

The effects of gelatin and *Mentha spicata* essential oil coating on the shelf-life of chicken fillet using modified atmosphere packaging

Zahra Farhadvand¹, Ali Fazlara^{2*}, Maryam Ghaderi Ghahfarokhi³,
Mehdi PourMehdi Borujeni⁴, Sepideh Kiani Ghaleh Sard⁵

¹ M.Sc. Graduate of Food Hygiene and Quality Control, Department of Food Hygiene, 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,
Email: a.fazlara@scu.ac.ir

³ Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

⁴ Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

⁵ M.Sc. Graduate of Food Hygiene and Quality Control, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:

Received: 2024-07-26
Revised: 2024-12-04
Accepted: 2024-12-09

Keywords:

Coating
Mentha spicata
chicken fillet
Modified atmosphere
packaging
Duration of consumption

ABSTRACT

Background and objectives: Chicken meat is considered as a valuable and inexpensive food item in human nutrition. This meat is a rich source of protein, essential amino acids and essential fatty acids. Nowadays, edible coatings with herbal essential oils are very effective in increasing the shelf life of food. One kind of packaging methods is the use of modified atmosphere. In this type of packaging, a specific gas composition (carbon dioxide, nitrogen and oxygen) replaces the air in the packaging and increases shelf life.

The aim of this study was to investigate the possibility of using gelatin and peppermint essential oil as a natural coating to increase the shelf life of fresh chicken fillet in modified atmosphere packaging.

Materials and Methods: Gelatin solution (4%) and gelatin solution (4%) containing (2%) (*Mentha spicata*) essential oil were prepared. Chicken fillet samples were divided into three groups without coating (control), coated with gelatin and coated with gelatin and *Mentha spicata* essential oil. After immersing the chicken samples for 5 minutes, take them out of the respective containers and after dripping excess secretions and drying, they were packed in special plastic bags for packaging in modified atmosphere conditions (5% O₂, 60% N₂ and 35% CO₂) and kept in a refrigerator (temperature 4°C) for 21 days and on certain days (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 and 21) for microbiological tests (total count of aerobic mesophilic and psychrophilic bacteria), chemical (pH, values of volatile nitrogen substances (TVN)) and thiobarbituric acid (TBA) and sensory (appearance, elasticity, odor and color) were evaluated.

Results and discussion: Examining the bacterial results showed that the treatment of gelatin and especially the treatment of gelatin containing *Mentha spicata* essential oil had a significant effect on postponing the increase in psychrophilic and mesophilic microbial load compared to the control group. Also, the mentioned treatments had a significant effect in reducing the pH values, but statistically, no

significant difference was seen between the treatments ($P>0.05$). In terms of sensory factors, control treatment and gelatin treatment maintained sensory factors at an acceptable level for six days and gelatin treatment containing *Mentha spicata* essential oil for nine days.

Conclusion: Based on the obtained results, it can be stated that edible gelatin coating containing *Mentha spicata* essential oil, unlike only gelatin coating, can somewhat reduce the speed of the spoilage process and lead to an increase in the storage time of chicken fillets and their usability. Also, packaging in modified atmospheric conditions has played an important role in reducing the amount of chemical and microbial factors and has increased the shelf life of chicken fillet.

Cite this article: Farhadvand, Z., Fazlara, A., Ghaderi Ghahfarokhi, M., PourMehdi Borujeni, M., Kiani Ghaleh Sard, S., 2025. The effects of gelatin and *Mentha spicata* essential oil coating on the shelf-life of chicken fillet using modified atmosphere packaging. *Food Processing and Preservation Journal*, 16(4), 43-62.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/fppj.2024.22657.1829

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی تأثیر پوشش ژلاتین و اسانس نعناع (*Mentha spicata*) بر ماندگاری فیله مرغ در بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده

زهرا فرهادوند^۱، علی فضل‌آرا^{۲*}، مریم قادری قهفرخی^۳، مهدی پورمهدی بروجنی^۴، سپیده کیانی قلعه‌سرد^۵

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، 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، رایانامه: a.fazlara@scu.ac.ir

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

^۴ استاد، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۵ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی-پژوهشی	سابقه و هدف: گوشت مرغ به‌عنوان یک ماده غذایی با ارزش و ارزان‌قیمت در تغذیه انسان مطرح می‌باشد. این گوشت یک منبع غنی از پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری و اسیدهای چرب ضروری است. امروزه پوشش‌های خوراکی همراه با اسانس‌های گیاهی در افزایش مدت‌زمان ماندگاری مواد غذایی بسیار موثرند. اتمسفر اصلاح شده یکی از روش‌های بسته‌بندی است که در آن ترکیب گازهای معین (دی‌اکسید کربن، ازت و اکسیژن) جایگزین هوا در بسته‌بندی می‌شود و باعث افزایش ماندگاری می‌شود. هدف از تحقیق حاضر، استفاده همزمان از ژلاتین و اسانس نعناع به‌عنوان پوششی طبیعی به‌منظور افزایش مدت‌زمان نگهداری گوشت ماکیان در شرایط بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۵ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۹	مواد و روش‌ها: محلول ژلاتین ۴ درصد و محلول ژلاتین ۴ درصد حاوی ۲ درصد اسانس نعناع تهیه گردید. نمونه‌های فیله مرغ شامل سه دسته فاقد پوشش یا کنترل، حاوی پوشش ژلاتین و حاوی پوشش ژلاتین و اسانس نعناع بودند. فیله‌ها پس از غوطه‌وری به مدت ۵ دقیقه از ظروف مربوطه خارج و پس از چکیدن ترشحات اضافی و خشک شدن، در کیسه‌های پلاستیکی مخصوص بسته‌بندی در شرایط اتمسفر اصلاح شده (۵ درصد O_2 ، ۶۰ درصد N_2 و ۳۵ درصد CO_2) بسته‌بندی و طی دوره ۲۱ روزه در یخچال (۴ درجه سلسیوس) قرار داده شدند و در روزهای ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ از نظر آزمایش‌های میکروبی شامل بار باکتریایی سایکروفیل و مزوفیل و همچنین آزمایش‌های شیمیایی شامل pH، TVN و TBA و ویژگی‌های حسی شامل رنگ، بو، الاستیسیته عضلات و وضعیت ظاهری مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند.
واژه‌های کلیدی: پوشش دهی نعناع فیله مرغ بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده مدت‌زمان قابلیت مصرف	

یافته‌ها: بر اساس نتایج باکتریایی، تیمار ژلاتین دارای اسانس و تا حدود کم‌تری تیمار ژلاتین تنها، تأثیر معنی‌داری بر کاهش روند افزایش تراکم سایکروفیل‌ها و مزوفیل‌ها نسبت به گروه کنترل داشتند. همچنین مقادیر TVN و TBA در تیمار ژلاتین و اسانس نعنای نسبت به دو گروه دیگر کمتر بود. تیمارهای نامبرده شده تأثیر بسزایی در کاهش مقادیر pH داشتند اما از لحاظ آماری اختلاف معناداری بین تیمارها دیده نشد ($P > 0/05$). در تیمار ژلاتین به همراه اسانس، ویژگی‌های حسی تا روز نهم و در سایر تیمارها تا روز ششم در حد قابل قبول حفظ گردید.

نتیجه‌گیری: به استناد نتایج حاصله می‌توان اظهار داشت که پوشش خوراکی ژلاتین حاوی اسانس نعنای برخلاف پوشش ژلاتین تنها می‌تواند تا حدودی با کاستن از سرعت فرایند فساد، سبب افزایش مدت‌زمان نگهداری فیله‌های مرغ و قابلیت مصرف آن‌ها گردد. همچنین بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده نقش مهمی در کاهش مقادیر فاکتورهای شیمیایی و میکروبی داشته و باعث افزایش کیفیت ماندگاری فیله‌های مرغ شده است.

استناد: فرهادوند، زهرا؛ فضل‌آرا، علی؛ قادری قهفرخی، مریم؛ پورمهدی بروجنی، مهدی؛ کیانی قلعه‌سرد، سپیده. (۱۴۰۳). بررسی تأثیر پوشش ژلاتین و اسانس نعنای (*Mentha spicata*) بر ماندگاری فیله مرغ در بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده. *فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱۶ (۴)، ۶۲-۴۳.



© نویسندگان.

DOI: 10.22069/fppj.2024.22657.1829

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

گوشت مرغ به‌عنوان یک ماده غذایی ارزشمند و ارزان‌قیمت است که در بسیاری از کشورها تولید می‌شود (۱). این گوشت منبع غنی از پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب ضروری و نیز برخی از ویتامین‌ها است (۲) و پروتئین آن در مقایسه با پروتئین‌های گیاهی دارای ارزش بیولوژیکی بالاتری است (۳). از سویی دیگر، گوشت مرغ بسیار فسادپذیر است و حتی در یخچال نیز ماندگاری محدودی دارد. فساد و تغییرات حسی ناشی از عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی منجر به غیرقابل قبول شدن گوشت و فرآورده‌های گوشتی برای مصرف کنندگان می‌شود. پس از این رو یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که صنعت غذا با آن مواجه است، کاهش کیفیت مواد غذایی فسادپذیر از جمله گوشت مرغ در طول دوره نگهداری است. استفاده از فیلم‌های خوراکی یکی از راه‌های افزایش مدت‌زمان ماندگاری مواد غذایی است (۴، ۵). امروزه فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بر پایه پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها، لیپیدها یا ترکیبی از آن‌ها علاوه بر رفع مسائل زیست‌محیطی و اقتصادی، در قالب بسته‌بندی فعال به‌عنوان حامی برای افزودنی‌ها و ترکیبات مختلف مانند مواد ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدان‌ها و غیره مورد استفاده قرار گرفته و قادر هستند ایمنی، ماندگاری، کیفیت و ویژگی‌های حسی ماده غذایی را بهبود بخشند (۶، ۷).

