DOI: http://dx.doi.org/ 10.22104/JIFT. 2018.2552.1599

فصلنامه فناوری‌های نوین غذایی، دوره ۵، شماره ۴، صفحه ۵۹۶-۵۸۳، تابستان۱۳۹۷

بررسی تأثیر پوشش آلژینات حاوی عصاره پوست انار بر ماندگاری و ویژگی‌های بافت و رنگ گوشت سینه مرغ

پریا رهنمون[۱]، محبوبه سرابی جماب[۲*]، مجید جوانمرد داخلی[۳]، آرام بستان[۴]

۱. دانشجوی دکتری، میکروبیولوژی مواد غذایی، پژوهشکده فناوری‌های پیشرفته مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد

۲. استادیار، گروه زیست فناوری مواد غذایی، پژوهشکده فناوری‌های پیشرفته مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد

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

۴. استادیار، گروه نانوفناوری مواد غذایی، پژوهشکده فناوری‌های پیشرفته مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۹، تاریخ آخرین بازنگری: ۹۶/۱۰/۹، تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۱)

چکیده

در این پژوهش عصاره پوست انار به تنهایی و همراه با محلول آلژینات جهت پوشش‌دهی تکه‌های گوشت سینه مرغ خام مورد استفاده قرار گرفت و اثر آن بر ماندگاری و جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم‌های شاخص گوشت مرغ بررسی گردید. نمونه پوشش داده شده با آلژینات حاوی عصاره در مقایسه با نمونه پوشش داده شده با عصاره به تنهایی و نیز نمونه‌های کنترل (نمونه غوطه‌ور شده در آب مقطر استریل و نمونه دارای پوشش آلژینات فاقد عصاره) از لحاظ میکروبی ماندگاری بیش‌تری داشتند ($p<۰/۰۵$). شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در نمونه پوشش داده شده با آلژینات حاوی عصاره تا روز هشتم نگه‌داری، کم‌تر از حد استاندارد به‌دست آمد؛ در حالی‌که در سایر نمونه‌ها بعد از روز چهارم، تعداد کلی میکروارگانیسم‌ها از حد استاندارد تعیین شده برای گوشت مرغ خام بالاتر رفت. هرچند تعداد باکتری‌های تلقیح شده ازجمله *سالمونلا انتریتیدیس*، *اشریشیا کلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در همه نمونه‌ها با گذشت زمان افزایش یافت؛ در نمونه پوشش داده شده با آلژینات حاوی عصاره این میزان افزایش نسبت به سایر نمونه‌ها حدود ۱ تا ۳ سیکل لگاریتمی کم‌تر بود. به‌منظور بررسی تأثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات حاوی عصاره بر بافت و رنگ گوشت سینه مرغ، آزمون بافت‌سنجی و رنگ‌سنجی بر روی نمونه‌ها انجام گرفت. نتایج بافت‌سنجی نشان داد که استفاده از عصاره به تنهایی باعث افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در سفتی، چسبندگی و پیوستگی گوشت مرغ گردید. در روز هشتم نگه‌داری سفتی و پیوستگی کاهش ولی چسبندگی و خاصیت ارتجاعی بودن در تمام نمونه‌ها افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). نتایج به‌دست آمده از آزمون رنگ‌سنجی نیز نشان داد فاکتور a^* و b^* در نمونه‌های پوشش داده شده با عصاره به تنهایی و سپس آلژینات حاوی عصاره بیش‌تر از نمونه‌های غوطه‌ور شده در آب مقطر استریل و آلژینات بود. نمونه‌های مذکور کم‌ترین مقدار فاکتور L^* را نشان دادند ($p<۰/۰۵$).

واژه‌های کلیدی: عصاره پوست انار، پوشش‌دهی، ماندگاری گوشت مرغ، بافت‌سنجی، رنگ‌سنجی.

* نویسنده مسئول: m.sarabi@rifst.ac.ir

۱. مقدمه

در بسیاری از موادغذایی تازه و فراوری شده، فساد میکروبی بیش‌تر از سطح ماده غذایی آغاز می‌شود؛ بنابراین بهره‌گیری از روشی مؤثر برای کنترل رشد میکروبی در سطح فراورده‌های غذایی احساس می‌شود. در سال‌های اخیر استفاده از ضدمیکروب‌های طبیعی مانند عصاره‌های گیاهی، اسانس‌های روغنی و مشتقات آن‌ها همراه با پوشش‌های خوراکی یا وارد نمودن آن‌ها به درون مواد بسته‌بندی و فیلم‌ها به‌منظور افزایش عمر ماندگاری مواد غذایی فسادپذیر مانند گوشت خام و ماهی افزایش یافته است. ترکیبات ضدمیکروبی موجود در پوشش‌ها و فیلم‌ها به‌صورت کنترل‌شده از ماتریس پلی‌مری در سطح ماده غذایی آزاد می‌شود. استفاده از ترکیبات ضدمیکروب در پوشش‌ها باعث می‌گردد تا غلظت مورد نیاز برای بازدارندگی رشد باکتریایی به حداقل رسیده و رهایش آن‌ها از ماتریس به‌صورت کنترل شده انجام گردد؛ هم‌چنین، تماس ترکیب ضدمیکروب با ترکیبات ماده غذایی به کم‌ترین حد خود می‌رسد که در این صورت علاوه‌بر آن که ماده غذایی دستخوش کم‌ترین تغییرات می‌شود، فعالیت ترکیب ضدمیکروب نیز به‌دلیل واکنش با ماده غذایی کاهش نمی‌یابد [۱].

تحقیقات مختلف نشان داده است که عصاره پوست انار به‌دلیل دارا بودن ترکیبات فنولی به مقدار زیاد، خواص ضد میکروبی قابل توجهی نشان می‌دهد [۴-۲]. عصاره استخراج شده از پوست انار علیه باکتری‌هایی مانند *اشریشیا کلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، انواع گونه‌های سالمونلا و شیگلا، *ویبریو کلرا*، *یرسینیا انتروکولیتیکا*، *لیستریا مونوسیتوژنز*، *باسیلوس سابتیلیس*، *هلیکوباکتر پیلوری* و غیـــره خاصیت ضدمیکروبی داشته است [۲، ۳، ۵]. پونیکالاجین و الاژیک اسید از عمده‌ترین ترکیبات فنولی موجود در پوست انار می‌باشد [۳].

پوشش خوراکی یک لایه نازک از مواد قابل خوردن است که به شکل پوشش در سطح ماده غذایی تشکیل می‌شود [۶]. از روش‌های تولید پوشش می‌توان به غوطه‌وری، افشاندن، کف، چکانیدن و قلم‌مو زدن اشاره نمود که روش غوطه‌وری از معمول‌ترین روش‌های پوشش‌دهی مواد غذایی است [۷]. انتخاب نوع ماده پوشش یک گام مهم در اجرای صحیح پوشش‌دهی است که بر اساس نوع ماده غذایی و خواص پوشش‌های مختلف انجام می‌شود [۷]. آلژینات یکی از پرکاربردترین ترکیباتی است که برای پوشش‌دهی اکثر مواد غذایی مناسب می‌باشد. آلژینات پلی‌مری خطی از منومرهای D- مانورونیک و L- گلورونیک اسید است و از جلبک قهوه‌ای دریایی[1] استخراج می‌شود. پوشش آلژینات در برابر روغن‌ها مقاوم است، ولی مانند سایر پلی‌ساکاریدهای آب‌دوست در برابر بخار آب نفوذ پذیر می‌باشد. از این ترکیب به‌طور گسترده‌ای برای پوشش‌دهی گوشت‌های قرمز، گوشت مرغ، بوقلمون و ماهی استفاده شده است [۸].

