

“Research article”

DOI: 10.30495/JFH.2020.1912353.1289

Effect of edible carrageenan- *Mentha longifolia* essential oil coating on microbial, chemical and sensory characteristics of fresh chicken fillet during refrigeration storage

Kiani Ghalesard, S.¹, Fazlara, A.^{2*}, Ghaderi Ghahfarokhi, M.³, PourMehdi Borujeni, M.⁴

1. M.Sc Graduate of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3. Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
4. Associate Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

*Corresponding author: a.fazlara@scu.ac.ir

(Received: 2020/10/16 Accepted: 2020/12/27)

Abstract

The coating is one of the methods to extend the chicken fillet shelf life. The present study was conducted to evaluate the effect of carrageenan edible coating (1%) containing (*Mentha longifolia*) essential oil (1.5%) on the quality of chicken fillet during refrigerated storage. Samples were separated into three groups: uncoated (control), coated with carrageenan, and coated with carrageenan contained essential oil was stored for 21 days and were evaluated for microbial (psychrotrophic and mesophilic) counts, chemical properties [pH, total volatile nitrogen (TVN) and thiobarbituric acid (TBA)] and sensory characteristics (appearance, muscles elasticity, odor, and color). The results of the bacterial analysis showed that coating with carrageenan and carrageenan- essential oil coatings had significant effects on delaying the increasing trend of psychrophilic and mesophilic bacterial counts as compared to control. Chemically, carrageenan-essential oil treatment showed lower TBA, TVN, and pH values than the other two groups during storage ($P < 0.01$). Moreover, the carrageenan and carrageenan contained essential oil treatments maintained sensorial factors at acceptable levels for 3 and 9 days respectively. Based on the results of the present study, carrageenan coating could not extend the shelf life of chicken fillets but, the carrageenan-essential oil coating could extend the shelf life of chicken fillets for 9 days.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Carrageenan, Chicken fillet, Edible coating, *Mentha longifolia* essential oil

DOI: 10.30495/JFH.2020.1912353.1289

(مقاله پژوهشی)

اثر پوشش خوراکی کاراگینان- اسانس پونه کوهی (*Mentha longifolia*) بر خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی فیله مرغ تازه طی نگهداری در دمای یخچال

سپیده کیانی قلعه‌سرد^۱، علی فضل‌آرا^{۲*}، مریم قادری قهفرخی^۳، مهدی پورمهدی بروجنی^۴

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲. استاد گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳. استادیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۴. دانشیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات: a.fazlara@scu.ac.ir

(دریافت مقاله: ۹۹/۷/۲۵ پذیرش نهایی: ۹۹/۱۰/۷)

چکیده

از جمله روش‌های افزایش مدت‌زمان ماندگاری گوشت پوشش‌دهی آن است. در این مطالعه تأثیر پوشش خوراکی کاراگینان ۱ درصد حاوی اسانس پونه کوهی ۱/۵ درصد بر کیفیت گوشت مرغ در دمای یخچال مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌ها به سه گروه بدون پوشش (کنترل)، پوشش‌دهی شده با کاراگینان و پوشش‌دهی شده با کاراگینان و اسانس پونه کوهی تقسیم شدند. نمونه‌ها به مدت ۲۱ روز در دمای یخچال نگهداری شد و برای انجام آزمون‌های میکروبی (بار میکروبی سایکروفیل و مزوفیل)، شیمیایی {pH، مقادیر مواد ازته فرار (TVN) و تیوباریتوریک اسید (TBA)} و حسی (شکل ظاهری، میزان الاستیسیته عضلات، بو و رنگ) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بررسی باکتریایی نشان داد که تیمار کاراگینان و تیمار کاراگینان حاوی اسانس پونه کوهی نسبت به گروه کنترل، اثر معناداری در به تعویق انداختن روند افزایش بار باکتریایی سایکروفیل و مزوفیل داشته است. از نظر شیمیایی نیز تیمار ترکیبی کاراگینان- پونه کوهی، مقادیر TBA، TVN و pH کمتری نسبت به دو گروه دیگر در طول نگهداری نشان داد ($P < 0/01$). همچنین از نظر فاکتورهای حسی نیز تیمار کاراگینان و تیمار کاراگینان حاوی اسانس پونه کوهی باعث حفظ فاکتورهای حسی در سطح قابل قبول به مدت ۳ و ۹ روز شدند. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، پوشش کاراگینان به‌تنهایی مدت‌زمان ماندگاری فیله‌های مرغ را افزایش نداد، اما پوشش کاراگینان- اسانس پونه کوهی توانست مدت‌زمان ماندگاری را تا روز ۹ افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: کاراگینان، فیله مرغ، پوشش خوراکی، اسانس پونه کوهی

مقدمه

گوشت مرغ دارای فسادپذیری بالایی دارد و در معرض تجزیه شیمیایی و فساد میکروبی است. با توجه به نگرانی مصرف‌کنندگان از مواد غذایی با نگه‌دارنده‌های شیمیایی و تمایل به مصرف مواد غذایی سالم‌تر با افزودنی‌های طبیعی و کیفیت بالا، در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های جدید بسته‌بندی و افزودنی‌های طبیعی رو به گسترش است. پوشش‌های خوراکی لایه نازکی از مواد هستند که برای پوشش‌دهی و بسته‌بندی محصولات غذایی جهت افزایش نگهداری آن‌ها مورد استفاده قرار گرفته و همراه محصول قابل مصرف هستند (Dehghani et al., 2018). فیلم‌ها و پوشش‌های زیستی از منابع تجدید پذیر و خوراکی تولید می‌شوند و در بسیاری از موارد سریع‌تر از مواد پلیمری تجزیه می‌شوند (Bourtoom, 2008).

کاراگینان اسم جنس خانواده‌ای از پلی‌ساکاریدهای تشکیل‌دهنده ژل می‌باشد که از طریق استخراج از گونه‌های خاص جلبک‌های دریایی قرمز رده *Rhodophyceae* به دست می‌آید. کاراگینان یک پلی‌گالاکتان سولفات است که حاوی ۴۰-۱۵ درصد استرسولفات می‌باشد. کاراگینان به انواع مختلف از قبیل کاپا، لامبدا و آیوتا طبقه‌بندی می‌شود. همه انواع کاراگینان حاوی ۳۵-۲۲ درصد گروه‌های سولفات هستند (Michel et al., 1997). در تحقیقی استفاده از کاراگینان، سیتریک اسید، اسانس دارچین به‌عنوان پوشش خوراکی در گوشت سینه ماکیان به‌منظور افزایش ماندگاری در شرایط یخچالی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری برای پارامترهای

فیزیکی - شیمیایی (TVN, TBA, pH) و ویژگی‌های میکروبیولوژیکی وجود داشت. همچنین پوشش خوراکی کاراگینان و اسانس دارچین به‌عنوان گزینه مناسب برای افزایش ماندگاری گوشت ماکیان توصیه گردید (Khare et al., 2016). در مطالعه دیگر تأثیر پوشش خوراکی کاراگینان و اسانس لیمو برافزایش ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلا در شرایط یخچالی بررسی گردید. در این پژوهش، خصوصیات میکروبی و شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که این پوشش در جلوگیری از اکسیداسیون لیپیدها و رشد میکروبی فیله‌ها مؤثر می‌باشد (Volpe et al., 2015).