ژلاتین ترکیبی پروتئینی است که در حین فرایند تبدیل ضایعات از استخوان، تاندون و پوست حیوانات و یا آبزیان از طریق هیدرولیز تحت کنترل حاصل می‌آید. ژلاتین حاصل، ترکیبی شفاف، جامد و جذاب آب می‌باشد که توانایی ایجاد فیلم‌هایی با خاصیت کشسانی و قوام مناسب در اطراف مواد غذایی دارد و بدینوسیله با ممانعت از نفوذ هوا و یا اکسیژن و رطوبت به ماده غذایی سبب می‌گردد که از سرعت

برخی واکنش‌های شیمیایی وابسته به اکسیژن همچون اکسیداسیون چربی‌ها کاسته گشته و در نهایت مدت‌زمان نگهداری و قابلیت مصرف ماده غذایی افزایش یابد (۸). ژلاتین دارای ویژگی‌هایی همچون ایجاد ژل باقابلیت برگشت‌پذیری، توانایی بالا در اتصال و جذب آب، ایجاد امولسیون و تثبیت آن، ایجاد چسبندگی و قوام دهنده‌گی و بافت می‌باشد (۹) و بنابراین ژلاتین به‌عنوان یک ترکیب هیدروکلوئیدی از گذشته‌ها کاربردهای فراوانی در انواع محصولات صنایع غذایی دارد (۱۰).

پوشش‌های خوراکی توانایی حمل ترکیبات مختلف از جمله ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی، مهارکننده‌های آنزیمی، مواد مغذی، رنگ‌ها و حتی ادویه‌ها را دارا هستند. از سویی چنانچه این پوشش‌ها برگرفته از ترکیبات طبیعی باشند، بیشتر مورد توجه هستند. به همین ترتیب نگه‌دارنده‌های طبیعی و یا بیولوژیک همچون انواع ترکیبات گیاهی به دلیل ایمن بودن، بیشتر مورد پذیرش و استقبال جامعه هستند که از آن جمله می‌توان به انواع اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی اشاره نمود که امروزه استفاده از این ترکیبات در مواد غذایی رو به گسترش می‌باشد و با تلفیق نمودن این ترکیبات گیاهی همچون اسانس‌ها با پوشش‌های خوراکی می‌توان ضمن ایجاد عطر و طعم مطلوب، سبب افزایش انتشار و ماندگاری این ترکیبات گیاهی در سطح مواد غذایی گشته، به دلیل دارا بودن ویژگی‌های ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی منجر به افزایش مدت‌زمان نگهداری محصولات غذایی گردید (۱۱).

گیاه نعناع (*Mentha spicata*)، از خانواده نعناعیان و دارای ۱۹ گونه (۱۲) و ۶ گیاه علفی چندساله در ایران است. در طب سنتی برای درمان برونشیت، تهوع، نفخ شکم، بی‌اشتهایی، مشکلات کبدی استفاده می‌شود. از نظر خواص دارویی بسیار مورد توجه است

و از پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی محسوب می‌شود (۱۳). انواع مونوترپنوئیدهای موجود در این گیاه مسئول خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی و تا حدودی ضد سرطانی این گیاه هستند (۱۴).

به دلیل بالا بودن میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در اسانس نعناع، فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن مطلوب است (۱۵). فعالیت آنتی‌اکسیدانی بسیار بالای ترکیب کارون^۱ موجود در اسانس نعناع شباهت بسیار زیادی به خاصیت آنتی‌اکسیدانی آلفا توکوفرول دارد (۱۶). بسته‌بندی مناسب یکی از عوامل مهم در حفظ و نگهداری و به عبارتی افزایش مدت‌زمان نگهداری محصولات غذایی در برابر عوامل میکروبی، شیمیایی، فیزیکی و محیطی می‌باشد. تکنولوژی استفاده از اتمسفر اصلاح شده یا MAP^۲ با بهره‌گیری از ترکیب مختلف برخی گازهای مشخص همچون ازت، اکسیژن و دی‌اکسید کربن به جای استفاده از هوای معمول، سبب افزایش مدت‌زمان ماندگاری محصولات غذایی بسته‌بندی شده می‌گردد (۱۷). با توجه به توضیحات فوق، بهره‌گیری توأمان از روش بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده همراه با پوشش‌های خوراکی طبیعی واجد اسانس گیاهان می‌تواند منجر به افزایش مدت‌زمان نگهداری یا ماندگاری محصولات غذایی گردد.

در طی مطالعه‌ای توسط فضل‌آرا و همکاران (۲۰۱۷) ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و ارگانولپتیکی گوشت شترمرغ تازه تحت اثر پوشش توأمان ژلاتین-اسانس آویشن شیرازی مورد بررسی قرار گرفت و گزارش گردید که پوشش توأمان ژلاتین-اسانس ضمن حفظ فاکتورهای حسی در حد مطلوب به مدت ۱۲ روز، سبب کاهش معنی‌دار تراکم میکروبی ساکروفیل‌ها و مزوفیل‌ها و همچنین pH، TVN و TBA گردید (۱۸). در مطالعه دیگر بنی کریمی و همکاران (۲۰۲۰)

تأثیر پوشش ژلاتین به همراه اسانس رزماری را بر کیفیت گوشت اردک نگهداری شده در یخچال بررسی کردند و نتایج نشان داد که این پوشش باعث به تعویق افتادن واکنش‌های شیمیایی و میکروبی مرتبط با فساد در این گوشت در طول دوره نگهداری شد (۱۹). در تحقیق دیگر گالگو و همکاران (۲۰۲۰) اثر پوشش ژلاتین غنی شده با آنتی‌اکسیدان گوجه را روی کیفیت گوشت خوک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که این پوشش نقش مثبتی در افزایش مدت‌زمان ماندگاری گوشت در طول دوره نگهداری دارد (۲۰). تقی زاده اندواری و رضایی (۲۰۱۲) اظهار داشتند که استفاده از پوشش خوراکی ژلاتین حاوی اسانس دارچین بر روی فیله قزل‌آلا، ضمن کاستن از تراکم میکروبی و کند نمودن فرایند افزایش فاکتورهای شیمیایی، دارای اثر معنی‌داری نسبت به سایر گروه‌های مورد مطالعه بوده، سبب افزایش ماندگاری فیله‌ها شده است (۲۱). کانات و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش نمودند که پوشش کیتوزان حاوی اسانس نعناع سبب کاهش تراکم و به عبارتی بار میکروبی باکتری‌های گرم مثبت در فراورده گوشتی سالامی گردید و به‌طور کلی سبب افزایش ماندگاری این محصول شد (۲۱).

کیانی قلعه سرد و همکاران (۲۰۲۲) کیفیت فیله مرغ پوشش‌دهی شده با کاراگینان ۱ درصد و اسانس پونه کوهی ۱/۵ درصد تحت بسته‌بندی با شرایط اتمسفر اصلاح شده (۶۰ درصد N₂، ۳۵ درصد CO₂ و ۵ درصد O₂) را بررسی نموده و گزارش کردند که این بسته‌بندی نقش موثری در افزایش مدت‌زمان ماندگاری فیله‌های مرغ داشته است (۲۳). فتاحیان و همکاران (۲۰۲۰) به مطالعه تأثیر پوشش ترکیبی کیتوزان-اسانس زیره سبز بر کیفیت و مدت‌زمان ماندگاری گوشت گوساله در شرایط بسته‌بندی با

1. Carvone

2. Modified Atmosphere Packaging

(شرکت باریج اسانس، ایران) ۲ درصد نیز در حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر تهیه گردید و البته به‌منظور حلالیت بهتر اسانس در فاز آبی از ۲۰ میلی‌لیتر پلی سوربات ۸۰ استفاده شد و پس از مخلوط و یکنواخت شدن در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، دو محلول حاصل با یکدیگر مخلوط گشته، درون ظرف استریل دیگر به‌منظور انجام غوطه‌ور سازی فیله‌ها منتقل و مجدد به مدت ۱۰ دقیقه با همزن مغناطیسی مخلوط و یکنواخت گردید. قطعات گوشت مرغ یا فیله‌های تهیه شده به سه گروه زیر تقسیم و تیمارها تهیه شدند.

