

تأثیر پوشش خوراکی زیست فعال ژلاتین/هیدروکسی پروپیل بتا سیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه بر ماندگاری گوشت بوقلمون

مرتضی عادل میلانی^a، مریم قبادی دانا^{b*}، بابک قنبرزاده^c، آیناز علیزاده^d،
پیمان قاسمی افشار^e

^a دانش آموخته دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

^b استادیار گروه پژوهشی میکروبیولوژی و بیولوژی، پژوهشکده صنایع غذایی و فرآورده های کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران
^c استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران؛ استاد گروه مهندسی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی، دانشگاه خاور نزدیک، قبرس شمالی، ترکیه

^d دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

^e استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد هیدج، دانشگاه آزاد اسلامی، هیدج، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۳۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۱۸

چکیده

مقدمه: هدف از این مطالعه، بررسی اثر پوشش ژلاتین/هیدروکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه (*Urtica dioica* L.) بر ویژگی های شیمیایی، میکروبی و حسی گوشت بوقلمون در طی دوره نگهداری می باشد.

مواد و روش ها: ترکیبات شیمیایی اسانس گزنه با استفاده از کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی شناسایی شد. نمونه های گوشت بوقلمون پوشش دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه در غلظت ۱/۵ درصد (حجمی/حجمی)، پوشش دهی شده با ژلاتین/هیدروکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین (HPBC) حاوی نانو امولسیون گزنه، بسته بندی شده در سلفون و بدون پوشش (کنترل) در یخچال و دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$ نگهداری شدند. ویژگی های فیزیکی و شیمیایی (افت وزنی، pH، نیتروژن فرار کل و تیوباربیتوریک اسید)، ویژگی های میکروبی و خواص حسی نمونه ها در فواصل زمانی نگهداری ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ روز مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها: نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی- طیف سنج جرمی، وجود ترکیبات مؤثر دارای فعالیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی به ویژه کارواکرول (۵۱/۷۰ درصد) را نشان داد. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، در تیمارهای گوشت بوقلمون حاوی نانو امولسیون اسانس گزنه در مقایسه با نمونه های کنترل، مقادیر پایین تری از افت وزنی، نیتروژن فرار کل، تیوباربیتوریک اسید و نیز تعداد کمتر باکتری های مزوفیل، سرمادوست، کپک و مخمرها در طی دوره نگهداری مشاهده شد ($p < 0.05$) و بالاترین امتیازهای حسی از نظر ویژگی های بو، شکل ظاهری، رنگ و پذیرش کلی حاصل گردید.

نتیجه گیری: یافته های حاصل از این مطالعه نشان داد که بهترین نمونه در بین تیمارهای مورد بررسی، نمونه گوشت بوقلمون پوشش دهی شده با ژلاتین/هیدروکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی ۱/۵ درصد نانو امولسیون اسانس گزنه بود و این پوشش نوین تأثیر مطلوبی بر افزایش ماندگاری گوشت بوقلمون داشت.

واژه های کلیدی: اسانس گزنه، پوشش خوراکی زیست فعال، گوشت بوقلمون، نانو امولسیون، هیدروکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین

مقدمه

گوشت بوقلمون، یکی از گوشت‌های گران‌قیمت و دارای ارزش تغذیه‌ای مطلوب می‌باشد که استفاده از آن در سال‌های اخیر در کشور ایران افزایش یافته است. میزان چربی و کلسترول گوشت بوقلمون در مقایسه با گوشت گاو و گوسفند کمتر است و دارای مواد معدنی از قبیل آهن، روی، مس، پتاسیم، منیزیم، فسفر، منگنز و ویتامین‌های اسید اسکوربیک، تیامین، ریوفلاوین، اسید پنتاتونیک، B₆، B₁₂ و A می‌باشد. بر اساس آمار FAO در زمینه صنعت تولید گوشت بوقلمون، ایران در رده سوم آسیا قرار دارد. این در حالی است که گوشت بوقلمون به دلیل دارا بودن رطوبت، پروتئین و pH بالا، محیط مناسب و ایده آلی برای رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و دارای قابلیت فسادپذیری بالا می‌باشد. قرار گرفتن در معرض فساد اکسیداتیو، میکروبی و تغییرات حسی نامطلوب در طی دوره نگهداری به‌عنوان یک محدودیت در تولید و تجارت این محصول محسوب می‌شود. فساد میکروبی گوشت طیور از جمله بوقلمون اغلب ناشی از فعالیت باکتری‌های گرم منفی، سرما دوست‌ها، باکتری‌های اسیدلاکتیک، مخمرها و چندین گونه از باکتری‌های گرم مثبت می‌باشد (Salehi, 2014; Casaburi et al., 2015; Contini et al., 2013).