تحقیقات مختلفی در رابطه با خواص ضد میکروبی پوست انار علیه باکتری‌های پاتوژن در شرایط آزمایشگاهی انجام شده است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر عصاره پوست انار به تنهایی و همراه با پوشش آلژینات بر ماندگاری گوشت سینه مرغ نگه‌داری شده در دمای یخچال در طی ۱۴ روز بود. علاوه‌بر آن تأثیر عصاره پوست انار به‌صورت مستقیم و همراه با پوشش آلژینات بر ویژگی‌های بافت و رنگ گوشت سینه مرغ خام برای اولین بار بررسی گردید.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. مواد مصرفی

مواد شیمیایی شامل مونو و دی پتاسیم فسفات، کلرید باریم، اسید سولفوریک از شرکت‌های تجاری مرک آلمان و سیگما آمریکا تهیه شدند. اتانول با خلوص ۹۸٪ از شرکت اتحاد ایران خریداری شد. محیط‌های کشت مورد استفاده شامل مولر هینتون مایع و آگار، پتیتو دکستروز مایع و آگار، نوترینت آگار، تریپتون سوی آگار، سالمونلا شیگلا آگار، تریپل شوگر آیرن آگار و ائوزین متیلن بلو آگار از شرکت مرک آلمان خریداری شد. سویه‌های میکروبی شامل *سالمونلا اینتریتیدیس* (PTCC ۱۷۰۹)، *اشریشیا کلی* (PTCC ۱۳۲۹)، *استافیلوکوکوس اورئوس* (PTCC ۱۷۶۴) و *لیستریا مونوسیتوژنز* (PTCC ۱۹۹۷) از مرکز کلکسیون سویه‌های میکروبی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شد. انار واریته پیش‌رس شیراز در اواخر شهریور سال ۱۳۹۳ از فروشگاه محلی خریداری شد. مرغ با تاریخ روز از فروشگاه محلی تهیه گردید.

1. Phaephyceae

۲.۲. استخراج عصاره پوست انار

پوست‌های جدا شده انار با واریته پیش‌رس شیراز در دمای اتاق و به دور از تابش مستقیم آفتاب به مدت ۸ روز خشک شدند. نمونه‌های خشک شده با آسیاب ساخت شرکت مولینکس فرانسه خرد شده و برای به‌دست آوردن پودر یکنواخت از الک ۳۵ مش استفاده شد [۴]. استخراج عصاره از پوست انار بر اساس بهینه‌سازی شرایط استخراج عصاره پوست انار با حلال که قبلا انجام شده بود [۵]، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از مخلوط اتانول و آب (نسبت ۶۰ به ۴۰) در مدت زمان ۲۴ ساعت صورت گرفت. نسبت ماده جامد به حلال مورد استفاده ۱ به ۱۰ وزنی- حجمی بود. عصاره به‌دست آمده بعد از عبور از صافی پارچه‌ای، با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه با سانتریفیوژ شرکت پویا الکترونیک ساخت ایران، سانتریفیوژ شد. مایع رویی جمع‌آوری و در آون تحت خلا مدل Gallenkamp ساخت شرکت Fistreem انگلستان در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و خلا ۰/۸ بار خشک گردید. عصاره خشک شده تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد.

۳.۲. آماده سازی نمونه‌های گوشت مرغ

گوشت مرغ تازه (تاریخ روز) از فروشگاه محلی خریداری و تحت شرایط بهداشتی به محل انجام تحقیق حمل شد. پس از پوست‌گیری و شست‌وشو، قطعات ۱۰ گرمی (در ابعاد مشابه) از سینه مرغ جهت پوشش‌دار کردن آماده شدند. تیمارهای مورد بررسی شامل نمونه کنترل ۱ (تکه‌های گوشت مرغ غوطه‌ور شده در آب مقطر استریل)، نمونه کنترل ۲ (تکه‌های گوشت مرغ غوطه‌ور شده در محلول ۲٪ آلژینات)، تکه‌های گوشت مرغ غوطه‌ور شده در محلول عصاره و تکه‌های گوشت غوطه‌ور شده در محلول ۲٪ آلژینات حاوی عصاره بود. تکه‌های گوشت مرغ به مدت ۱ دقیقه در داخل محلول‌های پوشش‌دهی قرار گرفتند. غلظت عصاره در محلول‌های پوشش‌دهی حاوی عصاره، ۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر (بر اساس نتایج MIC عصاره پوست انار) انتخاب گردید [۵]. نمونه‌ها پس از غوطه‌وری به مدت ۱ دقیقه در داخل سبدهای استریل و زیر هود لامینار (جریان هوای استریل) نگه‌داری شدند تا مازاد محلول از سطح تکه‌های گوشت مرغ زدوده شود. سپس در ظروف استریل یکبارمصرف با پوشش سلوفان بسته بندی شدند. نمونه‌های آماده شده در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۴ روز نگه‌داری شدند.

۴.۲. فعال‌سازی میکروارگانیسم‌ها

برای فعال سازی سویه‌های باکتری، هر یک از سویه‌ها به محیط کشت مولر هینتون مایع منتقل و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. بعد از سانتریفیوژ در ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه، با دستگاه سانتریفیوژ Heraeus Biofuge Pico ساخت شرکت DJB labcare انگلستان، مایع رویی دور ریخته شده و از کدورت باقی‌مانده به‌وسیله محلول بافر فسفات سوسپانسیون باکتری نیم مک فارلند (10^8 CFU/g) تهیه شد [۴].

۵.۲. آزمون‌های میکروبی

آزمایشات میکروبی به دو صورت اندازه‌گیری شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها و شمارش باکتری‌های تلقیح شده در طی ۱۴ روز نگه‌داری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انجام شد. شمارش کلی باکتری‌ها، کپک و مخمر و باکتری‌های سرمادوست در لحظه آماده شدن نمونه‌ها و روزهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ نگه‌داری براساس روش‌های استاندارد ملی ایران (به‌ترتیب شماره‌های ۲۴۰۶، ۹۹۷ و ۲۶۲۹ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران) انجام شد. هم‌چنین شمارش تعداد کلنی‌های مهم‌ترین باکتری‌های آلوده‌کننده گوشت مرغ شامل *سالمونلا اینتریتیدیس*، *اشریشیا کلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *لیستریا مونوسیتوژنز*، بعد از تلقیح مقدار مشخص از باکتری‌های مذکور (10^3 CFU/g) به تکه‌های گوشت مرغ (حاوی تیمارهای مختلف) در طی ۱۴ روز نگه‌داری با استفاده از محیط‌های کشت اختصاصی هر باکتری شمارش شد [۹].

۶.۲. آزمون بافت سنجی

آزمون بافت‌سنجی نمونه‌های گوشت خام مرغ پوشش داده شده با محلول‌های مختلف در روزهای اول، چهارم و هشتم نگه‌داری در یخچال، با استفاده از آنالیز پروفایل بافت[1] و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج مدل TA.XT*plus* ساخت شرکت Stable Micro Systems انگلستان انجام شد. نیروی مورد نیاز جهت

1. Texture Profile Analysis (TPA)

فشردن نمونه‌ها با وزنه ۱۰ کیلوگرمی تا ۵۰٪ ارتفاع اولیه آن‌ها، تحت سرعت ثابت ۵ میلی‌متر بر ثانیه، اندازه‌گیری شد. برای آزمون بافت سنجی، نمونه‌ها به شکل مکعب‌های ۱×۱×۱ سانتی‌متری برش زده شدند [۱۰].

۷.۲. آزمون رنگ سنجی

آزمون رنگ سنجی نمونه‌های گوشت خام مرغ پوشش داده شده با محلول‌های مختلف، توسط دستگاه هانترلب مدل AM-4201 ساخت شرکت Lutron تایوان، در روزهای اول، چهارم و هشتم نگه‌داری انجام شد. شاخص‌های رنگی شامل L* (روشنایی)، a* (قرمزی) و b* (زردی) برای نمونه‌های مختلف تعیین شدند.