گروه اول (گروه کنترل یا فاقد پوشش):
غوطه‌ورسازی قطعات گوشت مرغ به مدت ۵ دقیقه در آب مقطر سترون

گروه دوم: غوطه‌ورسازی قطعات گوشت مرغ در محلول ۴ درصد ژلاتین به مدت ۵ دقیقه

گروه سوم: غوطه‌ورسازی قطعات گوشت مرغ در محلول ۴ درصد ژلاتین محتوی ۲ درصد اسانس نعناع به مدت ۵ دقیقه

در همه گروه‌ها یا تیمارهای تهیه شده نسبت حجم فیله‌ها به محلول غوطه‌ور سازی یک‌به‌دو در نظر گرفته شد و پس از سپری شدن مدت ۵ دقیقه غوطه‌ورسازی، نسبت به خشک شدن پوشش‌های ایجاد شده بر روی فیله‌ها در مجاورت هود میکروبی اقدام و سپس نسبت به بسته‌بندی نمونه‌ها در کیسه‌های استریل مخصوص بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده در مجاورت ترکیب گازی ۶۰ درصد ازت، ۳۵ درصد دی‌اکسید کربن و ۵ درصد اکسیژن اقدام گردید. بسته‌های حاصل طی مدت ۲۱ روز در در دمای یخچالی ۴ درجه سلسیوس قرار داده شدند. نمونه‌برداری‌ها برای تعیین شاخص‌های میکروبی و شیمیایی در طی این مدت ۲۱ روزه در فواصل زمانی هر ۳ روز یکبار انجام گردید. لازم به ذکر است که انجام نمونه برداری‌ها به‌طور

اتمسفر اصلاح شده (۸۰ درصد O_2 ، ۲۰ درصد CO_2) پرداختند و نتایج بررسی باکتریایی دلالت بر این داشت که پوشش دهی به همراه این بسته‌بندی اثر معنی‌داری بر کاهش روند افزایشی تعداد شمارش کلی میکروبی، اسیدلاکتیک باکتری‌ها، انتروباکتریاسه و سودوموناس‌ها داشت. از نظر شیمیایی نیز میزان TVN, pH و TBA کمتری را نشان داد (۲۴). با توجه به بررسی‌های صورت گرفته سایر محققین، هدف از تحقیق حاضر، استفاده توأمان از ژلاتین و اسانس نعناع به‌عنوان پوششی طبیعی به‌منظور افزایش مدت‌زمان نگهداری گوشت ماکیان در شرایط بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بود.

مواد و روش‌ها

تهیه فیله‌های مرغ و آماده‌سازی تیمارها: فیله‌های مرغ کشتار روز از بازار خریداری گردید و با اوزان ۱۰۰-۱۲۰ گرمی جهت تهیه تیمارها برش داده، قطعه‌بندی و آماده شدند. فیله‌ها با آب شستشو شدند و سپس با استفاده از آبکش‌های پلاستیکی استریل شده با اشعه UV، آب اضافی آن‌ها خارج گردید.

تهیه محلول ژلاتین: پودر ژلاتین (شرکت Central Drug House، هند) به میزان ۴۰ گرم به حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل افزوده گشته، به مدت ۴۰ دقیقه توسط دستگاه همزن مغناطیسی با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد مخلوط و حل گردید. در ادامه به‌عنوان پلاستی‌سایزر از گلیسرین استفاده و به میزان ۷/۵ میلی‌لیتر اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه مخلوط کردن ادامه یافت تا محلول یکنواخت حاصل گردد.

تهیه محلول ژلاتین حاوی اسانس نعناع: تهیه محلول ۴ درصد ژلاتین به طریقه فوق صورت پذیرفت با این تفاوت که به‌جای ۱۰۰۰ میلی‌لیتر، از ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل استفاده شد. محلول اسانس نعناع

تصادفی و اجرای آزمایش‌ها مربوطه با سه بار تکرار صورت پذیرفت.

آنالیز میکروبی: در این مطالعه شمارش باکتری‌های مزوفیل و سایکروفیل هوازی انجام گرفت. بدین منظور تحت شرایط استریل نسبت به برداشت ۱۰ گرم از هریک از قطعات فیله اقدام و با کمک دستگاه استومیگر (Interscience، فرانسه)، رقت ۰/۱ نمونه‌ها در پیتون واتر استریل تهیه گردید سپس در ادامه با رقیق سازی متوالی ده‌تایی تا رقت 10^{-8} اقدام گشته و نسبت به انجام کشت سطحی بر روی پلیت‌های حاوی محیط کشت پلیت کانت آگار (Merck، آلمان) اقدام و انکوبه گذاری پلیت‌ها در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت و ۷ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ روز به ترتیب برای شمارش باکتری‌های مزوفیل و سایکروفیل صورت پذیرفت. پس از سپری شدن زمان انکوبه گذاری نسبت به شمارش کلونی‌های رشد کرده بر روی پلیت‌ها با کمک کلونی کانترا اقدام و نتایج به‌صورت لگاریتم بار میکروبی بر گرم گزارش گردید (۲۵). لازم به توضیح است که پلیت‌هایی که دارای تعداد کلنی بین ۳۰ تا ۳۰۰ عدد بودند، جهت شمارش انتخاب شدند.

شاخص تیوباریتوریک اسید^۲: مقدار ۵ گرم از فیله مرغ به همراه ۱۰۰ میلی‌لیتر از تری کلرو استیک اسید ۱۰٪ توسط هموژنایزر به‌خوبی مخلوط و هموژن گشته و پس از عبور از کاغذ صافی واتمن ۴۲، با کمک تری کلرو استیک اسید ۱۰٪ به حجم اول رسانیده و مقدار ۳ میلی‌لیتر از آن به همراه ۳ میلی‌لیتر تیوباریتوریک اسید ۰/۰۲ مولار (Merck، آلمان) در دمای ۹۵ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت قرار داده شد و پس از سرد شدن، میزان جذب نوری محلول حاصل با کمک اسپکتوفتومتر در طول موج

۵۳۲ نانومتر همزمان با نمونه کنترل قرائت گردید و مقدار میلی‌گرم مالون دی آلدئید در هر کیلوگرم از گوشت مورد محاسبه قرار گرفت (۲۶).

ترکیبات ازت فرار کل^۳: مقدار ۵ گرم فیله مرغ چرخ و هموژن شده به همراه آب مقطر و کاتالیزور اکسید منیزیم درون بالن تقطیر دستگاه کلدال اتوماتیک (Bakhshi مدل ۷۴۰، ایران) قرار داده شد. حرارت دهی و تقطیر توسط دستگاه با توان ۵۰۰ وات به مدت ۱۸ دقیقه صورت گرفته و محلول تقطیر شده در بالن حاوی اسید بوریک ۲ درصد و معرف، جمع گشته و پس از تیتراسیون با اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال نسبت به محاسبه میزان ترکیبات ازت فرار کل برحسب میلی‌گرم درصد اقدام گردید (۲۷).

اندازه‌گیری pH: پس از هموژن کردن ۵ گرم از نمونه فیله گوشت مرغ در هاون چینی به همراه ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر، مقدار pH با کمک دستگاه pH متر دیجیتالی (FG، ایران) اندازه‌گیری و ثبت شد (۲۸).

تغییرات ویژگی‌های حسی: کیفیت ظاهری، میزان الاستیسیته عضلات، بو و رنگ از جمله ویژگی‌هایی هستند که جهت ارزیابی ویژگی‌های حسی و ارگانولپتیکی فیله مرغ خام، مورد توجه قرار می‌گیرند. نبودن هیچگونه لعاب بر سطح گوشت و برگشت فوری به حالت اول پس از فشار دادن، رنگ صورتی خوش‌رنگ و همچنین بوی طبیعی فیله مرغ از جمله ویژگی‌های حسی خوب یا عالی محسوب گشته و ویژگی‌هایی همچون وجود لعاب اندک در قسمت‌هایی از سطح گوشت، برگشت آرام به حالت اول متعاقب فشردن، رنگ صورتی کم‌رنگ با بوی غیرطبیعی مانند بوی آمونیاک و یا گوگرد از جمله ویژگی‌های حسی در حد قابل قبول در نظر گرفته شد. وجود خصوصیتی مانند مشاهده لعاب در تمام قسمت‌ها و سطوح گوشت، ایجاد رنگ صورتی‌رنگ پریده در تمام و یا

3. Total volatile nitrogen (TVN)

1. Plate Count Agar
2. Thiobarbituric acid (TBA)

افزایشی داشت بدین نحو که کمترین و بیشترین میزان آن‌ها بعد از ۲۱ روز نگهداری در دمای یخچال، به‌ترتیب $8/0 \pm 11/0 \log \text{ cfu/g}$ و $9/0 \pm 3/0 \log \text{ cfu/g}$ اسانس نعناع و گروه کنترل بود (شکل‌های ۱ و ۲). اکونومو و همکاران در سال ۲۰۰۹، بار میکروبی فیله مرغ تازه و واجد ویژگی‌های ارگانولیتیکی خوب را در روز آغازین نگهداری معادل $4/3 \log \text{ cfu/g}$ عنوان نمودند (۳۰) که با نتایج مطالعه حاضر که بار میکروبی سایکروفیل‌ها و مزوفیل‌ها در روز آغازین مطالعه بین $4/51 - 4/10$ می‌باشد، قرابت داشته و این موضوع حاکی از کیفیت خوب و مطلوب فیله‌های تهیه شده برای شروع مطالعه می‌باشد. از نظر بار میکروبی سایکروفیل، در گروه‌های کنترل یا فاقد پوشش، ژلاتین و نیز ژلاتین حاوی اسانس نعناع به ترتیب ۳، ۳ و ۶ روز و به همین نحو در مورد بار میکروبی مزوفیل، به‌ترتیب ۳، ۶ و ۹ روز حد مجاز برای فساد $7 \log \text{ cfu/g}$ کمتر بود. همچنین به لحاظ آماری بین پوشش ژلاتین حاوی اسانس نعناع با سایر گروه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. این نتایج حاکی از آن است که پوشش ژلاتین مانند یک سد فیزیکی در مقابل هوا تا حدودی مانع فعالیت باکتری‌های هوایی می‌شود و ترکیبات فنولی موجود در اسانس نعناع به دلیل دارا بودن خاصیت ضد میکروبی با کاستن از رشد میکروب‌ها سبب افزایش مدت‌زمان ماندگاری فیله‌ها شده است و بسته‌بندی MAP به علت داشتن CO_2 بیشتر، باعث کاهش pH سطح فیله‌ها می‌گردد. در یک مطالعه، صالحی و سحری (۲۰۲۱) نسبت به بررسی تأثیر پوشش ژلاتین حاوی عصاره گل میخک بر روی گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در دمای یخچالی پرداختند و در طی ۱۲ روز نگهداری گزارش نمودند که بار میکروبی سرمادوست‌ها و آنتروباکترها در گروه‌های دارای پوشش به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل یا شاهد

بخش‌هایی از گوشت و نیز عدم برگشت به حالت اول متعاقب فشردن همچنین احساس بوی تعفن و گندیدگی از جمله ویژگی‌های حسی غیرقابل قبول بود. برای ارزیابی خصوصیات حسی از گروه سه‌نفره متشکل از افراد آموزش‌دیده در آزمایشگاه استفاده شد که نمونه‌های گوشت تیمارها را بر اساس رنگ، بو، میزان الاستیسیته و کیفیت ظاهری مورد بررسی و امتیازدهی با استفاده از روش هدونیک سه‌نقطه‌ای (نمره ۱ بسیار بد و نمره ۳ بسیار خوب) قرار دادند (۲۹).