گیاه پونه کوهی (*Mentha longifolia L.*) از خانواده *Laminacea* بوده و گیاهی چندساله است. این جنس شامل بیش از ۲۵ گونه است و به‌صورت وحشی در مناطق مرطوب نواحی مرکزی و جنوب اروپا، جنوب غربی آسیا و شمال آفریقا می‌روید. از قسمت‌های مختلف این گیاه در ترکیب ادویه و طعم‌دهنده در غذا استفاده می‌شود. خصوصیات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی گونه‌های این گیاه به‌خوبی مشخص شده است. در تحقیقی، ترکیبات شیمیایی پونه کوهی با روش GC-MS اندازه‌گیری شد. ترکیب اصلی اسانس پونه کوهی، منتون (۱۹/۳۱ درصد)، ترکیب دوم پولگون (۱۲/۴۲ درصد) و سایر ترکیبات، پیریتون (۱۱/۰۵ درصد)، دی هیدروکارون (۸/۳۲ درصد)، لیمونن (۶/۱ درصد)، ۳-تریپنولنون (۵/۶۶ درصد)، ۸ و ۱-سینئول (۳/۳۸ درصد) و کاریوپایلن (۳/۱۹ درصد) هستند (Okut et al., 2017). اثر پوشش کیتوزان حاوی اسانس پونه کوهی بر فیله مرغ در دمای یخچال، بررسی شده است که نتایج نشان می‌دهد فساد در تیمارهای پوشش

۶۵ میلی لیتر آب مقطر استریل افزوده شد و در حرارت ۵۰ درجه سلسیوس مخلوط گردید. نهایتاً دو محلول با هم مخلوط شد. تیمارها به شرح ذیل آماده شدند:

تیمار اول (بدون پوشش یا گروه کنترل): فیله مرغ غوطه‌ور شده در آب مقطر استریل؛ تیمار دوم: فیله مرغ غوطه‌ور شده در محلول ۱ درصد کاراگینان و تیمار سوم: فیله مرغ غوطه‌ور شده در محلول ۱/۵ درصد اسانس پونه کوهی و ۱ درصد کاراگینان.

پس از خارج نمودن فیله‌ها از محلول پوشش‌دهی، مدتی زیر هود قرار داده می‌شدند تا خشک شوند و پوشش خوراکی مورد نظر روی آن‌ها تشکیل گردد. سپس فیله‌ها در کیسه‌های پلی‌اتیلنی استریل قرار داده می‌شد و در یخچال ۴ درجه سلسیوس به مدت ۲۱ روز نگهداری شدند.

- شمارش جمعیت میکروبی سایکروفیل و مزوفیل

مقدار ۱۰ گرم فیله در کیسه استومیکر استریل به همراه ۹۰ میلی لیتر پپتون واتر (Merck, Germany) استریل وارد و با کمک دستگاه استومیکر (Interscience, France) به مدت ۱ دقیقه همگن شد و با رقت‌سازی متوالی (تا 10^{-8}) روی محیط کشت پلیت کانت آگار (Merck, Germany) به روش کشت سطحی کشت داده شد. جهت شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی و سایکروفیل، به ترتیب از ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت و دمای ۷ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ روز استفاده شد (Zamuz et al., 2018).

- تعیین شاخص تیوباریتوریک اسید (TBA)

مقدار ۵ گرم از فیله در ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۱۰ درصد تری کلرواستیک اسید (Scharlau, Spain) همگن

داده شده با کیتوزان و اسانس پونه کوهی به‌طور معنی‌داری به تعویق افتاد (Hakim et al., 2018) با توجه به ویژگی پوشش دهندگی کاراگینان و نیز خواص پونه کوهی، بهره‌گیری از تلفیق این دو ترکیب در پوشش‌دهی فیله تازه ماکیان و ارزیابی مدت‌زمان نگهداری فیله‌ها مد نظر قرار گرفت.

مواد و روش کار

- تهیه فیله‌های مرغ و تیمارها

فیله مرغ تازه با وزن ۱۲۰-۱۰۰ گرم به تاریخ کشتار روز از بازار اهواز خریداری و پس از شست‌وشو با آب آشامیدنی فراوان جهت انجام تیمارها آماده شدند.

- تهیه محلول کاراگینان ۱ درصد

مقدار ۱۰ گرم پودر کاراگینان (Foodchem, China) به یک لیتر آب مقطر استریل افزوده شد و ۱۲۰ دقیقه در ۶۰ درجه سلسیوس با همزن مغناطیسی (VELP, Italy) مخلوط گردید. به منظور حل شدن کامل به مدت ۳۰ دقیقه در بن ماری ۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفت و سپس ۷/۵ میلی لیتر گلیسرین به آن اضافه و ۱۰ دقیقه هم‌زده شد (Khare et al., 2016).

- تهیه محلول کاراگینان ۱ درصد و اسانس پونه کوهی ۱/۵ درصد

محلول کاراگینان ۱ درصد به روش فوق تهیه شد با این تفاوت که از ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر استریل استفاده گردید و برای تهیه محلول ۱/۵ درصد اسانس پونه کوهی، ۱۵ میلی لیتر اسانس پونه کوهی (باریج اسانس، ایران) و ۲۰ میلی لیتر پلی سوربات (Panreac, Spain) (تسهیل حل شدن اسانس روغنی در فاز آبی) به

$$TVN = \frac{V_s - V_c}{W_s} \times 1.4 \times 100$$

V_s : میزان تیترازول مصرفی به میلی لیتر

V_c : میزان تیترازول نمونه کنترل

W_s : وزن نمونه به گرم

- اندازه‌گیری pH

مقدار ۵ گرم از فیله مرغ و ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر باهم همگن شده، توسط pH متر (FG, Iran) میزان pH نمونه اندازه‌گیری شد (Fan et al., 2009).