اثرات زیان‌بار بسیاری از ترکیبات نگهدارنده شیمیایی بر سلامت مصرف‌کنندگان منجر به افزایش تحقیقات برای یافتن فناوری‌های نوین نگهداری مواد غذایی بر پایه افزودنی‌های طبیعی به‌منظور بهبود کیفیت، ایمنی، کاهش ضایعات، افزایش ماندگاری و صادرات مواد غذایی به سایر کشورها شده است. در این رابطه، اسانس‌های روغنی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه اکسیداسیون و فساد میکروبی در سطح ماده غذایی آغاز می‌شود، استفاده از بسته‌بندی فعال برای ممانعت از واکنش‌های فساد مواد غذایی ایده آل می‌باشد (Almasi et al., 2016). یکی از روش‌های نوین برای افزایش ماندگاری گوشت‌های تازه آماده مصرف، استفاده از پوشش‌های خوراکی زیست فعال است که علاوه بر سازگاری با محیط زیست، غیر سمی و ارزان بودن، جلوگیری از تبادل گازها، رطوبت و نفوذ میکروارگانیسم‌ها می‌تواند ماده غذایی را از آسیب‌های

فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی محافظت نماید و بر افزایش ماندگاری محصولات غذایی مؤثر باشد. از طرفی به‌کارگیری اسانس‌های روغنی در فیلم‌های خوراکی فعال منجر به درون‌پوشانی آن‌ها در بستر بیوپلیمر و مهاجرت آهسته آن‌ها به ماده غذایی دارای پوشش می‌شود و بر بهبود استحکام، خواص حرارتی، شفافیت، خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی فیلم‌های امولسیونی مؤثر می‌باشد (Gharibzahedi et al., 2017). کاهش اندازه قطرات به محدوده نانومتر با افزایش نسبت سطح به حجم عوامل غیر قطبی و دسترسی زیستی منجر به تسهیل نفوذپذیری ترکیبات فعال به غشای سلولی میکروارگانیسم‌ها شده و ویژگی‌های ضد میکروبی فیلم‌های نانو امولسیونی را بهبود می‌بخشد (Otoni et al., 2014).

ژلاتین به‌عنوان یک ترکیب پروتئینی باقیمت نسبتاً ارزان از دناتوراسیون حرارتی کلاژن تولید می‌شود و به دلیل خصوصیات عملکردی آن در تولید فیلم و پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر بسیار مورد توجه می‌باشد. از معایب استفاده از ژلاتین در بسته‌بندی مواد غذایی می‌توان به جاذبه الرطوبه بودن، حلالیت زیاد در آب و بازدارندگی کم در برابر بخار آب اشاره نمود. استفاده از ترکیبات روغنی هیدروفوبیک مانند اسانس‌های روغنی می‌تواند بر بهبود ویژگی بازدارندگی پوشش خوراکی ژلاتین نسبت به رطوبت مؤثر باشد (Tongnuanchan et al., 2012).