آنالیز آماری

آنالیز نتایج و اطلاعات حاصله از آزمایش‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ به‌صورت توصیفی - تحلیلی صورت گرفت. تحلیل داده‌های کمی به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تکمیلی LSD، آزمون کروسکال والیس، آزمون t برای دو نمونه مستقل، آزمون فریدمن و آزمون مان ویتنی انجام گرفت. همچنین نمودارها با بهره‌گیری از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ ترسیم گردید.

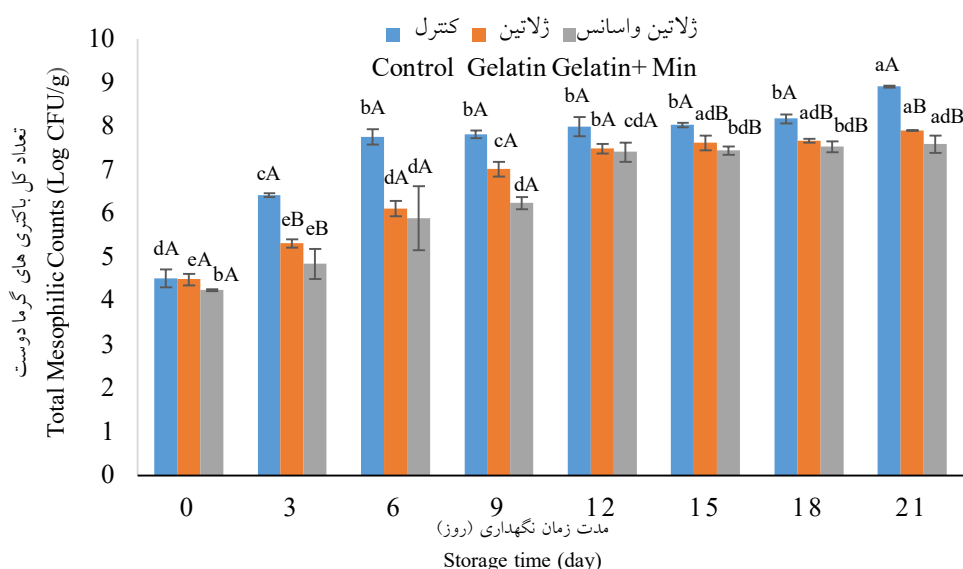
نتایج و بحث

نتایج ویژگی‌های میکروبیولوژیکی: به‌طورکلی میانگین بار باکتریایی مزوفیل و سایکروفیل در این مطالعه در طول زمان، در تمامی تیمارها روندی افزایشی داشت. حال آنکه تعداد کلنی‌ها در تیمار ژلاتین حاوی اسانس نعناع به‌طور معناداری کمتر از تیمارهای دیگر مورد مطالعه بود. بار میکروبی مزوفیل‌ها در طول زمان نگهداری روندی افزایشی از خود نشان داد بدین نحو که کمترین و بیشترین میزان بار باکتریایی مزوفیل بعد از ۲۱ روز نگهداری در دمای یخچال، به‌ترتیب $7/0 \pm 5/8 \log \text{ cfu/g}$ و $8/0 \pm 9/0 \log \text{ cfu/g}$ اسانس نعناع و گروه کنترل بود. همچنین بار میکروبی سرمادوست‌ها هم در طول زمان نگهداری روندی

شتر مرغ اقدام نمودند و گزارش کردند که بر اساس نتایج آزمون‌های میکروبی مزوفیل و سایکروفیل، روند افزایش بارهای میکروبی مذکور در تیمارهای حاوی آویشن شیرازی تنها و نیز ژلاتین حاوی آویشن شیرازی به طرز معناداری کمتر از سایر گروه‌ها بود و ژلاتین به‌عنوان یک پوشش تنها، توانایی لازم برای بهبود مدت‌زمان ماندگاری فیله‌های شتر مرغ را نداشت. اما می‌توان از آن به‌عنوان یک پوشش فیزیکی همراه با آویشن شیرازی به‌منظور بهبود مدت‌زمان نگهداری استفاده نمود (۱۸). در مطالعه حاضر، رشد بار میکروبی در تیمار پوشش دهی شده با ژلاتین نسبت به تیمار ژلاتین-نعناع اندکی بیشتر بوده و به‌عبارت‌دیگر تأیید این نکته می‌باشد که تشکیل لایه ژلاتینی بر روی فیله‌های مرغ تاحدودی به‌عنوان یک سد فیزیکی سبب ممانعت از انتشار و نفوذ میکروب‌ها می‌شود حال‌آنکه اسانس نعناع نقش اصلی را در کاهش بار میکروبی دارد.

بود ($p < 0.05$) و در انتهای دوره ۱۲ روزه، نمونه‌های مربوط به تیمارهای دارای عصاره گل میخک و ژلاتین ضمن دارا بودن بار میکروبی کل در حد مجاز، قابلیت مصرف داشتند (۳۱).

همچنین خراسانی و همکاران (۲۰۱۴) با یک مطالعه که روی اثر پوشش کیتوزان-ژلاتین در بسته‌بندی گوشت ماکیان انجام دادند، مطابق نتایج مطالعه حاضر عنوان کردند که میزان رشد و به عبارتی تراکم میکروبی در نمونه‌های دارای پوشش به‌مراتب کمتر از نمونه‌های فاقد پوشش بوده است ($p < 0.05$). همچنین این محققین بیشترین خاصیت ضد میکروبی را برای پوشش کیتوزان اعلام داشتند و اظهار نمودند که تفاوت معنی داری بین غلظت‌های ۶ و ۸ درصد پوشش ژلاتین از نظر مهارکنندگی و یا کاهش رشد بار میکروبی ملاحظه نگردید (۳۲). فضل آرا و همکاران (۲۰۱۷)، طی مطالعه‌ای نسبت به بررسی اثر پوشش ژلاتین حاوی آویشن شیرازی بر کیفیت گوشت



شکل ۱- تغییرات تعداد کل باکتری‌های مزوفیل فیله مرغ در طول نگهداری در یخچال

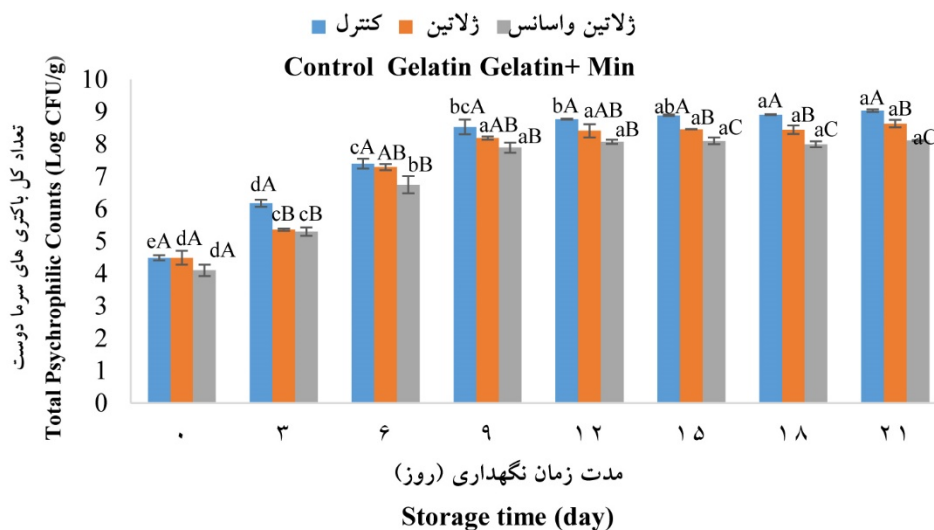
*حروف لاتین کوچک و متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین روزهای آزمایش می‌باشد ($P < 0.05$).

*حروف لاتین بزرگ و متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهای آزمایش می‌باشد ($P < 0.05$).

Figure 1. Changes in total mesophilic count of chicken fillets during storage in refrigerator

Small and different latin letters indicate significant differences between test days ($p < 0.05$).

Capital and different latin letters indicate significant differences between treatments ($p < 0.05$).