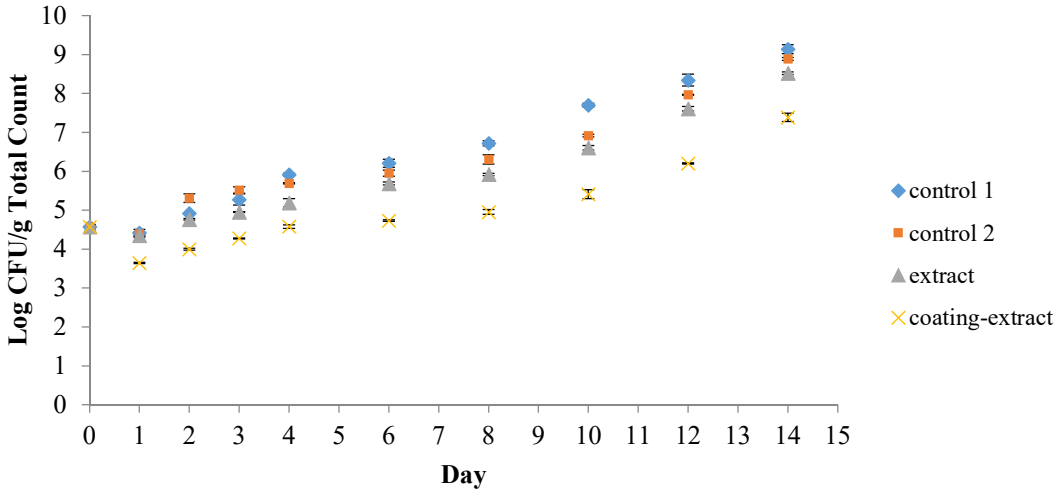
۸.۲. آنالیز آماری

متغیرهای مستقل در آزمون‌های میکروبی شامل نوع پوشش (کنترل ۱، کنترل ۲، عصاره و پوشش حاوی عصاره) و زمان نگه‌داری (لحظه آماده سازی، روزهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴) بود. در آزمون‌های بافت سنجی و رنگ سنجی نوع پوشش و زمان نگه‌داری (روزهای ۱، ۴ و ۸) متغیرهای مستقل بودند. تمامی آزمایشات در سه تکرار انجام گرفت و نتایج به‌صورت میانگین تکرارها گزارش شد. داده‌ها با نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ مقایسه شدند.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. آنالیزهای میکروبی

شکل (۱) روند افزایش شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در نمونه‌های گوشت مرغ پوشش داده شده را طی ۱۴ روز نگه‌داری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می شود، در تمامی نمونه‌ها در روز اول نگه‌داری در مقایسه با لحظه صفر، بار میکروبی به‌طور معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ ٪ کاهش یافت، سپس از روز دوم تا روز چهاردهم دوباره میزان بار کلی میکروبی افزایش نشان داد. بیش‌ترین شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها مربوط به نمونه‌های کنترل در روز چهاردهم نگه‌داری بود؛ به‌طوری که شمارش میکروارگانیسم‌ها در نمونه غوطه‌ور شده در آب در روز چهاردهم نسبت به لحظه صفر، حدود ۴ سیکل لگاریتمی افزایش داشت (شکل ۱). کم‌ترین شمارش میکروبی بعد از ۱۴ روز نگه‌داری، مربوط به نمونه‌ای بود که در آن از پوشش آلژینات حاوی عصاره استفاده شده بود. بر اساس استاندارد ملی ایران حداکثر بار میکروبی قابل قبول در



شکل (۱) شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در نمونه‌های مختلف طی ۱۴ روز نگه‌داری در دمای ۴ °C.

Fig. 1 Total count for different samples during storage time (14 day, 4°C).

* تیرک‌های رسم شده روی نقاط نشانگر انحراف معیار می باشد

*The bars indicate standard deviation of triplicates

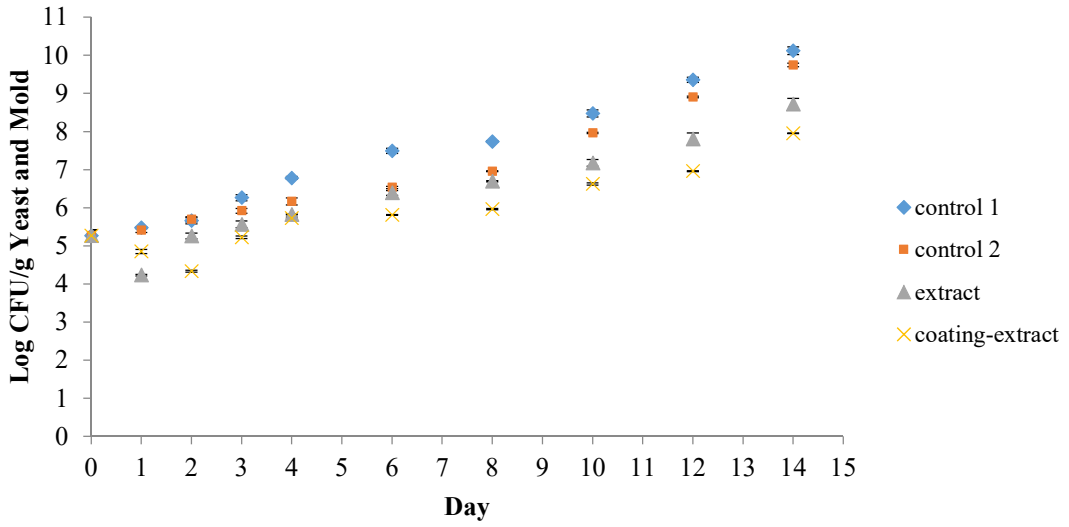
گوشت مرغ خام، 10^5 CFU/g است (استاندارد ملی ایران، شماره ۹۷۱۴). با توجه به شکل (۱)، شمارش کلی میکروبی همه نمونه‌ها به جز نمونه پوشش داده شده با آلژینات حاوی عصاره، بعد از روز ۴، از محدوده تعیین شده استاندارد (10^5 CFU/g) بیش‌تر شد. می‌توان گفت عمر ماندگاری این نمونه‌ها تا ۴ روز در دمای یخچال می‌باشد. این درحالی است که شمارش میکروبی نمونه دارای پوشش حاوی عصاره تا روز هشتم نگه‌داری کم‌تر از حد تعیین شده استاندارد ملی بود؛ بنابراین از لحاظ شمارش کلی باکتری می‌توان گفت که پوشش آلژینات حاوی عصاره، می‌تواند ماندگاری گوشت مرغ را تا ۴ روز نسبت به نمونه فاقد پوشش افزایش دهد. نتایج شمارش کپک و مخمر در مدت زمان ماندگاری قطعات گوشت مرغ تیمار شده در شکل (۲) نشان داده شده است. نتایج آماری نشان داد که کم‌ترین میزان شمارش کپک و مخمر به‌ترتیب متعلق به نمونه دارای پوشش آلژینات حاوی عصاره، نمونه غوطه‌ور شده در عصاره، کنترل ۲ و کنترل ۱ بود ($p<0/05$).

در مورد شمارش میکروارگانیسم‌های سرمادوست، پس از گذشت اولین روز نگه‌داری در کلیه نمونه‌ها میزان سرمادوست‌ها با افزایش زمان، افزایش یافت. مشابه موارد گفته شده درباره شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها و شمارش کپک و مخمر، کم‌ترین میزان سرمادوست‌ها در طی نگه‌داری مربوط به نمونه پوشش داده شده با آلژینات حاوی عصاره بود (شکل ۳).

با توجه به شکل‌های ۱ تا ۳ می‌توان گفت که شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها، کپک و مخمر و باکتری‌های سرمادوست در نمونه پوشش‌دهی شده با آلژینات حاوی عصاره به‌ترتیب ۱/۵، ۲ و ۱ سیکل لگاریتمی کم‌تر از نمونه کنترل ۱ به‌دست آمد.

در بخش دوم آزمون‌های میکروبی همان‌طور که قبلا نیز توضیح داده شد مقدار 10^3 CFU/g از هریک از باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *سالمونلا انتریتیدیس*، *لیستریا مونوسیتوژنز* و *استافیلوکوکوس اورئوس* به نمونه‌ها تزریق شد و سپس غوطه‌وری در داخل محلول‌های مختلف انجام گرفت. لازم به ذکر است که بار میکروبی اولیه نمونه‌ها حدود 10^4 CFU/g بود.