- بررسی تغییرات ویژگی‌های حسی

جهت بررسی ویژگی‌های حسی و ارگانولپتیکی گوشت مرغ خام چهار ویژگی شکل ظاهری، میزان الاستیسیته عضلات، بو و رنگ حائز اهمیت است. بر اساس این طبقه‌بندی خصوصیتی چون، عدم وجود لعاب روی عضله، بازگشت سریع عضله به حالت اولیه، رنگ صورتی خوش‌رنگ و بوی طبیعی مرغ جزو خصوصیات حسی برتر شناخته‌شده و خصوصیتی چون وجود لعاب در برخی قسمت‌های عضله، بازگشت آهسته عضله به حالت اولیه، رنگ صورتی کم‌رنگ با بوی غیرمعمولی مثل بوی سولفور و آمونیاک، قابل قبول فرض شده است. اما خصوصیتی چون: وجود لعاب در تمام سطح عضلات، عدم بازگشت عضله به حالت اولیه، بوی فساد، ترشیدگی یا اسید و رنگ صورتی‌رنگ پریده غیرقابل قبول فرض گردید. برای ارزیابی خصوصیات حسی و امتیازدهی از روش هدونیک سه‌نقطه‌ای (3-Point Hedonics Scale) (نمره ۱ بسیار بد و نمره ۳

شده، با عبور از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲، مجدداً با کمک محلول تری‌کلرواستیک اسید ۱۰ درصد به حجم اولیه رسانیده شد. مقدار ۳ میلی‌لیتر از محلول حاصل به‌همراه ۳ میلی‌لیتر محلول تیوباربیئوریک اسید (Germany Merck) ۰/۲ نرمال در لوله‌آزمایش در پیچ‌دار مخلوط و ۴۵ دقیقه در آون ۹۵ درجه سلسیوس قرار داده شد. پس از خنک شدن، جذب نوری در طول‌موج ۵۳۲ نانومتر توسط اسپکتوفتومتر (Cecil, UK) اندازه‌گیری گردید. در نهایت با فرمول زیر میزان میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در هر کیلوگرم گوشت محاسبه شد (Ojagh et al., 2010).

$$TBA = \frac{50 \times (A_s - A_b)}{200}$$

A_s : جذب نوری نمونه‌ها

A_b : جذب نوری محلول استاندارد تیوباربیئوریک اسید

- تعیین شاخص مواد ازته فرار (TVN)

مقدار ۵ گرم فیله مرغ چرخ‌شده با ۱ گرم اکسید منیزیم و ۶۰ میلی‌لیتر آب مقطر درون بالن دستگاه کلدال اتوماتیک (Bakhshi, Iran) قرار داده شد. ارلن حاوی معرف به‌عنوان ظرف گیرنده به مبرد دستگاه وصل گردید. به‌طور اتوماتیک اسید بوریک (Merck, Germany) ۲ درصد وارد ارلن گیرنده شد و محتوی بالن تقطیر، حرارت دیده و به‌مدت ۱۸ دقیقه عمل جوش و تقطیر صورت گرفت. محلول تقطیرشده به‌وسیله تیترازول اسیدسولفوریک (Merck, Germany) ۰/۱ نرمال تیترو و میزان مواد ازته فرار برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت مرغ با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Ojagh et al., 2010).

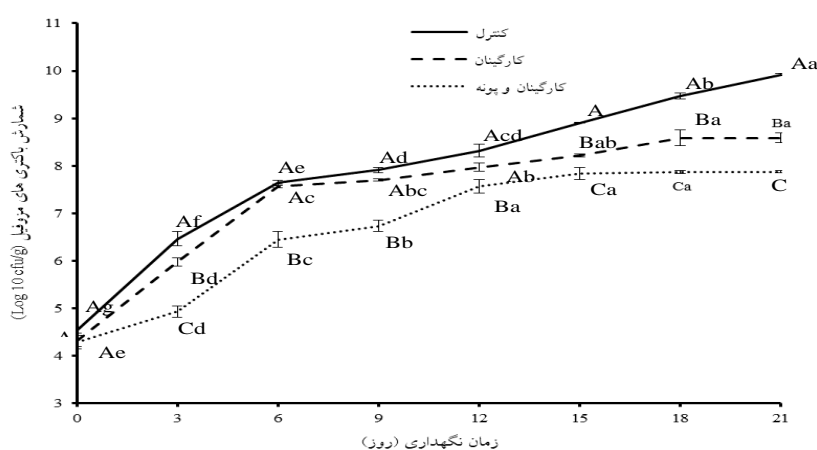
یافته‌ها

- بررسی نتایج حاصل از شاخص‌های میکروبیولوژیک نتایج نشان داد میانگین بار باکتریایی مزوفیل و سایکروفیل با گذشت زمان، در هر سه گروه روندی افزایشی داشته است. اما سرعت رشد کلنی‌ها در تیمار کاراگینان حاوی اسانس پونه کوهی به‌طور معناداری کمتر از دو گروه دیگر بود. با توجه به نمودارهای (۱) و (۲)، بیشترین میزان بار باکتریایی مزوفیل بعد از ۲۱ روز نگهداری در یخچال، $9/91 \pm 0/0 \log \text{ cfu/g}$ مربوط به گروه کنترل و کمترین میزان آن $7/87 \pm 0/03 \log \text{ cfu/g}$ مربوط به تیمار کاراگینان حاوی اسانس پونه کوهی بوده است. همچنین بیشترین میزان بار باکتریایی سایکروفیل بعد از ۲۱ روز نگهداری، $11/06 \pm 0/07 \log \text{ cfu/g}$ مربوط به گروه کنترل و کمترین میزان آن $\log \text{ cfu/g}$ مربوط به گروه کاراگینان حاوی اسانس پونه کوهی بود.

بسیار خوب) و پانل سه‌نفری استفاده شد (Baston, Barna and 2010).

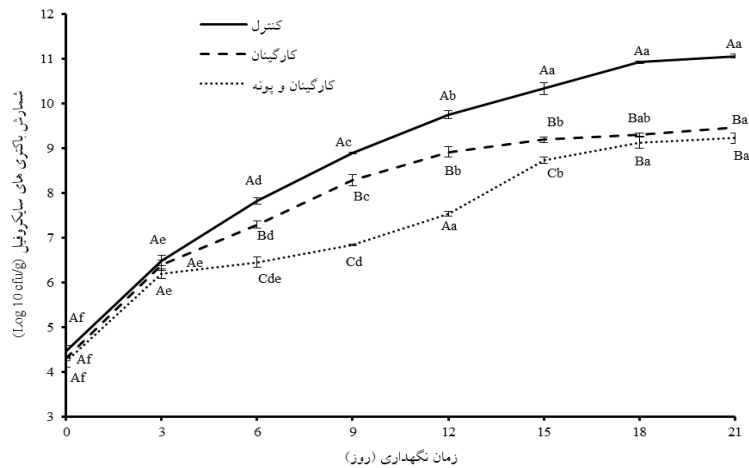
-آنالیز آماری

داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ به صورت توصیفی و تحلیلی بررسی شدند. تحلیل داده‌های کمی (لگاریتم بار باکتریایی مزوفیل و سایکروفیل، TVN، TBA و pH) از طریق آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری، آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تکمیلی LSD و ویژگی‌های حس (رنگ، بو، الاستیسیته و شکل) با آزمون کروسکال والیس و آزمون فریدمن انجام گرفت.



نمودار (۱) - تغییرات میانگین لگاریتم باکتری‌های مزوفیل فیله‌های مرغ تیمارهای تحت مطالعه در طی ۲۱ روز نگهداری در دمای یخچال؛

A, B, C: حروف لاتین بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایش می‌باشد ($p < 0/05$).
a, b, c, d: حروف لاتین کوچک متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بین روزهای آزمایش می‌باشد ($p < 0/05$).



