesterol metabolism. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 168:1880-95.
[20] Fatemizadeh, S. S., Habibi Najafi, M. B. & Nielsen, D. S. (2023). Effect of *Bacillus plantarum* lactiplanta of mutal cheese on the adhesion of cronobacter sakazakii to intestinal cells. *Iran Journal of Food Science and Industry Research*, 19 (4): 557-575. [Full text in persian].
[21] Hojjati, M., Alizadeh Behbahani, b. & Falah, F. (2020). Investigation of technological and antimicrobial properties of *Lactobacillus brevis* gp104 strain isolated from Khiki cheese. *Quarterly Journal of Applied Microbiology in Food Industry*, 7 (3): 14-26. [Full text in persian].
[22] Hajinia, F., Sadeghi, A., Sadeghi Mahonek, A., Khamiri, M., Maqsoodlou, Y. & Muayidi, A. (2021). Evaluation of probiotic and antifungal properties of dominant lactic acid bacteria isolated from oat sour dough, *Journal of Food Health*, 10(1): 45-59. [Full text in persian].
[23] Shamsuddin, B. & Mazharuddin Khan, M. (2019). Antimicrobial activity and antibiotic sensitivity of lactic acid bacteria isolated from fermented foods and a commercial probiotic: a comparative in vitro study. *International Journal of Environment, Ecology, Family and Urban Studies (IJEEFUS)*, 9 (4): 59-66.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

[24] Pieniz, S., Andreazza, R., Anghinoni, T., Camargo, F. & Brandelli, A. (2014). Probiotic potential, antimicrobial and antioxidant activities of *Enterococcus durans* strain LAB18s. *Food Control*. 37: 251e256.
[25] Wang, Y., Wu, Y., Wang, Y., Xu, H., Mei, X., Yu, D., Wang, Y. & Li, W. (2017). Antioxidant properties of probiotic bacteria. *Nutrients*, 9 (521).
[26] Momenzadeh, S., Jovandeh, H., Alizadeh Behbahani, b. & Barzegar, H. (2021). Evaluation of probiotic and antibacterial properties of *Lactobacillus fermentum* SL163-4. *Journal of Iranian Food Science and Industry Research*, 17 (3): 233-242. [Full text in persian].
[27] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M. & Falah, F. (2019). Inhibition of *Escherichia coli* adhesion to human intestinal Caco-2 cells by probiotic candidate *Lactobacillus plantarum* strain L15. *Microbial Pathogenesis*, 136: 1-7.
[28] Alizadeh Behbahani, B., Jooyandeh, H., Hojjati, M. & Ghodsi Sheikhjan, M. (2024). Evaluation of probiotic, safety, and anti-pathogenic properties of *Levilactobacillus brevis* HL6, and its potential application as bio-preservatives in peach juice. *LWT*. 191: 115601.
[29] Zibaei-Rad, A., Rahmati-Joneidabad, M., Alizadeh Behbahani, B., & Taki, M. (2024). Probiotic-loaded seed mucilage-based edible coatings for fresh pistachio fruit preservation: an experimental and modeling study. *Scientific Reports, 14*(1), 509.
[30] Zibaei-Rad, A., Rahmati-Joneidabad, M., Alizadeh Behbahani, B., & Taki, M. (2023). Assessing the protection mechanisms on Enterobacter aerogenes ATCC 13048 by potentially probiotic strain Lacticaseibacillus casei XN18: An experimental and modeling study. *Microbial pathogenesis, 181*, 106177.
[31] Kardooni, Z., Alizadeh Behbahani, B., Jooyandeh, H., & Noshad, M. (2023b). Assessing Protection Mechanisms against Escherichia coli by Analyzing Auto-and Co-Aggregation, Adhesion Ability, Antagonistic Activity and Safety Characteristics of Potentially Probiotic Lactobacillus acidophilus B103. *Nutrition and Food Sciences Research, 10*(1), 11-21.
[32] Falah, F., Vasiee, A., Tabatabaei-Yazdi, F., Moradi, S., & Sabahi, S. (2022). Optimization of γ-aminobutyric acid (GABA) production by Lactobacillus spp. from agro-food waste. *Biomass Conversion and Biorefinery*. doi:10.1007/s13399-022-02361-z
[33] Falah, F., Vasiee, A., Yazdi, F. T., & Alizadeh Behbahani, B., (2021). Preparation and Functional Properties of Synbiotic Yogurt Fermented with Lactobacillus brevis PML1 Derived from a Fermented Cereal-Dairy Product. *BioMed Research International, 2021*, 1057531. doi:10.1155/2021/1057531
[34] Falah, F., Zareie, Z., Vasiee, A., Tabatabaee Yazdi, F., Mortazavi, S. A., & Alizadeh Behbahani, B. (2021). Production of synbiotic ice-creams with Lactobacillus brevis PML1 and inulin: functional characteristics, probiotic viability, and sensory properties. *Journal of Food Measurement and Characterization, 15*(6), 5537-5546. doi:10.1007/s11694-021-01119-x
[35] Barzegar, H., Alizadeh Behbahani, B., Mirzaei, A., & Ghodsi Sheikhjan, M. (2023). Assessing the protection mechanisms against Enterobacter aerogenes by analyzing aggregation, adherence, antagonistic activity, and safety properties of potentially probiotic strain Lactobacillus brevis G145. *Microbial Pathogenesis, 181*, 106175. doi:https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106175

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Study of polylactic acid film containing silver nanoparticles on shelf life of chicken fillet

Mina Tazakori [1], Hassan Hamedi [2], Seyed Amir Ali Anwar [3], Nakisa Sohrabi Haqdoost [4]

1- Msc Graduated, Department of Food Hygiene, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (IAUPS)
2-Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (IAUPS)
3-Associate Professor, Department of Food Hygiene, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (IAUPS)
4-Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (IAUPS)

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2022/8/15
Accepted:2022/12/18

Keywords:

Polylactic acid,

Chicken fillet,

Satureja rechingeri,

Silver nanoparticles

DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15.

*Corresponding Author E-

ABSTRACT

Plant extracts and nanoparticles prepared from them can be used to increase the shelf life of meat due to their antimicrobial and antioxidant properties. In the current research, the effect of polylactic acid films containing silver nanoparticles synthesized from *Satureja rechingeri* extract on the physicochemical and microbial properties of chicken fillets at refrigerator temperature in time intervals of 0, 3, 7 and 14 days was investigated. The samples include the control (code 1), chicken fillet coated with polylactic acid film (code 2), chicken fillet coated with polylactic acid film containing *Satureja rechingeri* extract (code 3) and coated chicken fillet. They were coated with polylactic acid film containing silver nanoparticles synthesized from the extract of Marza Rishengari (code 4). The results showed that the mean diameter of the growth inhibition zone against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* for the *Satureja rechingeri* extract containing silver nanoparticles was significantly higher than the *Satureja rechingeri* extract ($p\leq0.05$). In all the studied days, except for the first day, the lowest pH and thiobarbituric acid levels belonged to sample 4 ($p\leq0.05$). On the third and seventh days, the highest L* color component belonged to sample 4 ($p\leq0.05$). In all the studied days, except for the first day, the lowest population of mesophilic bacteria, psychrophilic, coliform, *Staphylococcus aureus*, mold and yeast, as well as the highest score of all sensory factors (smell, color, texture, overall acceptance) belonged to sample 4 ($p\leq0.05$). Sample 4 was selected as the superior treatment due to its higher sensory score and more favorable microbial characteristics.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-31]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.15]