شکل‌های ۴ و ۵ به‌ترتیب میزان *اشریشیا کلی* و *سالمونلا انتریتیدیس* را در طی زمان ماندگاری نشان می‌دهد. میزان هر دو باکتری گرم منفی مورد آزمون در نمونه‌های مختلف، تقریباً از روندی یکسان پیروی نمود؛ به‌طوری که کم‌ترین بار آلودگی



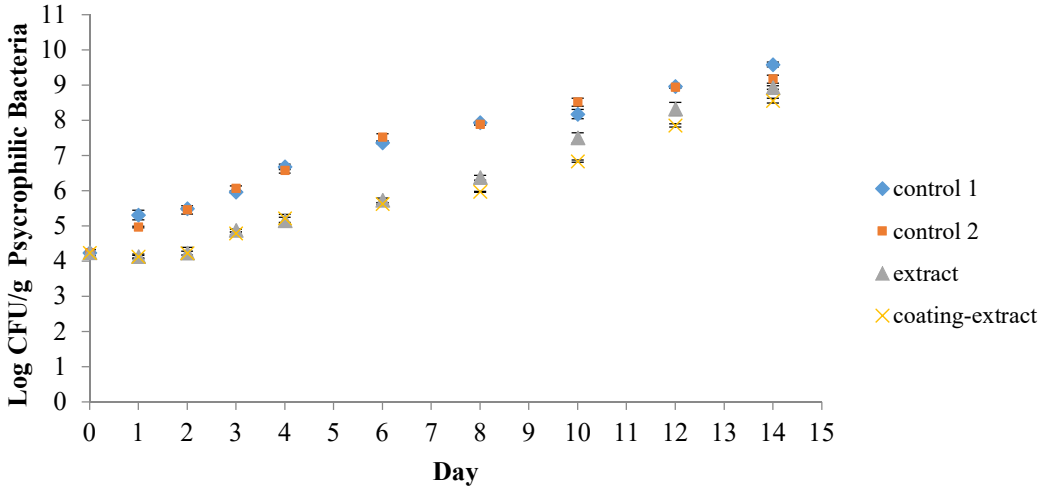
شکل (۲) شمارش کپک و مخمر در نمونه‌های مختلف طی ۱۴ روز نگه‌داری در دمای ۴ °C.

Fig. 2 Mold and yeast count for different samples during storage time (14 day, 4°C).

* تیرک‌های رسم شده روی نقاط نشانگر انحراف معیار می باشد

*The bars indicate standard deviation of triplicates

متعلق به نمونه‌ای بود که با پوشش آلژینات حاوی عصاره پوشش داده شده بود. در همه نمونه‌ها با افزایش زمان میزان آلودگی باکتری افزایش یافت. در نمونه کنـــترل ۱ بعد از ۱۴ روز نگه‌داری، مقدار هر دو باکتری مذکور نسبت به روز صفر، ۶ سیکل لگاریتمی افزایش یافت در حالی‌که در نمونه پوشش داده شده با آلژینات حاوی عصاره، این افزایش ۴ سیکل لگاریتمی بود.

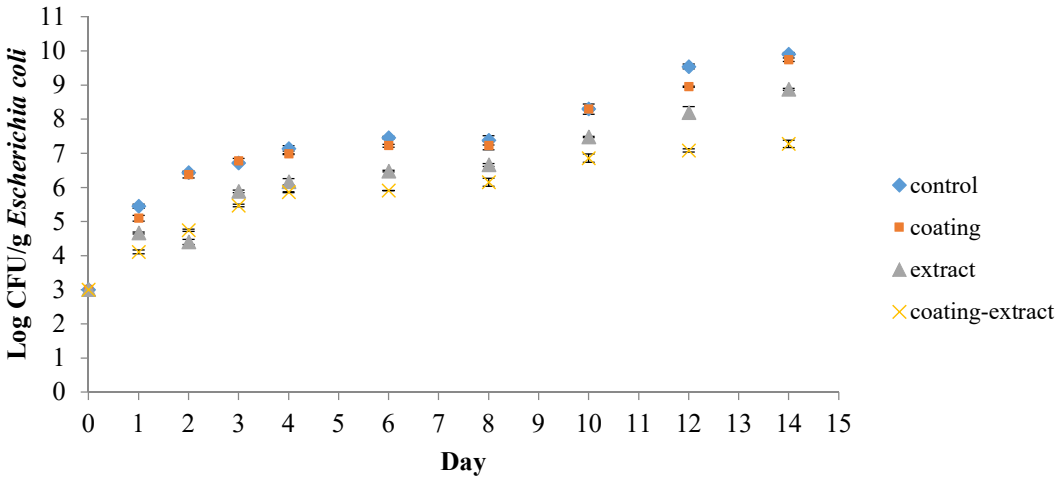


شکل (۳) شمارش باکتری‌های سرمادوست در نمونه‌های مختلف طی ۱۴ روز نگه‌داری در دمای ۴ °C.

Fig. 3 Psychrophilic bacteria count for different samples during storage time (14 day, 4°C).

* تیرک‌های رسم شده روی نقاط نشانگر انحراف معیار می باشد

*The bars indicate standard deviation of triplicates



شکل (۴) شمارش باکتری اشریشیا کلی در نمونه‌های مختلف طی ۱۴ روز نگه‌داری در دمای ۴ °C.

Fig. 4 Count of Escherichia coli for different samples during storage time (14 day, 4°C).

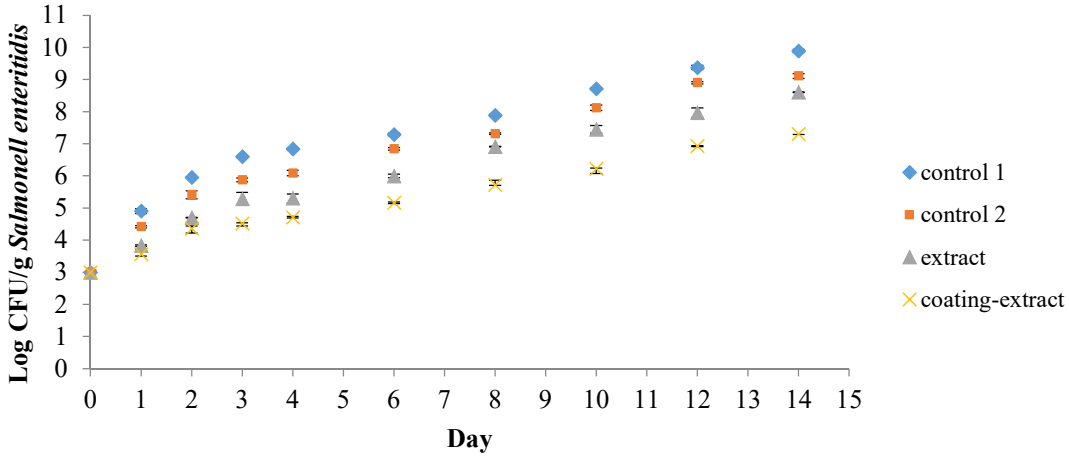
* تیرک‌های رسم شده روی نقاط نشانگر انحراف معیار می باشد

*The bars indicate standard deviation of triplicates

در رابطه با باکتری *اشریشیا کلی*، نمونه کنترل ۱ و کنترل ۲ از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نشان ندادند ولی شمارش باکتری *سالمونلا انتریتیدیس* در نمونه کنترل ۲ به‌صورت معنی‌داری کم‌تر از نمونه کنترل ۱ بود ($p<۰/۰۵$). بعد از نمونه پوشش داده شده با آلژینات حاوی عصاره، نمونه غوطه‌ور شده در عصاره کم‌ترین میزان شمارش باکتری‌های مذکور را نشان داد ($p<۰/۰۵$).