نمودار (۲)- تغییرات میانگین لگاریتم باکتری‌های سایکروفیل فیله‌های مرغ تیمارهای تحت مطالعه در طی ۲۱ روز نگهداری؛ در دمای یخچال؛

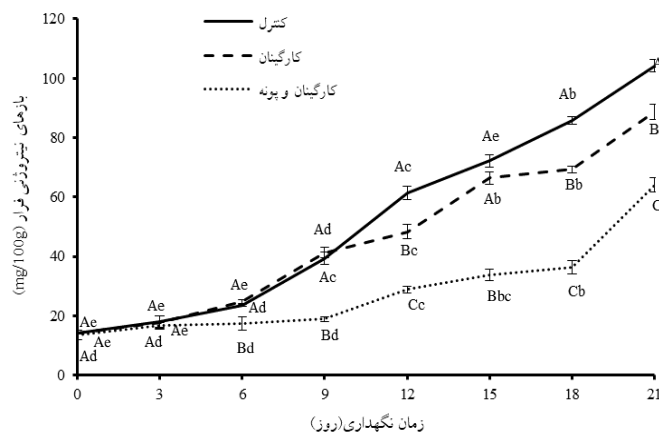
A, B, C: حروف لاتین بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایش می‌باشد ($p < 0.05$);

a, b, c, d: حروف لاتین کوچک متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بین روزهای آزمایش می‌باشد ($p < 0.05$).

- بررسی میزان تغییرات TVN در طی نگهداری

با توجه به نمودار (۳) تغییرات میانگین مواد ازته فرار فیله مرغ طی دوره ۲۱ روزه نگهداری در یخچال نشانگر یک روند افزایشی در تمامی گروه‌ها بود و میزان TVN در هر سه گروه در روز صفر بین ۰ تا ۱۷ mg/100 g

۱۳/۵۸±۲/۹۴ تا ۱۴/۲۳±۰/۸۴ بود و در روز پایانی نگهداری، TVN در تیمار کنترل به ۱۰۴/۳۷±۳/۰۶، در تیمار کاراگینان ۸۸/۶۹±۴/۵۰ و در تیمار کاراگینان-پونه کوهی به ۶۴/۰۶±۴/۱۷ mg/100g رسید.



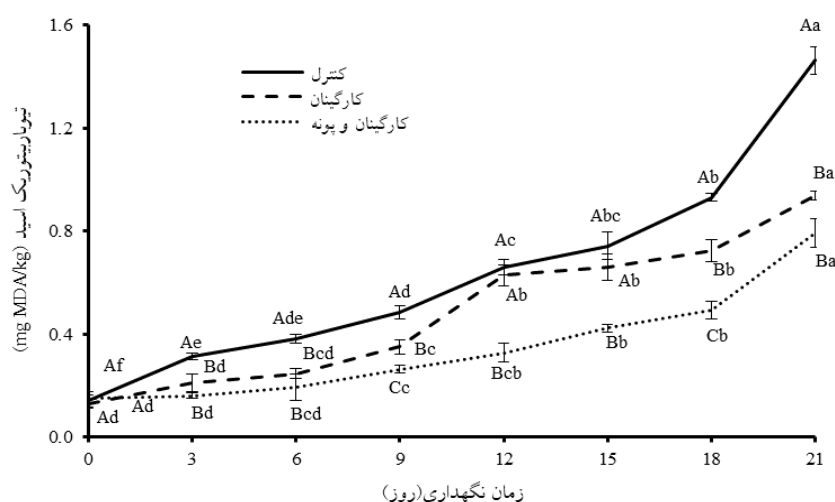
نمودار (۳)- تغییرات میانگین TVN فیله‌های مرغ تیمارهای تحت مطالعه در طی ۲۱ روز نگهداری در دمای یخچال؛

A, B, C: حروف لاتین بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایش می‌باشد ($p < 0.05$);

a, b, c, d: حروف لاتین کوچک متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بین روزهای آزمایش می‌باشد ($p < 0.05$).

- بررسی تغییرات شاخص تیوباربیتوریک اسید در طی نگهداری یافته‌ها نشان داد در تمامی تیمارها طی نگهداری در یخچال شاخص TBA افزایش یافت. در روز پایانی نگهداری بیشترین شاخص TBA متعلق به گروه کنترل

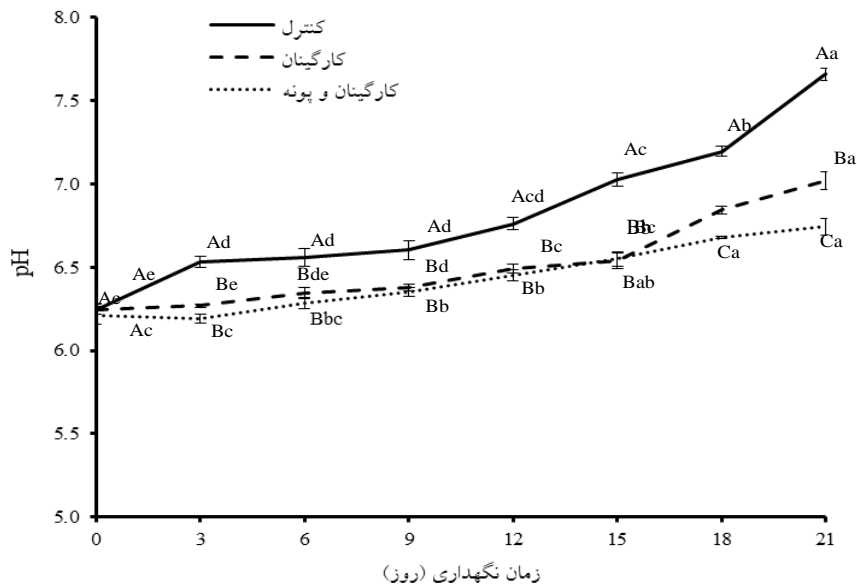
یافته‌ها نشان داد در تمامی تیمارها طی نگهداری در یخچال شاخص TBA افزایش یافت. در روز پایانی نگهداری بیشترین شاخص TBA متعلق به گروه کنترل



نمودار (۴) - تغییرات میانگین TBA فیلدهای مرغ تیمارهای تحت مطالعه در طی ۲۱ روز نگهداری در دمای یخچال؛
 حروف لاتین بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایش می‌باشد ($p < 0.05$)؛
 حروف لاتین کوچک متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بین روزهای آزمایش می‌باشد ($p < 0.05$).

- بررسی تغییرات pH در طی نگهداری با توجه به نمودار (۵) و بر اساس آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری، میزان pH در تمامی گروه‌ها یک‌روند افزایشی را در طی نگهداری نشان داده است.

در روز ۲۱ بیشترین pH با 7.66 ± 0.06 متعلق به گروه کنترل و کمترین میزان با 6.74 ± 0.08 متعلق به تیمار کاراگینان حاوی اسانس پونه کوهی بود.