شکل ۲- تغییرات تعداد کل باکتری‌های سایکروفیل فیله مرغ در طول نگهداری در یخچال
*حروف لاتین کوچک و متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین روزهای آزمایش می‌باشد ($P < 0.05$).
*حروف لاتین بزرگ و متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهای آزمایش می‌باشد ($P < 0.05$).

Figure 2- Changes in total psychrophilic count of chicken fillets during storage in refrigerator
Small and different latin letters indicate significant differences between test days ($p < 0.05$).
Capital and different latin letters indicate significant differences between treatments ($p < 0.05$).

مانند آمونیاک، مونو و دی متیل آمین و... تولید می‌شوند (۳۳). فضل آرا و همکاران (۲۰۱۷)، نسبت به مطالعه اثر پوشش‌دهی ژلاتین حاوی اسانس آویشن شیرازی بر کیفیت گوشت تازه شترمرغ اقدام نمودند که همانند نتایج مطالعه حاضر میزان ترکیبات ازت فرار کل در تیمارهای آویشن شیرازی تنها و نیز ژلاتین - آویشن شیرازی به طرز معنی داری نسبت به سایر گروه‌ها کمتر بود (۱۸). در تحقیقی تأثیر پوشش حاوی عصاره گل میخک بر کیفیت ماندگاری گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در ۴ درجه سلسیوس مطالعه و گزارش شد که میزان افزایش TVN در تیمارهای پوشیده شده با ژلاتین و اسانس گل میخک کمتر از سایر تیمارها بود و تیمار ژلاتین در طول دوره تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت و بیان نمودند که پوشش ژلاتین تنها، در کاستن از میزان TVN تأثیری ندارد (۳۱). در یک مطالعه بنی‌کریمی و همکاران (۲۰۲۰) تأثیر پوشش ژلاتین به همراه اسانس رزماری

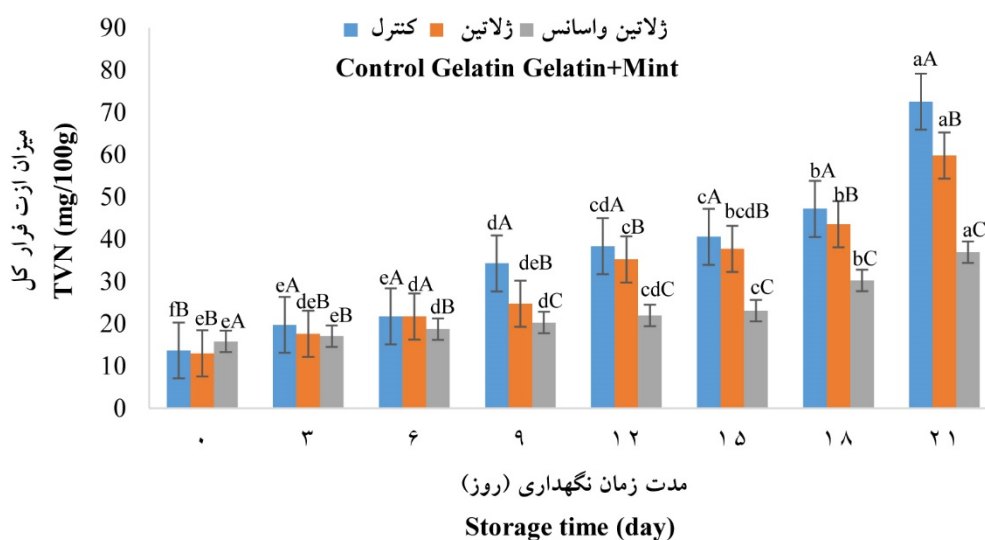
بررسی میزان تغییرات TVN¹: تغییرات میانگین میزان ترکیبات ازت فرار کل گوشت مرغ در طول نگهداری در یخچال به مدت ۲۱ روز در تمامی گروه‌ها یک روند افزایشی را نشان داد. مقدار ترکیبات ازت فرار کل در تمامی گروه‌ها در آغاز بین $13/0 \pm 3/76$ الی $15/0 \pm 82/98$ mg/100g بوده و در آخرین روز نگهداری (روز ۲۱)، میزان ترکیبات ازت فرار کل به ترتیب در گروه کنترل، گروه ژلاتین و گروه ژلاتین حاوی اسانس نعناع به ترتیب $72/1 \pm 0/52$ mg/100g و $36/0 \pm 93/83$ mg/100g و $59/0 \pm 82/94$ mg/100g بود (شکل ۳).

علت اصلی افزایش مقدار ترکیبات ازت فرار کل، افزایش بار میکروبی و به تبع آن افزایش متابولیسم و فعالیت آن‌ها بر روی محیط مغذی گوشت و در نتیجه تجزیه گوشت و متابولیک‌های مربوطه و همچنین فعالیت ناشی از اتولیز آنزیمی در گوشت می‌باشد. در اثر فعالیت‌های میکروبی، ترکیبات فرار حاوی ازت

1. Total Volatile Nitrogen

مطالعه حاضر نیز در تیمار کنترل تا روز ششم، در تیمار ژلاتین تا روز نهم و در تیمار ترکیبی ژلاتین-نعناع تا روز ۱۵ مقدار ترکیبات ازت فرار کل کم تر از حدود مجاز اعلامی برای فساد می باشد و بر این اساس گروه ژلاتین همراه با اسانس نعناع واجد تفاوت معنی دار زیادی نسبت به سایر گروهها است ($p < 0.05$). دلیل این اختلاف معنی دار را می توان به وجود ترکیبات ضد میکروبی در اسانس نعناع نسبت داد که با کاستن از سرعت رشد باکتری ها و نتیجتاً بار میکروبی کل، سبب کاسته شدن از میزان تولید ترکیبات ازت فرار کل شده است.

را بر کیفیت گوشت اردک نگهداری شده در یخچال بررسی کردند و نتایج نشان داد میزان افزایش TVN در تیمارهای پوشش دهی شده با ژلاتین و اسانس رزماری کمتر از سایر تیمارها بود (۱۹). در تحقیق دیگری، میزان ترکیبات ازت فرار کل در تیمارهای فیش فینگر تهیه شده از کپور نقره ای (گروه کنترل و گروه واجد پوشش ژلاتین) در روز دوازدهم نگهداری در یخچال به ترتیب $27/80 \text{ mg}/100\text{g}$ و $27/100 \text{ mg}/100\text{g}$ گزارش شد که بیشتر از حداکثر میزان قابل قبول TVN بود. در این مطالعه نیز عنوان گردید که پوشش ژلاتینی در کاهش میزان بازهای ازته فرار کاملاً بی تأثیر است (۳۴). مطابق گزارش های ذکر شده، در نتایج



شکل ۳- تغییرات TVN فیله های مرغ در طول نگهداری در یخچال

*حروف لاتین کوچک و متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین روزهای آزمایش می باشد ($P < 0.05$).

*حروف لاتین بزرگ و متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهای آزمایش می باشد ($P < 0.05$).

Figure 3- Changes in TVN value of chicken fillets during storage in refrigerator

Small and different latin letters indicate significant differences between test days ($p < 0.05$).

Capital and different latin letters indicate significant differences between treatments ($p < 0.05$).

بالاترین شاخص TBA در بین سه گروه مورد بررسی، در روز پایلنی نگهداری مربوط به گروه کنترل ($0.97 \pm 0.03 \text{ mg MDA}/\text{kg}$) و پایین ترین آن مربوط

بررسی تغییرات شاخص تیوباربتوریک اسید طبق شکل (۴)، شاخص TBA در تمامی گروهها طی نگهداری در یخچال یک روند افزایشی نشان داد.

1. Thiobarbituric acid

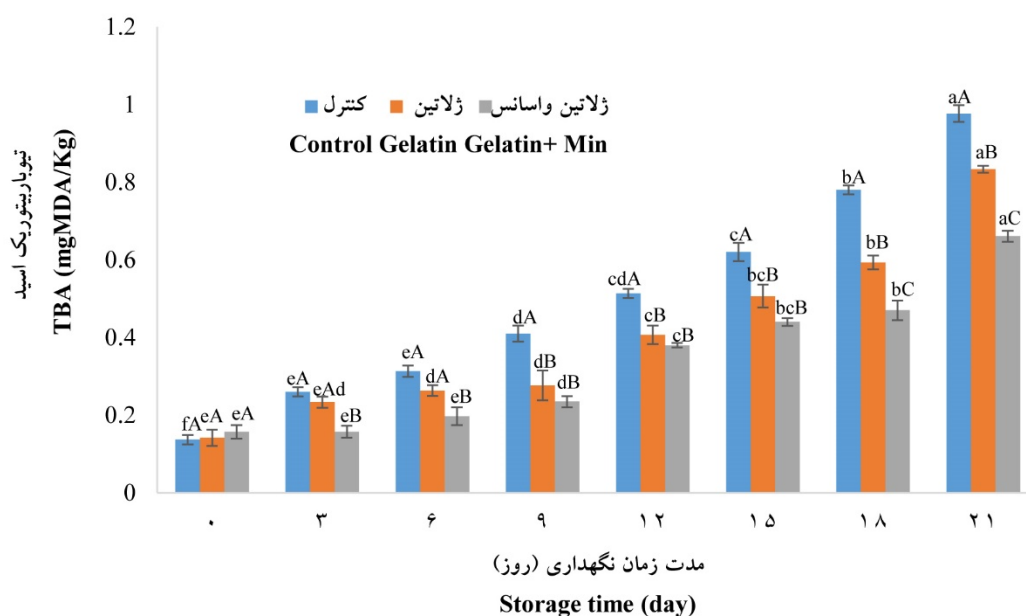
باعث افزایش مدت زمان ماندگاری می‌شود (۲۰). بنی کریمی و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که پوشش ژلاتین و عصاره رزماری در گوشت اردک در کاهش میزان اکسیداسیون نسبت به نمونه‌های کنترل نقش موثری داشت (۱۹).