همان‌گونه که در شکل‌های ۶ و ۷ مشاهده می‌شود میزان باکتری‌های گرم مثبت *لیستریا مونوسیتوژنز* و *استافیلوکوکوس اورئوس* نیز مشابه باکتری‌های گرم منفی مورد آزمون، با افزایش زمان ماندگاری افزایش یافت و در طول مدت ۱۴ روز کم‌ترین میزان افزایش متعلق به نمونه پوشش داده شده با آلژینات حاوی عصاره بود و بیش‌ترین آن به نمونه کنترل ۱ تعلق داشت. در مورد *لیستریا مونوسیتوژنز* در نمونه کنترل ۱ در روز چهاردهم در مقایسه با لحظه نخست، بار آلودگی حدود ۶ سیکل لگاریتمی افزایش یافت در حالیکه در مورد باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* حداکثر میزان این باکتری در نمونه مذکور حدود ۷ سیکل لگاریتمی افزایش یافت. در نمونه دارای پوشش آلژینات حاوی عصاره، مقدار *لیستریا مونوسیتوژنز* و *استافیلوکوکوس اورئوس* بعد از ۱۴ روز، به حدود $۱۰^{۷}$ CFU/g رسید. یعنی در روز چهاردهم، مقدار دو باکتری مذکور در نمونه پوشش داده شده با آلژینات حاوی عصاره نسبت به نمونه کنترل ۱ دو و سه سیکل لگاریتمی کم‌تر بود. در بین باکتری‌های مورد آزمون، *استافیلوکوکوس اورئوس* بیش‌ترین حساسیت را نسبت به عصاره پوست انار و پوشش حاوی عصاره نشان داد که با نتایج حاصل از بررسی خاصیت ضد میکروبی عصاره در شرایط آزمایشگاهی مطابقت دارد [۵].

با توجه به نتایج به‌دست آمده، استفاده از پوشش آلژینات بدون حضور عصاره نمی‌تواند در کنترل بار میکروبی تکه‌های گوشت مرغ، مؤثر باشد. همان‌طور که در شکل‌های ۱ الی ۷ مشاهده می‌شود، نمونه پوشش داده شده با آلژینات (کنترل ۲) بعد از نمونه غوطه‌ور شده در آب استریل (کنترل ۱)، بیش‌ترین بار میکروبی را دارا است. بررسی‌های فرناندز و همکاران [۶] در رابطه با استفاده از اسانس روغنی پونه کوهی در کنترل رشد میکروبی گوشت مرغ نیز نشان داد که پوشش خوراکی بدون ترکیبات ضدمیکروبی نمی‌تواند در کنترل بار میکروبی مؤثر باشد و هیچ تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های بدون پوشش و دارای پوشش بدون حضور اسانس‌های روغنی وجود نداشت؛

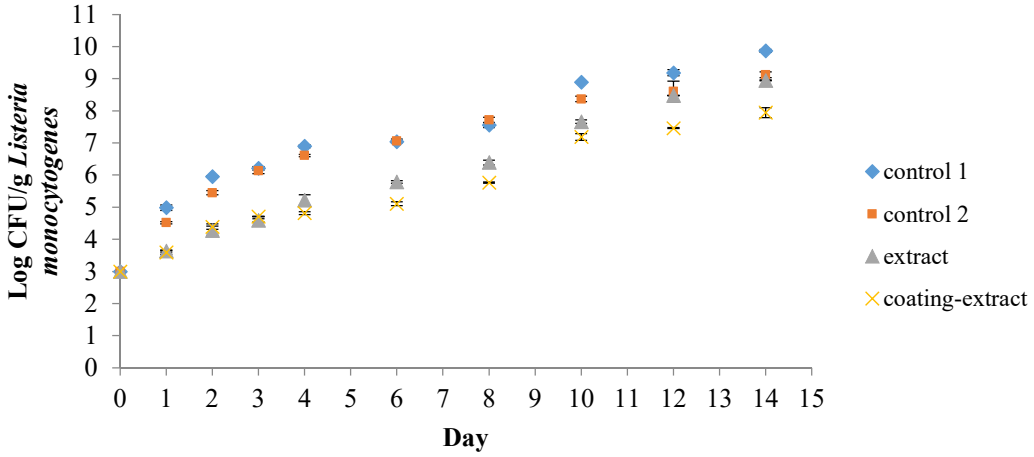


شکل (۵) شمارش باکتری *سالمونلا انتریتیدیس* در نمونه‌های مختلف طی ۱۴ روز نگه‌داری در دمای ۴ °C.

Fig. 5 Count of *Salmonella enteritidis* for different samples during storage time (14 day, 4°C).

* تیرک‌های رسم شده روی نقاط نشانگر انحراف معیار می باشد

*The bars indicate standard deviation of triplicates

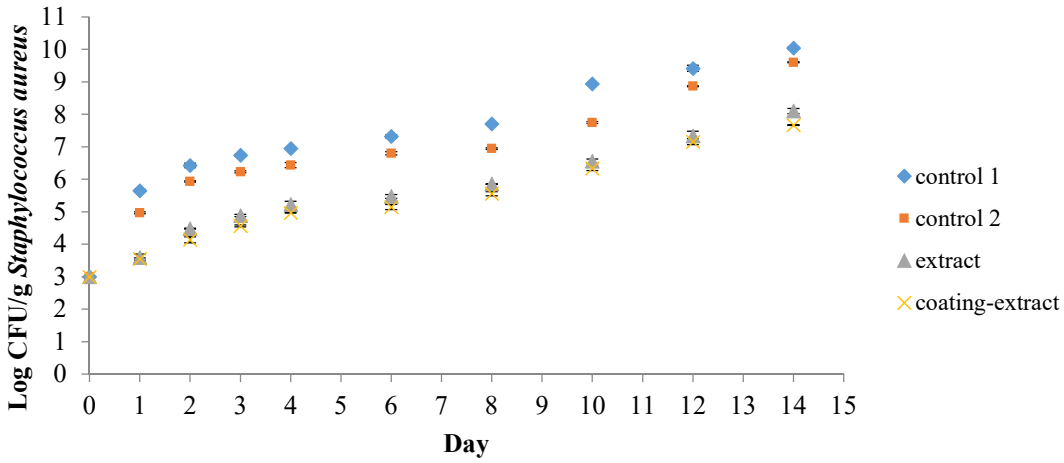


شکل (۶) شمارش باکتری *لیستریا مونوسیتوژنز* در نمونه‌های مختلف طی ۱۴ روز نگه‌داری در دمای ۴ °C.

Fig. 6 Count of *Listeria monocytogenes* for different samples during storage time (14 day, 4°C).

* تیرک‌های رسم شده روی نقاط نشانگر انحراف معیار می باشد

*The bars indicate standard deviation of triplicates



شکل (۷) شمارش باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* در نمونه‌های مختلف طی ۱۴ روز نگه‌داری در دمای ۴ °C

Fig. 7 Count of *Staphylococcus aureus* for different samples during storage time (14 day, 4°C).

* تیرک‌های رسم شده روی نقاط نشانگر انحراف معیار می باشد

*The bars indicate standard deviation of triplicates

در حالی‌که پوشش‌های دارای اسانس روغنی قادر به کاهش بار میکروبی تکه‌های گوشت مرغ بودند. هم‌چنین در این مطالعه مطابق با یافته‌های این پژوهش، مشخص شد که استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی در داخل پوشش‌های خوراکی مؤثرتر از استفاده مستقیم آن‌ها است. آزاد شدن ترکیبات ضدمیکروبی موجود در ماتریس پوشش خوراکی به‌صورت کنترل شده انجام می‌شود که این امر اثرگذاری آن را افزایش می‌دهد. علاوه‌بر آن ترکیبات ضدمیکروبی به‌صورت مستقیم چسبندگی مناسبی به

سطح محصول نشان نمی‌دهند در حالی‌که پوشش‌هایی مانند محلول آلژینات سدیم به‌دلیل آب‌دوست بودن چسبندگی مناسبی با تکه‌های مرغ که سطح مرطوبی دارند ایجاد می‌کند.

جاک و همکاران [۱۱] و نیتو و همکاران [۱۲] در دو تحقیق مختلف، اثر پوشش‌های مختلف مانند پکتین، آلژینات، کاراگینان، زانتان و نشاسته را همراه با ترکیبات ضدمیکروبی مانند نایسین، سدیم لاکتات و سدیم دی استات بر گوشت بوقلمون آب‌پز و سرخ شده و ماهی سالمون مورد بررسی قرار دادند؛ نتایج نشان داد آلژینات نسبت به سایر پوشش‌ها همراه با هر نوع ترکیب ضد میکروبی بهتر عمل می‌کند. علت آن مربوط به تعاملات مناسب ترکیبات ضدمیکروبی با آلژینات و نیز آزاد سازی کنترل شده این ترکیبات طی نگه‌داری است [۱۲]. علاوه بر آن، آلژینات از لحاظ فیزیکی و ظاهری پوشش مناسبی ایجاد می‌نماید و نیز تغییری در طعم محصول ایجاد نمی‌کند لذا باعث کاهش پذیرش محصول از سوی مصرف‌کننده نمی‌گردد [۱۲].