نمودار (۵)- تغییرات میانگین pH فیله‌های مرغ تیمارهای تحت مطالعه در طی ۲۱ روز نگهداری در دمای یخچال
 A, B, C: حروف لاتین بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایش می‌باشد ($p < 0.05$).
 a, b, c, d: حروف لاتین کوچک متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بین روزهای آزمایش می‌باشد ($p < 0.05$).

امتیاز بالاتر از ۲ قابل قبول برای مصرف انسان می‌باشد،
 نمونه‌های کنترل و دارای پوشش کاراگینان از روز ۶ و
 پوشش ترکیبی از روز ۱۲ غیرقابل مصرف می‌باشند.

- بررسی تغییرات ویژگی‌های حسی در طی نگهداری
 نتایج ارزیابی حسی در جدول (۱) درج شده است.
 آزمون فریدمن نشان داد با افزایش زمان به میزان زیادی
 از کیفیت نمونه‌های کنترل کاسته شد و با توجه به اینکه

جدول (۱) - تغییرات میانگین امتیازات فاکتورهای فیزیکی و حسی فیله‌های مرغ تیمارهای تحت مطالعه در طی ۲۱ روز نگهداری در دمای یخچال

گروه	زمان (روز)	شکل	الاستیسیته	بو	رنگ
کنترل	۰	۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa
کاراگینان		۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa
کاراگینان و اسانس پونه		۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa
کنترل	۳	۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa
کاراگینان		۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa
کاراگینان و اسانس پونه		۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa	۳ . Aa
کنترل	۶	۱/۷۷ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۷۷ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۶۶ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۶۶ ± ۰/۳۳ Ab
کاراگینان		۱/۸۸ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۸۸ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۷۷ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۷۷ ± ۰/۱۹ Ab
کاراگینان و اسانس پونه		۳۰ Ba	۳۰ Ba	۲/۸۸ ± ۰/۱۹ Ba	۲/۸۸ ± ۰/۱۹ Ba
کنترل	۹	۱/۶۶ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۶۶ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۶۶ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۵۵ ± ۰/۳۳ Ab
کاراگینان		۱/۷۷ ± ۰/۳۳ Ab	۱/۷۷ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۶۶ ± ۰/۱۱ Ab	۱/۶۶ ± ۰/۱۹ Ab
کاراگینان و اسانس پونه		۲/۶۶ ۰/۳۳ Ba	۲/۷۷ ± ۰/۱۹ Ba	۲/۶۶ ۰ ± ۰/۳۳ Ba	۲/۶۶ ± ۰/۳۳ Ba
کنترل	۱۲	۱/۵۵ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۵۵ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۵۵ ± ۰/۱۹ Ab	۱/۵۵ ± ۰/۱۹ Ab
کاراگینان		۱/۶۶ ± ۰/۳۳ Ab	۱/۶۶ ± ۰/۳۳ Ab	۱/۵۵ ± ۰/۳۳ Ab	۱/۵۵ ± ۰/۱۱ Ab
کاراگینان و اسانس پونه		۱/۸۸ ± ۰/۳۳ Bb	۱/۸۸ ± ۰/۱۹ Bb	۱/۷۷ ± ۰/۱۹ Bb	۱/۷۷ ± ۰/۱۹ Bb
کنترل	۱۵	۱/۱۱ ± ۰/۱۹ Ac	۱/۱۱ ± ۰/۱۹ Ac	۱/۱۱ ± ۰/۱۹ Ac	۱۰ . Ac
کاراگینان		۱/۴۴ ± ۰/۱۹ Bbc	۱/۴۴ ± ۰/۱۹ Bbc	۱/۴۴ ± ۰/۱۹ Bb	۱/۵۵ ± ۰/۱۹ Bb
کاراگینان و اسانس پونه		۱/۶۶ ± ۰/۱۹ Bb	۱/۶۶ ± ۰/۱۹ Bb	۱/۶۶ ± ۰/۳۳ Bb	۱/۶۶ ± ۰/۱۹ Bb
کنترل	۱۸	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac
کاراگینان		۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱/۲۲ ± ۰/۱۱ Bbc
کاراگینان و اسانس		۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱/۶۶ ± ۰/۱۹ Cb
کنترل	۲۱	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac
کاراگینان		۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac
کاراگینان و پونه		۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac	۱۰ . Ac

A, B, C: حروف لاتین بزرگ متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایش می‌باشد (p < ۰/۰۵).

a, b, c: حروف لاتین کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار بین روزهای آزمایش می‌باشد (p < ۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

به‌طور معمول لاشه تازه کشتار شده حاوی 10^3 تا 10^5 cfu باکتری در هر سانتی‌متر مربع/گرم گوشت است و با رسیدن تعداد به 10^7 ، فساد آغاز می‌شود که در نتیجه آن سطح گوشت کدر و لزج شده و بوی نامطبوع

می‌دهد (Rokni, 2007). در تحقیق حاضر میانگین لگاریتم تعداد سایکروفیل‌ها و نیز مزوفیل‌ها، در گروه کنترل و کاراگینان تا ۳ روز و در تیمار کاراگینان حاوی اسانس پونه کوهی تا ۹ روز کمتر از 7 Log cfu/g باقی ماند. میزان بار باکتریایی $4/1 \text{ Log cfu/g}$ و 7 Log cfu/g

یخچال به $9 \log \text{ cfu/g}$ رسید اما در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کاراگینان و اسانس لیمو حدود $6 \log \text{ cfu/g}$ باقی ماند. نتایج میکروبی نشان داد که پوشش‌دهی کاراگینان با اسانس لیمو می‌تواند سرعت رشد باکتری‌ها را تا ۱۵ روز کاهش دهد (Volpe et al., 2015). در مطالعات فوق و از جمله در مطالعه حاضر، بار میکروبی در تیمار پوشش‌دهی شده با کاراگینان نسبت به گروه کنترل به‌میزان جزئی کمتر بود. این کاهش احتمالاً ناشی از اثر پوشش‌دهی کاراگینان روی سطح گوشت مرغ و ممانعت از تماس آن با هوا می‌باشد که در نتیجه، باکتری‌های هوازی رشد کمتری داشته‌اند (Volpe et al., 2015).