طبق گزارش ریحانی پول و عالی‌شاهی (۲۰۲۱) پوشش ژلاتین حاوی آویشن در مقایسه با پوشش آلژینات سدیم حاوی آویشن تأثیر کم‌تری در جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌های میگو آماده مصرف داشت. علت این موضوع کمتر بودن ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی ژلاتین در مقایسه با آلژینات سدیم عنوان شده است (۳۷). طبق گزارش لویز کابالرو و همکاران (۲۰۰۴)، در کتلت‌های ماهی کاد پوشش داده شده با ژلاتین که در دمای یخچالی ۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ هفته قرار داده شدند، هیچگونه کاهشی در مقدار اکسیداسیون آن‌ها ملاحظه نگردید (۳۸). همچنین آنتونویسکی و همکاران (۲۰۰۷)، استفاده از پوشش‌های ژلاتینی در کاهش میزان اکسیداسیون چربی در انواع گوشت تازه شامل گاو، خوک، مرغ، ماهی بسته‌بندی‌شده در شرایط MAP را بی‌تأثیر گزارش نمودند (۳۹). فضل‌آرا و همکاران (۲۰۱۷) در طی تحقیقی بر روی اثر پوشش ژلاتین حاوی اسانس آویشن شیرازی بر روی کیفیت و ماندگاری فیله شترمرغ تازه اظهار داشتند که کمترین میزان TBA و با اختلاف معنی داری نسبت به سایر گروه‌ها مربوط به فیله‌های پوشش داده شده با ژلاتین حاوی اسانس آویشن شیرازی بود و پس از آن تیمار حاوی اسانس آویشن شیرازی تنها در رتبه دوم قرار داشت (۱۸). براساس نتایج مطالعه حاضر، هر دو پوشش (ژلاتین تنها و ژلاتین حاوی اسانس نعناع) دارای تفاوت معنی داری با گروه کنترل بودند و از حوالی روز هجدهم نگهداری نیز بین دو گروه مذکور هم اختلاف محسوس و معنی داری مشاهده شد

به پوشش ترکیبی ژلاتین حاوی اسانس نعناع (۰/۶۶±۰/۰۲ mg MDA/kg) بود. اندازه‌گیری مقدار مالون دی‌آلدئید به‌عنوان یکی از شاخص‌های اکسیداسیون چربی‌ها یا همان شاخص تیوباربتوریک اسید در واقع محصول ثانویه اکسیداسیون اسیدهای چرب می‌باشد که از تولید کتون‌ها و آلدئیدها از هیدروپراکسیدها حاصل می‌آید.

یکی از معیارهای ارزیابی کیفیت شیمیایی و نهایتاً مدت‌زمان ماندگاری مواد غذایی می‌باشد. نگهداری طولانی مدت گوشت و یا در شرایط نامطلوب سبب اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع گشته که در نهایت منجر به ایجاد عطر و احساس طعم نامطلوب در گوشت می‌گردد (۳۵). میزان شاخص TBA به‌دست آمده در تحقیق حاضر، در هر سه گروه بسیار کمتر از مقدار عنوان شده ۲ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در هر کیلوگرم گوشت توسط باین و همکاران (۲۰۰۳) است که این مقدار را مصادف با آغاز اکسیداسیون چربی‌ها و شروع تغییر طعم و مزه در گوشت اعلام نمودند (۳۶) که چه‌بسا دلیل این امر میزان اندک چربی در فیله مرغ و نیز مقدار کم اکسیژن در بسته‌بندی‌های MAP مورد استفاده بوده است. البته پوشش ژلاتین به دلیل ایجاد مانع فیزیکی به‌صورت یک لایه بر روی نمونه‌ها و نیز ترکیبات فنلی موجود در اسانس نعناع تا حدود زیادی فرایند اکسیداسیون چربی‌ها را کند می‌نماید. صالحی و سحری (۲۰۲۱) گزارش کردند که در فیله‌های ماهی قزل‌آلا پوشش‌دهی شده با ژلاتین و عصاره گل میخک، میزان TBA به‌طور معناداری کمتر از تیمار شاهد بود (۳۱). گالگو و همکاران (۲۰۲۰) در یک تحقیق اثر پوشش ژلاتین غنی شده با آنتی‌اکسیدان گوجه را روی کیفیت گوشت خوک مطالعه نمودند و اعلام داشتند که این پوشش در کاسته شدن از سرعت اکسیداسیون چربی گوشت خوک در طی دوره نگهداری مؤثر بوده و

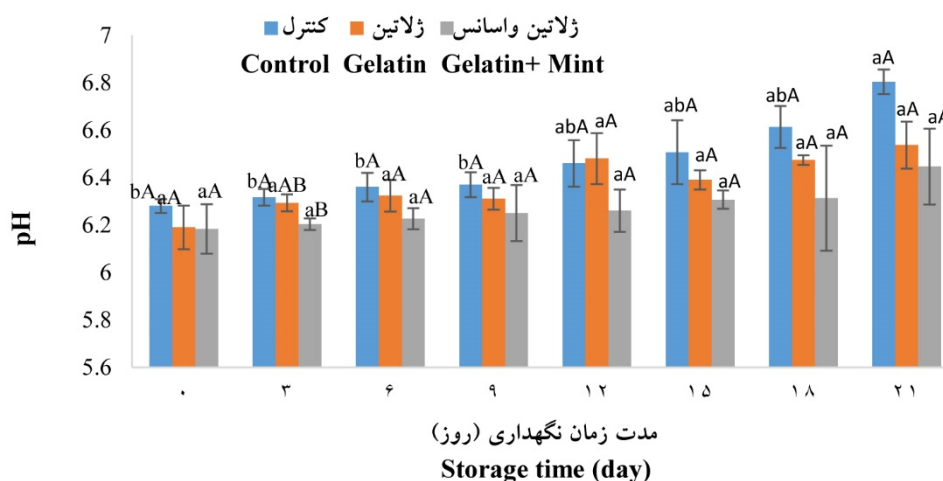
نگهداری به احتمال زیاد مربوط به وجود ترکیبات (p<۰/۰۵). علت بروز این اختلاف در اواخر دوره آنتی‌اکسیدانی از جمله کاوون در اسانس می‌باشد (۴۰).



شکل ۴- تغییرات TBA فیله‌های مرغ در طول نگهداری در یخچال

*حروف لاتین کوچک و متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین روزهای آزمایش می‌باشد (P < ۰/۰۵).
*حروف لاتین بزرگ و متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهای آزمایش می‌باشد (P < ۰/۰۵).

Figure 4- Changes in TBA value of chicken fillets during storage in refrigerator
Small and different latin letters indicate significant differences between test days (p < 0.05).
Capital and different latin letters indicate significant differences between treatments (p < 0.05).



شکل ۵- تغییرات میانگین pH فیله‌های مرغ در طول نگهداری در یخچال

*حروف لاتین کوچک و متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین روزهای آزمایش می‌باشد (P < ۰/۰۵).
*حروف لاتین بزرگ و متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهای آزمایش می‌باشد (P < ۰/۰۵).

Figure 5- Changes in pH value of chicken fillets during storage in refrigerator
Small and different latin letters indicate significant differences between test days (p < 0.05).
Capital and different latin letters indicate significant differences between treatments (p < 0.05).

کازئینات سدیم بر روی میگوی آماده مصرف عنوان کردند که افزایش pH در تیمارهای پوشش‌دهی شده با کازئینات سدیم و ژلاتین بیشتر از تیمارهای پوشش‌دهی شده با آلزینات سدیم بود که این افزایش را مرتبط با خواص ضد میکروبی پوشش‌ها بیان کردند (۳۷). طبق نتایج مطالعه حاضر، از آنجایی که ژلاتین فاقد خاصیت ضد میکروبی می‌باشد پس در تیمارهای پوشش‌دهی شده با ژلاتین به تنهایی افزایش pH با تیمارهای کنترل تفاوت معناداری را نشان نداد.

بررسی تغییرات ویژگی‌های حسی: بر اساس میانگین امتیازات پانل ارزیابی کننده ویژگی‌های حسی، در طی دوره نگهداری در تیمار کنترل، افت کیفیت کاملاً مشهود می‌باشد (جدول ۱). به طور کلی امتیازهای بیشتر از عدد ۲ به معنای سالم و قابل قبول بودن گوشت است بنابراین تیمار کنترل همچنین تیمار ژلاتین تا روز ششم و تیمار ترکیبی ژلاتین-نعناع تا روز نهم قابل مصرف می‌باشند.