گزنه (*Urtica dioica* L.) گیاهی گل‌دار و چندساله از خانواده Urticaceae می‌باشد که به‌طور طبیعی در ایران می‌روید و به‌عنوان گیاه دارویی و دارای ارزش تغذیه‌ای بالا در جهان شناخته شده است. وجود برخی ترکیبات فنلی، اسیدکافئیک، اسیدفرولیک، اسیدسیناپیک، میریسیتین و به‌ویژه کارواکرول در گزنه موجب شده است که به‌عنوان ترکیب ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی طبیعی در صنایع غذایی مطرح و مورد توجه قرار گیرد. اسانس و عصاره گزنه خواص ضد میکروبی علیه باکتری‌های گرم منفی، باکتری‌ها گرم مثبت و برخی مخمرها دارد و در تحقیقات مختلف اثر بازدارندگی اسانس گزنه علیه *سودوموناس اثرورینوزا*، *اشریشیاکلی*، *باسیلوس سوبتیلیس*، *استافیلوکوکوس اورئوس* گزارش شده است (Gulchin et al., 2004; Ramtin et al., 2012; Gharibzahedi et al., 2016; Nadiya et al., 2017; Jan et al., 2017).

مواد و روش‌ها

- تهیه نمونه‌ها

نمونه گیاه گزنه (*Utrica dioica*) از مرکز کلکسیون زنده توده‌های گزنه واقع در زنجان با مختصات جغرافیایی 36°41'14.6"N 48°24'09.3"E تهیه و توسط عضو هیات علمی و کارشناس هرباریوم دانشگاه زنجان تأیید شد. ژلاتین تجاری حلال با درجه بلوم ۱۸۰ از شرکت تارا مهر (تهران، ایران)، هیدروکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین از شرکت شاندونگ (چین)، گلیسرول با کاربری غذایی از شرکت سیگما آلدريج (آمریکا)، گوشت بوقلمون تازه از بازار کرج و سایر مواد شیمیایی از شرکت مرک (آلمان) تهیه شدند.

- استخراج و شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس

گزنه

اندام هوایی گیاه گزنه پس از تمیز کردن تحت شرایط بهداشتی و استاندارد، در شرایط مناسب به دور از نور خورشید خشک و توسط آسیاب برقی تبدیل به پودر شدند. اسانس نمونه گزنه به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت ۴ ساعت استخراج و سپس توسط سولفات سدیم آنهیدرید آبیگیری و تا زمان آزمون در دمای ۴±۱ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ترکیبات شیمیایی نمونه اسانس گزنه با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (مدل B۷۸۹۰، شرکت Agilent آمریکا) متصل به طیف‌سنجی جرمی (مدل A۵۹۷۷، شرکت Agilent آمریکا)، مجهز به سیستم تزریقی از نوع split/splitless، مدل یونیزاسیون بمباران الکترونی و کتابخانه‌های جرمی مربوط به NIST و WILEY انجام شد. به منظور آنالیز ترکیبات مورد نظر از ستون HP5-MS به طول ۳۰ متر با قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر استفاده گردید. دمای محل تزریق، دمای Interface و دمای محل یونیزاسیون به ترتیب روی ۲۵۰، ۲۷۰ و ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. برنامه دمایی ستون با دمای اولیه ۶۵ درجه سانتی‌گراد شروع و به مدت ۲ دقیقه در این دما نگه داشته شد، سپس دمای ستون با شیب ۱۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۷۰ درجه

سیکلودکسترین ها، الیگوساکاریدهای حلقوی متشکل از واحدهای گلوکز با پیوندهای آلفا (۴→۱) گلوکوپیرانوزی و دارای ۶، ۷، ۸ واحد گلوکز در ساختار خود می‌باشند که توسط اثر آمیلاز باکتریایی بر نشاسته تولید می‌شوند. مهم‌ترین ویژگی سیکلودکسترین حلقوی توانایی تشکیل کمپلکس با ترکیبات هیدروفوبیک و درون‌پوشانی آن‌ها در درون نانو حفره خود می‌باشد. بتا سیکلو دکسترین از هفت واحد گلوکز با پیوندهای آلفا (۴→۱) تشکیل شده است و با توجه به دارا بودن ویژگی‌هایی از قبیل قیمت پائین، سازگاری بهتر با بدن انسان، حلالیت بهتر در آب و همچنین برهمکنش کمتر آن نسبت به انواع آلفا و گاما سیکلو دکسترین دارای کاربرد بیشتری می‌باشد و از طریق درون‌پوشانی مولکولی باعث می‌شود که کیفیت و کمیت عطر و بو به میزان بیشتر و طولانی‌تری در مقایسه با سایر حامل‌های دیگر حفظ شود. هیدروکسی پروپیل بتا سیکلودکسترین^۱، یکی از مشتقات نوین بتاسیکلودکسترین می‌باشد که با توجه به حلالیت بهتر و ایمن بودن برای محافظت و کنترل رهایش اسانس‌های روغنی استفاده می‌شود (Wen et al., 2016; Szente & Fenyvesi, 2018).