در مطالعه‌ای پوشش کیتوزان حاوی اسانس پونه کوهی بر فیله مرغ در دمای یخچال، بررسی گردید که میانگین شمارش باکتری‌های مزوفیل و سایکروفیل در کل دوره، روندی افزایشی داشته است و بیشترین میزان شمارش بعد از ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال، مربوط به گروه کنترل و کمترین میزان آن مربوط به تیمار کیتوزان و اسانس پونه کوهی بوده است (Hakim et al., 2018). مطالعه اثر متیل سلولز با اسانس پونه کوهی بر فیله مرغ حاکی از آن بود که باکتری‌های مزوفیل و سایکروفیل در طول دوره نگهداری تمام تیمارها افزایش یافت و کمترین میزان افزایش در تیمار متیل سلولز حاوی اسانس پونه کوهی مشاهده شد (Akbari et al., 2013). هم‌چنین در مطالعه ژلاتین غنی‌شده با ۲ درصد اسانس نانولیپوزومی پونه کوهی بر کیفیت میکروبی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در یخچال طی ۱۶ روز مشاهده شد که سریع‌ترین رشد شاخص‌های باکتریایی در تیمار شاهد و کندترین آن‌ها

برای روز آغازین نگهداری گوشت مرغ بیانگر بهترین کیفیت ارگانولپتیکی گوشت در نظر گرفته شده است (Economou et al., 2009) میانگین لگاریتم باکتری‌ها در روز صفر گروه کنترل تحقیق حاضر بین 4.77 Log cfu/g - 4.45 بود که نشانگر کیفیت خوب فیله مرغ استفاده شده می‌باشد.

در تحقیقی استفاده از کاراگینان، سیتریک اسید و اسانس دارچین به‌عنوان پوشش خوراکی در گوشت ماکیان در شرایط یخچالی مورد بررسی قرار گرفت که تفاوت معنی‌داری در شمارش کل میکروبی نمونه‌ها طی مدت نگهداری مشاهده شد. در روزهای نخست، بار میکروبی نمونه‌های کنترل به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. بار میکروبی کل در طول نگهداری در همه نمونه‌ها افزایش یافت. نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کاراگینان و اسانس دارچین افزایش بار میکروبی کمتری را نسبت به گروه کنترل نشان دادند و تا روز ۵ نگهداری، میزان بار باکتریایی آن‌ها کمتر از $7 \log \text{ cfu/g}$ باقی ماند در حالی که در گروه کنترل تا روز سوم میزان بار باکتریایی کمتر از $7 \log \text{ cfu/g}$ بود (Khare et al., 2016). در تحقیقی دیگر تأثیر پوشش خوراکی کاراگینان و اسانس لیمو بر فیله ماهی قزل‌آلای در شرایط یخچالی بررسی گردید. بار میکروبی اولیه نمونه‌های کنترل $4 \log \text{ cfu/g}$ بود که در روز ۱۵ نگهداری به $12 \log \text{ cfu/g}$ رسید. بار میکروبی در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کاراگینان و نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کاراگینان و اسانس لیمو در روز ۱۲ به $6 \log \text{ cfu/g}$ رسید که این میزان کمتر از حداکثر بار میکروبی و آستانه فساد ($7 \log \text{ cfu/g}$) بود. اگرچه بار میکروبی در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کاراگینان افزایش یافت و در ۱۵ روز نگهداری در

نهم به $39/31 \pm 3/76$ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت رسید که نشان‌دهنده غیر قابل مصرف بودن گوشت مرغ در این روز است. این در حالی است که در تیمار کاراگینان حاوی اسانس پونه کوهی میزان TVN در روز نهم $18/91 \pm 1/50$ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت بود که در محدوده مطلوب قرار داشت و در روز دوازدهم به $28/82 \pm 1/92$ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت رسید. علت اصلی افزایش TVN تجزیه باکتریایی گوشت و افزایش آن همسو با افزایش شمار باکتری‌ها می‌باشد (Gimenez *et al.*, 2002). این موضوع همسو و در تأیید نتایج مطالعه حاضر است و در تیمار حاوی اسانس پونه کوهی از رشد باکتری‌های سایکروفیل و مزوفیل تا حد زیادی کاسته شده است. در نتیجه کمتر بودن میزان ازت آزاد فرار در این تیمار نسبت به سایر تیمارها را می‌توان به این موضوع نسبت داد.

در تحقیقی تأثیر کاراگینان و اسانس لیمو بر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلا در یخچال مطالعه شد. میزان افزایش TVN در نمونه‌های کنترل بیشتر از نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کاراگینان بود. کمترین میزان افزایش در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کاراگینان و اسانس لیمو گزارش گردید که میزان TVN نهایی کمتر از ۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود. این نتایج نشان داد که اگرچه پوشش کاراگینان سرعت تولید TVN را کاهش می‌دهد، ولی وجود اسانس لیمو برای جلوگیری از صعود سریع مقدار TVN ضروری است (Volpe *et al.*, 2015).

میزان ۲ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم، شروع اکسیداسیون چربی و آغاز تغییر در طعم گوشت مرغ می‌باشد (Buyn *et al.*, 2003). مقادیر در تحقیق حاضر

در تیمار حاوی اسانس بود (Ojagh *et al.*, 2017). بنابراین رشد کمتر بار میکروبی و افزایش مدت‌زمان ماندگاری در تیمارهای حاوی اسانس پونه کوهی را می‌توان به ترکیبات مؤثره آن از جمله ترکیبات فنلی نظیر سینئول نسبت داد. ترکیبات فنلی موجود در عصاره‌های گیاهی، غشای خارجی میکروارگانیسم‌ها را تخریب کرده و سبب خروج لیپوساکاریدها و افزایش نفوذپذیری غشای سیتوپلاسمی به ATP می‌شود. خروج ATP منجر به تمام شدن ذخیره انرژی سلول و مرگ آن می‌شود (Burt *et al.*, 2004). در مطالعه‌ای دیگر بالا بودن ترکیباتی نظیر سیس پیریتون اپوکسید ($18/4$ درصد)، پولگون ($15/5$ درصد) و پیریتون اکسید ($14/7$ درصد) در اسانس پونه کوهی، علت فعالیت ضد میکروبی این اسانس بر باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت گزارش است (Gulluce *et al.*, 2007).

افزایش ازت آزاد فرار بستگی به فعالیت باکتری‌های مولد فساد و آنزیم‌های داخل بافتی دارد (Moral and Ruiz-Capillas, 2005). بر اساس دستورالعمل دفتر نظارت بر بهداشت عمومی سازمان دامپزشکی کشور، در صورتی که میزان TVN در گوشت مرغ بیش از ۲۷ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم گوشت باشد، گوشت غیرقابل مصرف خواهد بود. این میزان اگر حداکثر ۲۰، ۲۱-۲۴ و ۲۵-۲۷ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم باشد، مصرف گوشت به ترتیب مطلوب، قابل مصرف و مصرف سریع خواهد بود (Iran Veterinary Organization, 2006). میزان TVN در نمونه‌های گروه کنترل در روز ششم $23/45 \pm 0/54$ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت بود، به عبارتی در محدوده قابل مصرف قرار داشت و در روز