۲.۳. آزمون بافت سنجی

نتایج به‌دست آمده از آزمایشات میکروبی (شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها) و هم‌چنین مشاهدات عینی در طی ۱۴ روز نگه‌داری نمونه‌ها در یخچال، نشان داد که تکه‌های گوشت مرغ پوشش داده شده تا روز هشتم نگه‌داری خواص حسی قابل قبول دارند و بعد از مدت زمان مذکور از لحاظ خواص ظاهری (بو و رنگ) قابل قبول و سنجش نمی‌باشند؛ لذا آزمون‌های بافت سنجی بر روی نمونه‌ها در روز اول، چهارم و هشتم نگه‌داری انجام گرفت.

در جدول (۱) نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های بافتی نمونه‌های گوشت مرغ تیمار شده خام نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیش‌ترین میزان سفتی (۸۱/۱۳±۱۹۹۸/۷۲ گرم) مربوط به نمونه گوشت مرغ پوشش داده شده با عصاره در روز اول است که نشان می‌دهد، استفاده از عصاره به تنهایی در پوشش‌دهی گوشت مرغ باعث سفت‌تر شدن بافت آن در مقایسه با نمونه کنترل ۱ گردید. سفتی بافت نمونه‌های دارای پوشش آلژینات و پوشش آلژینات حاوی عصاره با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p<۰/۰۵$)؛ این در حالی است که سفتی نمونه غوطه‌ور شده در آب به‌طور معنی‌داری کم‌تر از سایر نمونه‌ها به‌دست آمد ($p<۰/۰۵$). می‌توان علت این پدیده را به حضور ترکیبات فنولی در داخل عصاره نسبت داد. ترکیبات فنولی می‌توانند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهند که این امر ظرفیت نگه‌داری آب در گوشت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. سفتی بافت گوشت با کاهش میزان آب در گوشت افزایش می‌یابد [۱۳].

سفتی بافت در تمامی نمونه‌ها پس از ۸ روز نگه‌داری به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. طبق مطالعات امباگا و همکاران [۱۴]، بافت گوشت مرغ پس از ۱۰ روز نگه‌داری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نرم‌تر شد. با توجه به نتایج آماری به‌دست آمده (جدول ۱)، در روز هشتم، بیش‌ترین نرم‌شدگی و کاهش سفتی مربوط به نمونه‌های کنترل ۱ و کنترل ۲ بود.

چسبندگی که نشان‌دهنده کار لازم برای جدا کردن پروپ دستگاه بافت‌سنج از قطعه گوشت مرغ بود، در تمامی نمونه‌ها در طی نگه‌داری افزایش یافت (جدول ۱). کم‌ترین مقدار چسبندگی مربوط به نمونه کنترل ۱ در روز اول (۱/۲۵±۲۲/۳۹-) و بالاترین چسندگی مربوط به نمونه پوشش داده شده با عصاره در روز هشتم (۰/۶۷±۳۵/۰۵-) به‌دست آمد. نتایج نشان داد که استفاده از عصاره به تنهایی در پوشش‌دهی گوشت مرغ باعث افزایش چسبندگی آن شد. چسبندگی به صفات چسبی و لعابی بودن ماده غذایی مربوط است[۱۴].

با توجه به جدول (۱)، در روز اول بیش‌ترین خاصیت ارتجاعی بودن مربوط به نمونه پوشش داده شده با آلژینات و سپس نمونه کنترل ۱ بود. ارتجاعی بودن نمونه‌های پوشش داده شده با عصاره و پوشش حاوی عصاره در روز اول تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند ($p<۰/۰۵$). در روز چهارم و هشتم، خاصیت ارتجاعی بودن نمونه کنترل به‌طور معنی‌داری کم‌تر از سایر نمونه‌ها بود ($p<۰/۰۵$). هم‌چنین در روزهای مذکور، ارتجاعی بودن نمونه پوشش داده شده با عصاره نسبت به سایر نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری بالا بود ($p<۰/۰۵$).

طبق تعریف، ارتجاعی بودن به میزان بازگشت‌پذیری نمونه به حالت اولیه پس از برداشتن نیروی تغییر شکل‌دهنده اطلاق می‌شود. ارتجاعی بودن رابطه مستقیمی با میزان سفتی نمونه دارد. پوشش‌دهی با عصاره باعث افزایش سفتی و ارتجاعی بودن نمونه می‌شود [۱۴].

جدول (۱) ویژگی‌های بافتی نمونه‌های گوشت مرغ خام تیمار شده*

Table 1 Textural properties of treated raw chicken*

Treatment	سفتی (گرم) Hardness (g)			چسبندگی Adhesiveness			ارتجاعی بودن (میلی‌متر) Elasticity (mm)			پیوستگی Cohesiveness		
	Day 1	Day 4	Day 8	Day 1	Day 4	Day 8	Day 1	Day 4	Day 8	Day 1	Day 4	Day 8
Control 1	1604.36±87.20^{de}	1590.37±55.58^{de}	1485.25±23.68^{f}	-22.39±1.25^{h}	-27.04±0.64^{e}	-33.01±0.02^{b}	0.83±0.16^{ab}	0.73±0.07^{ab}	0.67±0.01^{c}	0.30±0.10^{abc}	0.33±0.01^{b}	0.32±0.02^{bc}
Control 2	1622.88±20.65^{d}	1598.80±24.48^{de}	1472.33±24.60^{f}	-25.24±0.55^{f}	-22.73±1.20^{h}	-29.05±0.57^{d}	0.83±0.03^{a}	0.87±0.01^{ab}	0.65±0.01^{c}	0.33±0.03^{bc}	0.41±0.04^{a}	0.31±0.07^{abc}
Extract	1751.31±99.89^{bc}	1998.72±81.13^{a}	1553.78±37.24^{e}	-26.48±1.40^{ef}	-28.59±0.67^{d}	-35.05±0.67^{a}	0.76±0.17^{abc}	0.84±0.07^{ab}	0.72±0.05^{b}	0.46±0.10^{ab}	0.31±0.08^{abc}	0.30±0.01^{c}
Coating-extract	1656.67±45.89 ^{cd}	1759.64±48.95^{b}	1579.30±21.70^{e}	-24.07±0.13^{g}	-25.84±0.26^{f}	-31.07±0.43^{c}	0.78±0.01^{b}	0.76±0.16^{abc}	0.69±0.10^{bc}	0.37±0.03^{ab}	0.37±0.03^{ab}	0.33±0.02^{bc}

*میانگین±انحراف معیار

*Mean± Standard Deviation

حروف غیرمشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می باشد (P<۰/۰۵).

*Different letters within the column indicate significant difference (P< 0.05)

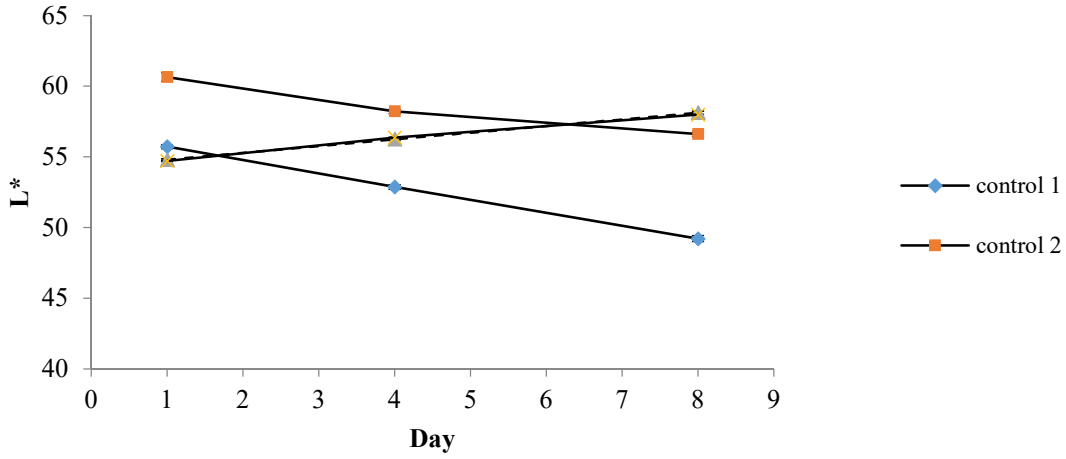
در این جدول تیمارها از شماره ۱ تا ۴ به‌ترتیب: نمونه کنترل ۱، کنترل ۲، نمونه حاوی عصاره و نمونه پوشش‌داده شده حاوی عصاره می‌باشد.