نتایج حاصل از مطالعه حاضر با مطالعه کلت و همکاران (۲۰۱۵) که پوشش دهی با ژلاتین را در افزایش مدت‌زمان ماندگاری فیش‌فینگرها در یخچال مؤثر گزارش نکردند و همچنین بیان کردند که ترکیب پوشش ژلاتینی همراه با آنتی اکسیدان‌ها و مواد آنتی باکتریال و یا بهره‌گیری توأمان از پوشش‌های ژلاتین در دماهای زیر صفر یا انجماد می‌تواند راهکار مناسبی باشد، همخوانی داشت (۴۴). وجود اسانس نعناع در تیمار ترکیبی ژلاتین-نعناع، به دلیل داشتن خاصیت ضد میکروبی، نقش بسیار مهمی بر بهبود خواص ارگانولپتیکی فیله مرغ داشت. عدم وجود تفاوت معنادار بین بو، طعم و پذیرش کلی نمونه‌های کنترل و دارای پوشش ژلاتینی که پخته شدند نیز توسط آنتونوسکی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش شد (۳۹). همچنین گزارش شد که پوشش ژلاتینی به تنهایی

بررسی تغییرات pH: اندازه‌گیری مقدار pH در تمامی گروه‌ها در طی دوره نگهداری حاکی از افزایش تدریجی آن بود. همانطور که در شکل ۵ ملاحظه می‌گردد، کمترین و بیشترین مقدار pH در روز پایانی دوره نگهداری با مقادیر $6/44 \pm 0/27$ و $6/80 \pm 0/09$ به ترتیب مربوط به گروه ژلاتین حاوی اسانس نعناع و گروه کنترل می‌باشد.

دلیل اصلی افزایش pH در گوشت و فیله ماکیان تازه در شرایط یخچالی، تجزیه پروتئین‌ها و ایجاد ترکیباتی قلیایی همچون آمونیاک و تری متیل آمین است (۴۱). علت این افزایش، فعالیت میکروارگانیسم‌ها به خصوص باکتری‌های سرمادوست همچون سودوموناس‌ها در شرایط یخچالی و نیز کپک‌ها و مخمرها عنوان شده است که متابولیت‌های حاصله از رشد و تکثیر آن‌ها بر روی گوشت در شرایط سرما منجر به افزایش pH می‌گردد (۴۲). مطابق با نتایج مطالعه حاضر، در بررسی انجام شده بر روی فیله شترمرغ پوشش داده شده با ژلاتین حاوی اسانس آویشن شیرازی گزارش شده است که در پایان دوره نگهداری در یخچال، به ترتیب کمترین و بیشترین میزان pH مربوط به گروه ژلاتین حاوی اسانس آویشن شیرازی و گروه کنترل بوده است (۱۸). در مطالعه انجام شده بر روی فیله شوریده تازه پوشش داده شده با فیلم ژلاتین و کیتوزان حاوی عصاره پوست انار، یک روند افزایشی برای pH در همه تیمارها گزارش گردید و این افزایش در تیمارهای پوشش‌دهی شده به همراه عصاره به میزان قابل توجهی کمتر بود (۴۳). طبق گزارش کلت و همکاران (۲۰۱۵) روند تغییر و افزایش pH در تیمارهای فیش‌فینگر تهیه شده از کپور نقره‌ای (گروه کنترل و گروه واجد پوشش ژلاتین) تفاوت معنی داری نداشته است (۴۴). ریحانی و عالیشاهی (۲۰۲۱) در طی مطالعه‌ای بر روی استفاده توأمان از اسانس آویشن همراه با ژلاتین، آلزینات و

در خصوص پوشش دهی محصولاتی همچون گوشت گوساله تازه و نیز گوشت خوک تازه با استفاده از کیتوزان و نیز گزارش نتایج مطلوب تر بهره‌گیری از ترکیب آن با برخی اسانس‌ها از جمله اسانس نعناع وجود دارد (۲۲، ۴۶). به همین ترتیب فیلم‌های خوراکی با استفاده از ژلاتین و برخی اسانس‌های گیاهی نیز تولید و ویژگی‌های آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۴۷، ۴۸).

برای به حداقل رساندن تغییرات حسی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مؤثر نمی‌باشد (۲۱). از روکش ژلاتین به‌عنوان یک مانع نفوذ اکسیژن به‌منظور کاهش تغییرات نامطلوب رنگ در برخی از محصولات گوشتی استفاده شده است (۲۲). در تحقیقی گزارش شد که به دلیل میزان بالاتر میوگلوبین در گوشت گاو، نقش پوشش ژلاتین در کاهش رنگ گوشت گاو موثرتر از گوشت خوک و ماهی قزل‌آلا بوده است (۴۵). مطالعات متعدد دیگر توسط محققین

جدول ۱- تغییرات امتیازات فاکتورهای فیزیکی و حسی فیله‌های مرغ در طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد

Table 1- Changes in physical and sensory factors scores of chicken fillets during storage in refrigerator

رنگ Color	بو Odor	الاستیسیته Elasticity	کیفیت ظاهری Appearance	زمان نگهداری Storage time (day)	گروه Group
3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00		کنترل Control
3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	0	ژلاتین Gelatin
3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00		ژلاتین و نعناع Gelatin + Mint
3.00 ± 0.00	2.88 ± 0.19	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00		کنترل Control
3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3	ژلاتین Gelatin
3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00		ژلاتین و نعناع Gelatin + Mint
2.21 ± 0.76	2.00 ± 0.00	2.77 ± 0.38	2.44 ± 0.38		کنترل Control
3.00 ± 0.00	2.11 ± 0.19	2.77 ± 0.19	2.55 ± 0.38	6	ژلاتین Gelatin
3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	2.55 ± 0.11	2.88 ± 0.11		ژلاتین و نعناع Gelatin + Mint
1.77 ± 0.19	1.44 ± 0.19	2.00 ± 0.00	1.88 ± 0.19		کنترل Control
1.88 ± 0.19	1.44 ± 0.19	2.22 ± 0.38	1.88 ± 0.38	9	ژلاتین Gelatin
2.88 ± 0.11	2.55 ± 0.22	2.00 ± 0.00	2.77 ± 0.11		ژلاتین و نعناع Gelatin + Mint
1.11 ± 0.19	1.00 ± 0.00	1.66 ± 0.33	1.11 ± 0.19		کنترل Control
1.44 ± 0.19	1.22 ± 0.38	1.66 ± 0.33	1.22 ± 0.19	12	ژلاتین Gelatin
1.99 ± 0.19	1.77 ± 0.22	1.96 ± 0.04	2.44 ± 0.11		ژلاتین و نعناع Gelatin + Mint
1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.22 ± 0.38	1.00 ± 0.00	15	کنترل Control
1.11 ± 0.19	1.00 ± 0.00	1.22 ± 0.19	1.00 ± 0.00		ژلاتین

رنگ Color	بو Odor	الاستیسیته Elasticity	کیفیت ظاهری Appearance	زمان نگهداری Storage time (day)	گروه Group
1.77±0.22	1.22±0.22	1.66±0.19	1.88±0.11		Gelatin ژلاتین و نعناع
1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00		Gelatin + Mint کنترل
1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	18	ژلاتین
1.55±0.29	1.00±0.00	1.22±0.22	1.77±0.11		Gelatin ژلاتین و نعناع
1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00		Gelatin + Mint کنترل
1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	21	ژلاتین
1.11±0.11	1.00±0.00	1.22±0.22	1.11±0.11		Gelatin ژلاتین و نعناع
					Gelatin + Mint

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده در این مطالعه به‌وضوح مشاهده شد که توانست نقش بسزایی در افزایش مدت ماندگاری و حفظ کیفیت ارگانولپتیکی فیله‌های مرغ داشته باشد.

سپاسگزاری

اعتبار مالی لازم برای انجام تحقیق حاضر از پژوهانه سال ۱۴۰۱ دانشگاه شهید چمران اهواز تأمین شده است و بدینوسیله نگارندگان مقاله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه به لحاظ حمایت از تحقیقات علمی تشکر و تقدیر می‌نمایند.

نتیجه‌گیری کلی

به استناد نتایج تحقیق حاضر، بهره‌گیری توأمان از پوشش ژلاتین حاوی اسانس نعناع همراه بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده سبب ممانعت و به عبارتی کند شدن فرایندهای میکروبی و شیمیایی منجر به فساد گوشت مرغ گردید و لذا می‌توان از این ترکیب به‌عنوان نوعی سیستم نگهدارنده طبیعی برای فیله مرغ و افزایش مدت‌زمان نگهداری آن تا ۹ روز بهره گرفت. بنابراین استفاده از این ترکیبات طبیعی می‌تواند جایگزین مناسبی برای ترکیبات سنتزی در گوشت و فرآورده‌های آن باشد. از طرف دیگر تأثیر مثبت

منابع

- Goluch, Z., Słupczyńska, M., Okruszek, A., Haraf, G., Wereńska, M., Wołoszyn J. 2023. The energy and nutritional value of meat of broiler chickens fed with various addition of wheat germ expeller, *Animals*. 13: 1-14.
- Safari, R., Yaghoubi, M., Marcinkowska-Lesiak, M., Paya, H., Sun, X., Rastgoo, A., Rafiee, M., Alirezalu, K. 2023. The effects of double gelatin containing chitosan nanoparticles-calcium alginate coatings on the stability of chicken breast meat, 2023. *Food Science and Nutrition*. 11(12):7673-7685.
- Da Silva, D. C. F., de Arruda, A. M. V. and Gonçalves, A. A. 2017. Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers. *Journal of Food Science and Technology*, 54(7): 1818-1826.
- Odeyemi, O.A., Alegbeleye, O.O., Strateva, M., Stratev, D. 2020. Understanding spoilage microbial community and spoilage mechanisms in foods of animal origin. *Food Science and Food Safety*. 19(2): 311-331.
- Azizah, F., Nursakti, H., Ningrum, A., Supriyadi. 2023. Development of edible composite film from fish gelatin-pectin