در ۳ گروه بسیار کمتر از این حد می‌باشد که علت آن احتمالاً میزان کم چربی گوشت سینه مرغ می‌باشد. اگرچه رادیکال‌های آزاد به‌عنوان عامل تشدیدکننده اکسیداسیون چربی شناخته‌شده‌اند اما میزان چربی و ترکیب اسید چرب نیز نقش مهمی در اکسیداسیون چربی گوشت در طول نگهداری دارند (Kim et al., 2002). در تحقیقی اثر کاراگینان، سیتریک اسید و اسانس دارچین در گوشت سینه ماکیان در شرایط یخچال مورد بررسی قرار گرفت و نتایج مشابهی گزارش گردید. TBA به‌طور معنی‌داری در طی نگهداری افزایش یافت. تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های کنترل و سایر نمونه‌ها مشاهده گردید هر چند در روزهای ۵ و ۷ نگهداری تفاوت معنی‌داری گزارش نگردید و در مجموع نمونه‌های پوشش‌دار افزایش کمتری را نشان دادند (Khare et al., 2016). در مطالعه دیگر پوشش سدیم آلزینات همراه اسانس پونه کوهی بر کیفیت فیله ماهی کپور سرگنده (*Aristichtchys nobilis*)، در یخچال بررسی گردید. میزان TBA در طول دوره نگهداری در همه تیمارها افزایش نشان داد و این میزان افزایش در تیمار پوشش‌دهی شده با آلزینات کمتر از نمونه کنترل بود که دلیل آن می‌تواند ایجاد مانع فیزیکی آلزینات بروی سطح فیله باشد. در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با آلزینات و اسانس کمترین میزان TBA مشاهده گردید (Heydari et al., 2015).

در ۲/۸۱ به ۰/۵۴ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید افزایش یافت (Akbari et al., 2013). در تحقیقی با افزایش مدت نگهداری، میزان TBA در نمونه‌های مختلف افزایش یافت اما این میزان در تیمار دارای پوشش کیتوزان حاوی عصاره انگور نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری کمتر بود (Hasanzadeh et al., 2011). در مطالعه حاضر میزان افزایش TBA در تیمار پوشش‌دهی شده با کاراگینان کمتر از گروه کنترل بوده است. پوشش‌های خوراکی همانند سدی بین گوشت و محیط اطراف آن قرار گرفته و می‌توانند لایه نازکی را در سطح محصول تشکیل دهند و آن را در برابر نفوذ اکسیژن محافظت کنند. این اثر برای کاهش روند اکسایش فیله ماهی *Sciaenops ocellatus* با پوشش کیتوزان (Li et al., 2013)، پاته‌های گوشت با پوشش پروتئین سویا (Guerrero et al., 2015) و نیز تیمار پوشش‌دهی شده با کاراگینان به همراه اسانس، کمترین میزان افزایش TBA را در طول نگهداری نسبت به سایر تیمارها نشان داده است. ترکیبات فنولی اسانس پونه می‌توانند با دادن اتم هیدروژن به رادیکال‌های آزاد از گسترش فرآیند اکسیداسیون جلوگیری کنند (Singh et al., 2006). آنتی‌اکسیدان‌های فنلی به‌عنوان جاذب‌های اکسیژن عمل نمی‌کنند بلکه از تشکیل رادیکال‌های آزاد اسید چرب که در اتو اکسیداسیون واکنش می‌دهند جلوگیری می‌کند (Abdollahi et al., 2014).

نتایج تحقیق استفاده از کاراگینان، سیتریک اسید و اسانس دارچین بر فیله ماکیان در شرایط یخچال نشان داد که در روزهای ۵ و ۷ نگهداری تفاوت معنی‌داری در میزان pH مشاهده شد. در همه تیمارها با افزایش مدت‌زمان نگهداری میزان pH افزایش یافت. نمونه

در مطالعه‌ای دیگر با افزایش زمان نگهداری، میزان TBA در نمونه‌های شاهد از ۰/۵۴ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت مرغ در روز صفر به ۳/۶۲ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در روز شانزدهم رسید. اما این میزان در تیمار حاوی متیل سلولز و اسانس پونه از

استفاده را داشت و در مورد تیمار کاراگینان حاوی اسانس پونه کوهی تحت بسته‌بندی ساده از نظر بار میکروبی مزوفیل و سایکروفیل و هم از نظر خواص فیزیکی و حسی تا ۹ روز قابلیت مصرف داشتند. نتایج تحقیق حاضر با مطالعه دیگری که نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کاراگینان حاوی اسانس لیمو نسبت به گروه کنترل، فاکتورهای حسی را در طول ۱۵ روز نگهداری در حد قابل قبول نگه داشتند، هم‌خوانی داشت (Volpe, et al, 2015).

با اجرای مطالعات در ارتباط با کاربرد پوشش‌های طبیعی به‌تنهایی یا حاوی عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی دارای خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی، می‌توان ضمن کاهش فرآورده‌های حاصل از اکسیداسیون، گامی مؤثر در جهت بهبود وضعیت میکروبی، حفظ کیفیت ارگانولپتیکی گوشت و افزایش مدت ماندگاری آن برداشت و زمینه لازم را برای استفاده کاربردی از این ترکیبات در انواع گوشت‌ها و فرآورده‌های آن‌ها در مقایسه با ترکیبات سنتتیک فراهم نمود.

سپاسگزاری

هزینه‌های مطالعه حاضر از طریق پژوهانه سال ۱۳۹۸ دانشگاه شهید چمران اهواز تأمین شده است که بدین‌وسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه سپاسگزاری می‌نماید.

تعارض منافع

نویسندگان تعارض منافی برای اعلام ندارند.

کنترل بالاترین میزان افزایش را نشان داد. نمونه‌های پوشش‌دار افزایش کمتری نسبت به نمونه کنترل داشتند. این نتایج کاملاً منطبق با نتایج تحقیق حاضر است. در تحقیقی دیگر پس از ۱۵ روز نگهداری فیله ماهی قزل‌آلا در یخچال، pH فیله‌های بدون پوشش از ۶/۵ به ۷/۳ رسید در حالی که در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کاراگینان و در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کاراگینان و اسانس لیمو به ترتیب به ۶/۸۲ و ۶/۷۵ رسید. این نتایج به این دلیل بوده است که پوشش به‌عنوان یک عامل محافظت‌کننده مانع از تماس سطح فیله‌ها با اکسیژن می‌شود و در نتیجه فسادهایی که اکسیژن در انجام آن‌ها نقش دارد و نهایتاً باعث افزایش pH می‌شود کاهش می‌یابد (Volpe et al., 2015). محدوده pH طبیعی گوشت مرغ خام ۶/۱-۶/۳ و به‌طور میانگین ۶/۲ می‌باشد (Economou et al., 2009). نتایج مطالعه حاضر نیز با مقادیر اعلامی فوق منطبق می‌باشد. علت اصلی افزایش در pH گوشت مرغ خام در دمای یخچال مربوط به تولید ترکیبات قلیایی مثل آمونیاک و تری متیل‌آمین است که ناشی از شکستن پروتئین‌های گوشت و پروتئین‌های میکروبی است (Latou et al., 2014).