In this table, the treatments are numbered 1 to 4, respectively: 1=control 1; 2= control 2; 3= sample containing the extract; and 4=coated sample containing the extract.

با توجه به نتایج به‌دست آمده (جدول ۱)، بیش‌ترین میزان پیوستگی مربوط به نمونه پوشش داده شده با عصاره در روز اول بود. تقریباً در تمامی تیمارها، پیوستگی در طی نگه‌داری در یخچال کاهش یافت. به‌طور کلی پیوستگی نشان دهنده قدرت و پایداری نمونه قبل از شکستن ساختار اصلی آن است. پایداری بافت گوشت مرغ و در نتیجه پیوستگی آن در طی نگه‌داری کاهش می‌یابد [۱۴]. طبق نتایج حاصل، در روز هشتم میزان پیوستگی در تمامی تیمارها تقریباً یکسان بود.

۳.۳. آزمون رنگ سنجی

فاکتورهای رنگی گوشت مرغ خام (L*, b*, a*) توسط دستگاه رنگ‌سنج در روز اول، چهارم و هشتم نگه‌داری اندازه‌گیری شد. مقادیر فاکتور L* به‌دست آمده که مربوط به روشنی نمونه می‌باشد در شکل (۸) آمده است. این فاکتور در نمونه پوشش داده شده با آلژینات (کنترل ۲) در روز اول به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیش‌تر از سایر نمونه‌ها به‌دست آمد. پس از آن، نمونه کنترل ۱ نسبت به سایر نمونه‌ها روشن‌تر بود. نمونه‌های دارای عصاره و پوشش حاوی عصاره از لحاظ فاکتور L* در روز اول، تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) نداشتند. همان‌طور که در شکل (۸) نیز مشاهده می‌شود، در طی نگه‌داری نمونه‌ها در یخچال، فاکتور L* در نمونه‌های کنترل ۱ و کنترل ۲ کاهش یافت؛ در حالی‌که این فاکتور در نمونه‌های حاوی عصاره و پوشش حاوی عصاره افزایش نشان داد. بر اساس مطالعات زانگ و همکاران [۱۵] 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 به‌دلیل فعالیت‌های میکروبی، اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها کاهش می‌یابد [۱۵، ۱۶]. در نمونه‌های گوشت مرغ که از عصاره‌های گیاهی برای پوشش‌دهی آن‌ها استفاده شده است، با توجه به خاصیت ضداکسایشی و ضد میکروبی 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 پوشش‌داده شده با پوشش‌های حاوی عصاره‌های گیاهی کمک می‌نماید [۱۶].



شکل (۸) مقادیر فاکتور L* در نمونه‌های گوشت مرغ خام طی روزهای ۱، ۴ و ۸ نگه‌داری در دمای یخچال

Fig. 8 L* factor of samples during first, fourth and eighth days of storage in refrigerator

* تیرک های رسم شده روی نقاط نشانگر انحراف معیار می باشد

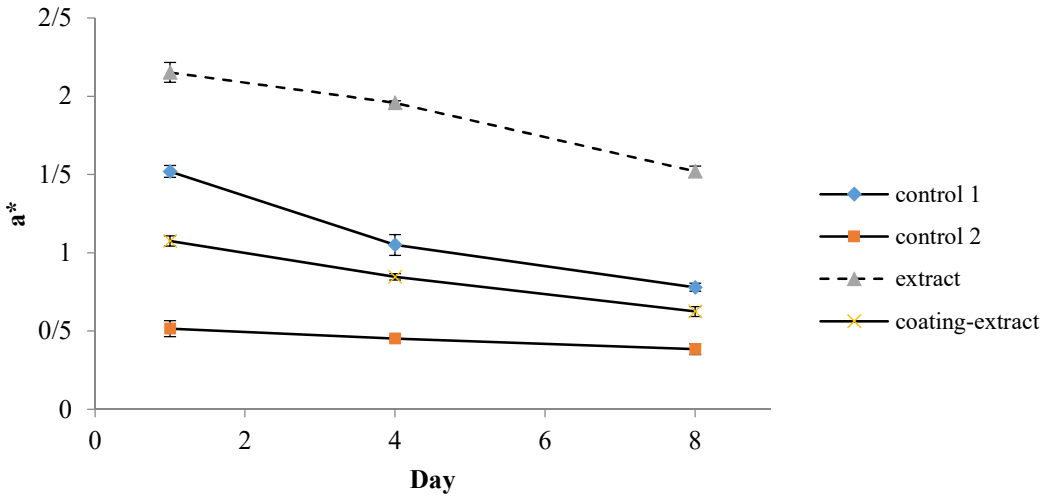
*The bars indicate standard deviation of triplicates

در شکل (۹) مقادیر فاکتور a* مربوط به نمونه‌های گوشت مرغ تیمار شده خام آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در نمونه مربوط به پوشش‌دهی با عصاره، فاکتور قرمزی نسبت به سایر نمونه‌ها بیش‌تر بود. با توجه به این‌که فاکتور a*، نشان دهنده قرمزی نمونه است، بنابراین بالا بودن این فاکتور در نمونه حاوی عصاره قابل انتظار بود. با توجه به شکل (۹)، در روز اول اندازه‌گیری، نمونه کنترل ۲ و سپس کنترل ۱ کم‌ترین مقدار قرمزی را نشان دادند. مقدار a* در تمامی نمونه‌ها طی نگه‌داری در یخچال کاهش یافت. زانگ و همکاران [۱۵]، 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.

شکل (۱۰) مقادیر b* به‌دست آمده از دستگاه رنگ‌سنج را برای نمونه‌های گوشت مرغ خام نشان می‌دهد. با توجه به شکل، مقدار b* مربوط به نمونه پوشش داده شده با عصاره نسبت به سایر نمونه‌ها به‌طور قابل توجهی بالا است. علت آن را می‌توان به وجود ترکیبات رنگی مختلف در داخل عصاره ربط داد [۱۵]. همان‌طور که در شکل (۱۰) مشاهده می‌شود، نمونه کنترل ۱ و کنترل ۲ که عصاره در آن‌ها به کار برده نشده بود، کم‌ترین میزان فاکتور b* را نشان دادند. فاکتور b* نشان دهنده رنگ زردی در نمونه‌ها می‌باشد و همان‌طور که در شکل شاهده می‌شود، میزان زردی نمونه‌هایی که در پوشش‌دهی آن‌ها عصاره حضور دارد با گذشت زمان افزایش یافت ولی در نمونه‌های بدون عصاره (نمونه کنترل ۱ و ۲) میزان b* با گذشت زمان کم شد. زانگ و همکاران [۱۵]؛ گیبیز و ویبز [۱۶] و مقصود و همکاران [۱۸] نیز عنوان نمودند که به‌ترتیب استفاده از عصاره رزماری و میخک، عصاره هسته انگور و عصاره چوب کییام باعث کاهش مقدار b* در نمونه‌های گوشت مرغ، گوشت گوساله خام و سرخ شده و ماهی طی نگه‌داری می‌گردد.