- incorporated with lemongrass essential oil and its application in chicken meat, *Polymers*, 15(9): 1-18.
6. Dehghani, S., Hosseini, SV., Regenstein, JM. 2018. Edible films and coatings in seafood preservation: A review, *Food Chem*. 240: 505-513.
 7. Tongdeesontorn, W., Mauer, L.J., Wongruong, S., Sriburi, P., Reungsang, A., Rachtanapun, P. 2021. Antioxidant films from cassava starch/gelatin biocomposite fortified with quercetin and TBHQ and their applications in food models, *Polymers*. 13(7): 1-19.
 8. Ideia, P., Pinto, J., Ferreira, R., Figueiredo, L., Spínola, V., Castilho, P.C. 2020. Fish processing industry residues: a Review of valuable products extraction and characterization methods, *Waste Biomass Valorization*. 11: 3223–3246.
 9. Ningrum, A., Perdani, A.W., Munawaroh, H.S.H., Aisyah, S., Susanto, E. 2021. Characterization of Tuna skin gelatin edible films with various plasticizers-essential oils and their effect on beef appearance. *Food Process. Preserv*, 45: e15701.
 10. Karim, A. A. and Bhat, R. 2009. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*, 23(3): 563-576.
 11. Ju, J., Xie, Y., Guo, Y., Cheng, Y., Qian, H., Yao, W. 2019. Application of edible coating with essential oil in food preservation. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*. 59(15): 2467-2480.
 12. Peeyush, K., Sapna, M., Anushree, M. and Santosh, S. 2011. Insecticidal properties of *Mentha species*: a review. *Industrial Crops and Products*, 34(1): 802-817.
 13. Mahboubi, M. 2021. *Mentha spicata L.* essential oil, phytochemistry and its effectiveness in flatulence. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 11(2): 75-81.
 14. Kadoglidou, K., Lagopodi, A., Karamanoli, K., Vokou, D., Bardas, G. A., Menexes, G. and Constantinidou, H. I. A. 2011. Inhibitory and stimulatory effects of essential oils and individual monoterpenoids on growth and sporulation of four soil-borne fungal isolates of *Aspergillus terreus*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium expansum*, and *Verticillium dahliae*. *European Journal of Plant Pathology*, 130(3): 297-309.
 15. Kanatt, S. R., Chander, R. and Sharma, A. 2007. Antioxidant potential of mint (*Mentha spicata L.*) in radiation-processed lamb meat. *Food Chemistry*, 100(2): 451-458.
 16. Elmastaş, M., Dermirtas, I., Isildak, O. and Aboul-Enein, H. Y. 2006. Antioxidant activity of scarvone isolated from spearmint (*Mentha spicata L.* Fam Lamiaceae). *Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies*, 29(10): 1465-1475.
 17. Merlo, T. C., Contreras-Castillo, C. J., Saldana, E., Barancelli, G. V., Dargelio, M. D. B., Yoshida, C. M. P., Venturini, A. C. 2019. Incorporation of pink pepper residue extract into chitosan film combined with a modified atmosphere packaging: Effects on the shelf life of salmon fillets. *Food Research International*. 125: 108633.
 18. Fazlara, A., Pourmahdi Brojeni, M. and Molaei, F. 2017. The effect of gelatin-Avishan Shirazi (*zataria multiflora bioss*) coating on microbial, chemical and sensorial characteristics of ostrich fillets in refrigerated condition. *Journal of Food Science and Technology*, 8(1): 141-155 (In Persian).
 19. Banikarimi, K., Mirzaei, H., Farsi, M. 2020. Effect of gelatin coated rosemary extract (*Rosmarinus Officinalis L.*) on the quality of refrigerated duck meat. *Agricultural Science Digest-A Research Journal*, 40(1): 89-94.
 20. Gallego, M., Arnal, M., Talens, P., Toldrá, F., Mora, L. 2020. Effect of gelatin coating enriched with antioxidant tomato by-products on the quality of pork meat. *Polymers*, 12: 1-18.1032.
 21. Taghizadeh Andevvari, G. H. and Rezaei, M. 2012. Application of gelatin coating incorporated with cinnamon essential oil on shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet in refrigerated storage. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 21(1): 13-24 (In Persian).
 22. Kanatt, S. R., Chander, R. and Sharma, A. 2008. Chitosan and mint mixture: A new

- preservative for meat and meat products. Food Chemistry, 107: 845–852.
23. Kiani Ghaleh Sard, S., Fazlara, A., Ghaderi Ghahfarokhi, M., Pourmahdi Brujeni, M. 2022. The investigation of coated fresh chicken fillet quality with carrageenan *Mentha longifolia* essential oil under modified atmosphere packaging. Journal of Veterinary Microbiology, 18(1): 1-19. (In Persian)
 24. Fattahian, A., Fazlara, A., Maktabi, S., Pourmahdi, M., Bavarsad, N. 2020. The effects of edible chitosan coating containing Cuminum cyminum essential oil on the shelf-life of meat in modified atmosphere packaging, Iranian Journal of Food Science and Technology. 17(104): 79-91. (In Persian)
 25. APHA. 2015. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 5th. American Public Health Association, Washington D.C.
 26. 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.
 27. Parvaneh, V. 1998. Quality Control and The Chemical Analysis of Foods. 4th Edition. Tehran University Publication, PP: 249-251 (In Persian).
 28. 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.
 29. Baston, O. and Barna, O. 2010. Raw chicken leg and breast sensory evaluation. Annals. Food Science and Technology, 11(1): 25-30.
 30. Economou, T., Pournis, N., Ntzimani, A. and Savvaidis, I.N. 2009. Nisin-EDTA treatments and modified atmosphere packaging to increase fresh chicken meat shelf-life. Food Chemistry, 114(4): 1470–1476.
 31. Salehi, H., & Sahari, M. A. 2021. The effect of gelatin protein coat with clove extract for increasing the shelf life of chilled rainbow trout fillets at 4°C, Iranian Journal of Food Science and Technology. 18: 1-15. (In Persian)
 32. Khorasani, M., Mirzaiee, H. and Maghsoudloo, Y. 2014. Effect of edible chitosan- gelatin on fresh poultry meat package. Science and Technology Package, 5(19): 58-69.
 33. 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.
 34. Kalteh, S., Alizadeh Doughikollaee, E. and Yousef Elahi, M. 2015. Effect of edible gelatin coating on the quality of fish finger of *Hypophthalmichthys molitrix* during refrigerated storage. Journal of Food Science and Technology, 12(48): 79-88 (In Persian).
 35. Mexis, S.F. Choularia, E. and Kontominas, M.G. 2009. Combined effect of an oxygenabsorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4° C. Journal Food Microbiology. 26(6): 598–605
 36. Buyn, 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): 3839-3843.
 37. Reyhani Poul, Soheyl., & Alishahi, Alireza. 2021. Comparison of the effect of sodium alginate, sodium caseinate and gelatin coatings in combination with thyme essential oil on shrimp shelf life. Food Processing and Preservaion Journal, 13(1): 15-30.
 38. L'opez-Caballero M.E., G'omez-Guill'en M. C., P'erez-Mateos M. and Montero P. 2004. A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. Food Hydrocolloids, 19(2):303–311.
 39. Antoniewski, M. N., Barringer, S. A., Knipe, C. L., and Zerby, H. N. 2007. Effect of a gelatin coating on the shelf life of fresh meat. Journal of Food Science, 72(6): 382-387.
 40. Strycharz, S. and Shetty, K. 2002. Peroxidase activity and phenolic content in elite clonal lines of *Mentha pulegium* in response to polymeric dye R-478 and *Agrobacterium rhizogenes*. Process Biochemistry, 37(8): 805-812.

41. 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.
42. Georgantelis, D., Ambrosiadis, I., Katikou, P., Blekas, G. and Georgakis, S. A. 2007. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C. *Meat Science*, 76(1): 172-181.
43. Saki, J., Khodanazary, A. and Hosseini, S. M. 2018. Effect of chitosan-gelatin film combined with pomegranate peel extract on quality properties of belanger's croaker *Johnius belangerii* stored at 4 °c. *Veterinary Researches & Biological Products*, 119: 133-139 (In Persian).
44. Kalteh, S., Alizadeh Doughikollae, E. and Yousef Elahi, M. 2015. Effect of edible gelatin coating on the quality of fish finger of *Hypophthalmichthys molitrix* during refrigerated storage. *Journal of Food Science and Technology*, 12(48): 79-88 (In Persian).
45. Villegas, R., O'Connor, T. P., Kerry, J. P. and Buckley, D. J. 1999. Effect of gelatin dip on the oxidative and colour stability of cooked ham and bacon pieces during frozen storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 34(4):385-389.
46. Yingyuad, S., Ruamsin, S., Reekprkhon, D., Douglas, S., Pongamphai, S. and Siripatrawan, U. 2006. Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork. *Packaging Technology and Science*, 19(3): 149-157.
47. Miri, P., Hosseini, M., and Saifi, T. 2023. Characterization of physicochemical, mechanical and antimicrobial properties of gelatin edible films containing oregano essence. *Food Processing and Preservation Journal*, 15(1): 57-74 (In Persian).
48. Hosseini, M., Hassanzadeh, H., Miri, P. 2023. Investigating the physicochemical and mechanical properties of edible active films based on gelatin containing essential oils of thyme, oregano and sage. *Food Processing and Preservation Journal*, 15(2), 17-34 (In Persian).