با توجه به این‌که بار باکتریایی 7 Log cfu/g شروع فساد مرغ خام است و از سویی بر اساس فاکتورهای فیزیکی و حسی نیز امتیاز بالاتر از ۲ قابل قبول فرض شده است. گوشت مرغ خام کنترل در دمای یخچال از نظر بار میکروبی مزوفیل و سایکروفیل تا ۳ روز قابلیت استفاده داشت. اما در مرغ تیمار شده با کاراگینان در دمای یخچال تا ۳ روز صرفاً از نظر بار میکروبی سایکروفیل و فاکتورهای فیزیکی و حسی قابلیت

منابع

- Abdollahi, M., Rezaei, M. and Farzi G. (2014). Influence of chitosan/ clay functional Bionanocomposite activated with rosemary essential oil on shelf life of fresh *silver carp*. International Journal of Food Science and Technology, 49(3): 811-818.
- Akbari, S., Maghsoudloo, Y. and Aryaei, P. (2013). The effect of methylcellulose coating with oregano essential oil on the quality and shelf life of chicken fillets in cold conditions. Food Processing and Production, 3(4): 1-10.
- Baston, O. and Barna, O. (2010). Raw chicken leg and breast sensory evaluation. Food Science and Technology, 11(1): 25-30.
- Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. International Food Research Journal, 15(3) :237-248.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - A review. Journal of Food Microbiology, 94(3): 223-253.
- Byun, J. S., Min, J. S., Kim, I. S., Kim, J.-W., Chung, M.S. and Lee, M. (2003). Comparison of indicators of microbial quality of meat during aerobic cold storage. Journal of Food Protection, 66(9): 1733-1737.
- Dehghani, S., Hosseini, S. V. and Regenstein, J. M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A review. Food Chemistry, 240(1): 505-513.
- Economou, T., Pournis, N., Ntzimani, A. and Savvaidis, I. (2009). Nisin–EDTA treatments and modified atmosphere packaging to increase fresh chicken meat shelf-life. Food Chemistry, 114(4): 1470-1476.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y. and Chi, Y. (2009). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of *silver carp* during frozen storage. Food Chemistry, 115(1): 66-70.
- Gimenez, B., Roncales, P. and Beltran, J. A. (2002). Modified atmosphere packaging of filleted *rainbow trout*. Journal of The Science of Food and Agriculture, 82(10): 1154-1159 .
- Guerrero, P., O'Sullivan, M. G., Kerry, J. P. and de la Caba, K. (2015). Application of soy protein coatings and their effect on the quality and shelf-life stability of beef patties. Royal Society of Chimistry, 5(11): 8182-8189.
- Gulluce, M., Sahin, F., Sokmen, M., Ozer, H., Daferera, D., Sokmen, A., Polissiou, M., Adiguzel, A. and Ozkan., H. (2007). Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia L. ssp. longifolia*. Food Chemistry, 103(4): 1449-1456.
- Hakim, H., Fazlara, A. and Tadayoni, M. (2018). Effect of chitosan coating containing oregano essential oil on shelf life of chicken fillets during refrigerated storage. Food Science and Technology, 15(75): 35-45. [In Persian]
- Hassanzadeh, P., Tajik, H. and Razavi Rohani, M. (2011). Application of chitosan edible coating containing grape seed extract on the quality and shelf life of refrigerated chicken meat. Journal of Food Research, 12(4):467-482. [In Persian]
- Heydari, R., Bavandi, S. and Javadian, R. (2015). Effect of sodium alginate coating enriched with horsemint (*Mentha Longifolia*) essential oil on the quality of *Bighead carp* fillets during storage at 4°C. Food Science and Nutrition, 3(3): 188-194.
- Iran Veterinary Organization (IVO), (2006). The properties of poultry meat. Office of Public Health. Available at: [Guidelineshttp://www.ssu.ac.ir/cms/fileadmin/user_upload/Mtahghighat/tfood/file/aeen_nameh_meli/raw-meat.pdf](http://www.ssu.ac.ir/cms/fileadmin/user_upload/Mtahghighat/tfood/file/aeen_nameh_meli/raw-meat.pdf). p.32
- Khare, A. K., Abraham R. J., Rao V. A. and Babu, R. N. (2016). Utilization of carrageenan, citric acid and cinnamon oil as an edible coating of chicken fillets to prolong its shelf life under refrigeration conditions. Veterinary World, 9(2): 167-175.

- Khare, A. K., Abraham R. J., Rao V. A. and Babu, R. N. (2016). Utilization of carrageenan, citric acid and cinnamon oil as an edible coating of chicken fillets to prolong its shelf life under refrigeration conditions. *Veterinary World*, 9(2): 167-175.
- Kim, Y.H., Nam, K.C. and Ahn, D.U. (2002). Volatile profiles, lipid oxidation and sensory characteristics of irradiated meat from different animal species. *Meat Science*, 61(3): 257-265.
- Latou, E., Mexis, S., Badeka, A., Kontakos, S. and Kontominas, M. (2014). Combined effect of chitosan and modified atmosphere packaging for shelf-life extension of chicken breast fillets. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1): 263-268.
- Li, T., Li, J., Hu, and Li, X. (2013). Quality enhancement in refrigerated red drum (*Sciaenops ocellatus*) fillets using chitosan coating natural preservatives. *Food Chemistry*, 138(2-3): 821-826.
- Michel, A., Mestdagh, M. and Axelos, M. (1997). Physico-chemical properties of carrageenan gels in presence of various cations. *International Journal of Biological Macromolecules*, 21(1-2): 195-200.
- Ojagh, S. M., Kazemi, M., Mirsadeghi, S.H. Comparative evaluation of the effect of gelatin coating enriched with pure and nanoliposome Oregano essential oil on microbial quality of Rainbow trout fillet during cold storage ($4 \pm 2^\circ\text{C}$). *Food Science and Technology*, 14(71): 59-71.
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. and Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120(1): 193-198.
- Okut, N., Yagmur, M., Selcuk, N. and Yildirim, B. (2017). Chemical composition of essential oil of *Mentha longifolia* L. Subsp. *Longifolia* growing wild. *Pakistan Journal of Botany*, 49(2): 525-529.
- Rokni, N. *Meat Science and Technology* 4th ed. University of Tehran press. 2007. P.225-243. [in Persian]
- Ruiz-Capillas, C. and Moral, A. (2005). Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food chemistry*, 89(3): 347-354.
- Singh, G., Maurya, S., De Lampasona, M. P. and Catalan, C. (2006). Chemical constituents, antifungal and antioxidative potential of *Foeniculum vulgare* volatile oil and its acetone extract. *Food Control*, 17(9): 745-752.
- Volpe, M., Siano, F., Paolucci, M., Sacco, A., Sorrentino, A., Malinconico, M. and Varricchio E. (2015). Active edible coating effectiveness in shelf-life enhancement of trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1): 615-622.
- Zamuz, S., López-Pedrouso, M., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Domínguez, H. and Franco, D. (2018). Application of hull, bur and leaf chestnut extracts on the shelf-life of beef patties stored under MAP: Evaluation of their impact on physicochemical properties, lipid oxidation, antioxidant, and antimicrobial potential. *Food Research International*, 112: 263-273.