۴. نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان از پوشش آلژینات حاوی عصاره پوست انار جهت افزایش ماندگاری گوشت مرغ استفاده

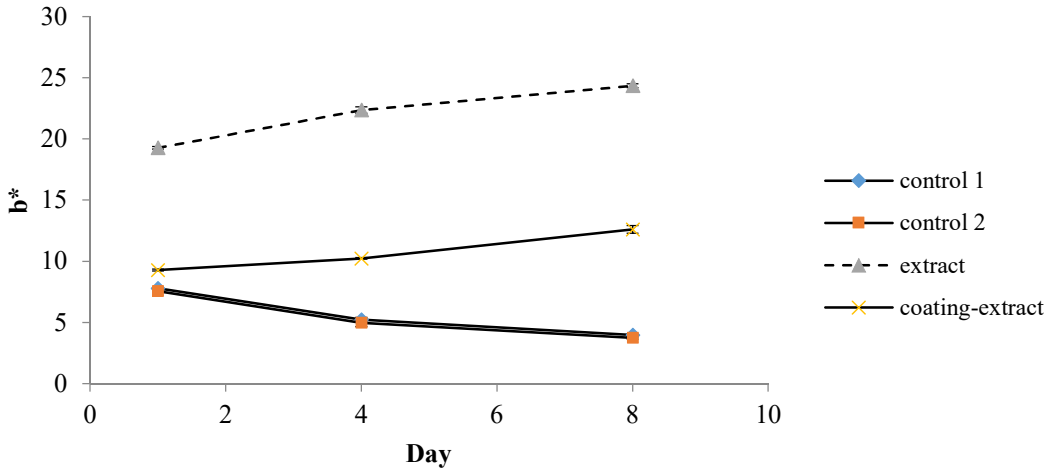


شکل (۹) مقادیر فاکتور a* در نمونه‌های گوشت مرغ خام طی روزهای ۱، ۴ و ۸ نگه‌داری در دمای یخچال.

Fig. 9 a* factor of samples during first, fourth and eighth days of storage in refrigerator.

* تیرک‌های رسم شده روی نقاط نشانگر انحراف معیار می باشد

*The bars indicate standard deviation of triplicates



شکل (۱۰) مقادیر فاکتور *b در نمونه‌های گوشت مرغ خام طی روزهای ۱، ۴ و ۸ نگه‌داری در دمای یخچال.

Fig. 10 b* factor of samples during first, fourth and eighth days of storage in refrigerator.

* تیرک‌های رسم شده روی نقاط نشانگر انحراف معیار می باشد

*The bars indicate standard deviation of triplicates

نمود. پوشش آلژینات حاوی عصاره ماندگاری گوشت سینه مرغ را تا چهار روز نسبت به نمونه کنترل ۱ افزایش داد. هم‌چنین رشد باکتری‌های شاخص در آلودگی گوشت مرغ خام شامل *سالمونلا انتریتیدیس*، *اشریشیا کلی*، *لیستریا مونوسیتوژنز* و *استافیلوکوکوس اورئوس* با استفاده از پوشش آلژینات حاوی عصاره در طی ۱۴ روز نگه‌داری در دمای یخچال ۲ تا ۳ سیکل لگاریتمی کم‌تر بود. نتایج آزمون‌های بافت‌سنجی نیز نشان داد هرچند استفاده از عصاره به تنهایی باعث افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در سفتی، چسبندگی و پیوستگی گوشت مرغ شد؛ ویژگی‌های بافت نمونه پوشش‌دهی شده با آلژینات حاوی عصاره به نمونه کنترل ۱ نزدیک‌تر بود ($p<۰/۰۵$). در طی نگه‌داری در دمای یخچال، نرمی نمونه‌های مورد آزمون پس از هشت روز کاهش معنی‌داری نشان داد ($p<۰/۰۵$). در آزمون رنگ‌سنجی نمونه‌های پوشش داده شده با عصاره و آلژینات حاوی عصاره بیش‌ترین مقدار فاکتور a^* و b^* و کم‌ترین میزان فاکتور L^* را نسبت به نمونه کنترل ۱ و ۲ نشان دادند ($p<۰/۰۵$).

منابع

[1] Iturriaga, L., Olabarrieta, I., Martinez de Maranon, I. (2012). Antimicrobial assays of natural extracts and their inhibitory effect against *Listeria innocua* and fish spoilage bacteria, after incorporation into biopolymer edible films. *Int. J. Food Microbiol*, 158, 58–64.

[2] Bragaa, L.C., Shuppb, C.W., Cummingsb, C., Jettb, M., Takahashic, J.A., Carmo, L.S., Chartone-Souzaa, E., Nascimento, A. (2005). Pomegranate extract inhibits Staphylococcus aureus growth and subsequent enterotoxi-n production. *J. Ethnopharmacol*, 96, 335–339.

[3] Al-Zoreky, N.S. (2009). Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit peels. *Int. J. Food Microbiol.*, 134, 244–248.

[4] Hayrapetyan, H., Hazeleger, W.C., Beumer, R.R. (2012). Inhibition of *Listeria monocytogenes* by pomegranate (*Punica granatum*) peel extract in meat paté at different temperatures. *Food Control*, 23, 66-72.

[۵] رهنمون، پ.؛ سرابی جماب، م.؛ جوانمرد داخلی، م.؛ بستان،

آ. (۱۳۹۶) بررسی تاثیر شرایط استخراج بر میزان ترکیبات فنولی و خاصیت ضد میکروبی عصاره پوست انار. *علوم و صنایع غذایی*، شماره ۶۵، دوره ۱۴، ص ۵۱- ۶۲.

[6] Fernandez-Pan, I., Carrion-Granda, X., Mate, J.I. (2014). Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. *Food Control*, 36, 69-75.

[7] Falguera, V., Pablo Quintero, J., Jim, A., Aldemar Murnoz, J., Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. Trends. *Food Sci. Technol*, 22, 292- 303.

[8] Gennadios. A., Hanna. M.A., Kurth. L.B. (1997). Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A Review. Lebensm. Wiss. U. *Technol* 30, 337–350.

[9] Adeyemo, I.A., Sani, A.(2013). Physical appearance and organoleptic properties of poultry meat fed *Aspergillus niger* hydrolyzed cassava peel meal based diet. *J. Agri. Policy. Res*., 6, 166-171.

[10] Huda, N., Hui Shen, Y., Lin Huey, Y. (2009). Proximate composition, color, texture profile of Malaysian chicken Balls. Pakistan. *J. Nutr*., 8, 1555-1558.

[11] Juck, G., Neetoo, H., Chen, H. (2010). Application of an active alginate coating to control the growth of Listeria monocytogenes on poached and deli turkey products. *Int. J. Food. Microbiol*., 142, 302–308.

[12] Neetoo, H.,Ye, M., Chen, H. (2010). Bioactive alginate coatings to control Listeria monocytogenes on cold-smoked salmon slices and fillets. *Int. J. Food. Microbiol*., 136, 326–331.

[13] Martinez, O., Salmeron, J., Guillen, M.D., Casas, C. (2004). Texture profile analysis of meat products treated with commercial liquid smoke flavourings . *Food Control*, 15, 457- 461.

[14] Mbaga, S.H, Sanka, Y.D., Katule, A.M., Mushi, D. (2014). Effect of storage time on the quality of local chicken meat. Tanzanian. *J. Agri. Sci.*, 13, 48-54.

[15] Zhang, H., We, J., Guo, X. (2016). Effect of antioxidant and antimicrobial activities of spice extracts on raw chicken meat quality. Food Science and Human Wellness.

[16] Gibis, M., Weiss, J. (2012) Antioxidant capacity and inhibitory effect of grape seed and rosmary extract in marinades on the formation of heterocyclic amide in fried beef patties. *Food. Chem*., 134, 766- 774.

[17] Jridi, M., Mora, L., Souissi, N., Aristoy, M.C., Nasri, M., Toldra, F. (2017). Effect of active gelatin coated with henna (L. inermis) extract on beef meat quality during chilled storage. *Food Control*, 10.1016/j.foodcont. 2017.07.041.

[18] Maqsood, S., Benjakul, S., Balange, A.K. (2012). Effect of tannic acid and Kiam wood extract on lipid oxidation and texture properties of fish emulsion sausage during refrigerated storage. *Food Chem*., 130, 408- 41.