Vasilatos و همکاران (2013)، در مطالعه‌ای تأثیر پوشش کیتوزان و رز ماری در گوشت بوقلمون تازه را بررسی کردند و نشان دادند که استفاده از پوشش مذکور از رشد میکروارگانیزم‌های عامل فساد جلوگیری نمود و ضمن بهبود خواص حسی، زمان ماندگاری گوشت بوقلمون را تا ۱۱ روز افزایش داد. Keykhosravy و همکاران (2020)، با بررسی تأثیر پوشش کیتوزان حاوی نانو امولسیون آویشن شیرازی و زیره سیاه در گوشت بوقلمون، عملکرد چشمگیر پوشش مورد استفاده را در حفظ کیفیت میکروبی و افزایش ماندگاری محصول به میزان ۱۵ تا ۱۸ روز گزارش نمودند.

در این پژوهش، امکان استفاده از پوشش خوراکی نوین زیست فعال ژلاتین/هیدروکسی پروپیل بتا سیکلو دکسترین حاوی غلظت‌های مختلف (۰/۳۰، ۰/۶۰، ۰/۹۰، ۱/۲۰، ۱/۵۰ درصد) نانو امولسیون اسانس گزنه برای افزایش ماندگاری گوشت بوقلمون بررسی شد.

¹ Hydroxypropyl-beta-cyclodextrin

تأثیر پوشش خوراکی زیست فعال حاوی نانو امولسیون گزنه بر ماندگاری گوشت بوقلمون

دستگاه هموژنایزر دیجیتال با سرعت بالا (WiseTis HG-15D، کره جنوبی) تحت شرایط ۲۴۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق هموژن شد. سپس چندین مرتبه سونیکاسیون با دستگاه هموژنایزر فراصوت (Bandelin Sonoplus، آلمان) با توان اسمی ۷۰ وات و فرکانس ۲۰ کیلوهرتز، در دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد تا کاهش اندازه ذرات در حد نانو و انتقال امواج فراصوت با استفاده از مبدل پیزو الکتریک یا سونوتروود در عمق ۲۰ میلی‌متری زیر سطح نمونه به مدت ۵ دقیقه انجام شد. در مرحله بعد محلول نانو امولسیون اسانس گزنه با غلظت ۱/۵ درصد به محلول اولیه تشکیل‌دهنده پوشش در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد اضافه و با استفاده از همزن مغناطیسی به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ۵۰۰ دور بر دقیقه هم زده شد (Shahavi et al., 2015; Massoud et al., 2018).

– ارزیابی ویژگی‌های نانو امولسیون

به‌منظور بررسی و تعیین اندازه متوسط قطرات و شاخص توزیع اندازه قطرات (PDI)^۲ نانو امولسیون اسانس گزنه از دستگاه پراکنش نور دینامیک^۳ (Zetaplus, Brookhaven، آمریکا) استفاده شد (Gharibzahedi et al., 2017).

– آماده‌سازی و پوشش‌دهی نمونه‌های گوشت بوقلمون

گوشت سینه بوقلمون تازه (بدون پوست و استخوان) تحت شرایط بهداشتی در کیسه‌های حاوی قالب یخ سریعاً به آزمایشگاه انتقال داده و تحت شرایط استریل به قطعاتی با وزن تقریبی ۳۰ گرم قطعه‌بندی شد. برای پوشش دهی، نمونه‌های قطعات برش خورده گوشت بوقلمون پس از شستشو و آب چک شدن به مدت ۲ دقیقه به‌طور کامل درون محلول‌های پوشش‌دهی غوطه‌ور شدند. پس از بیرون آوردن از محلول پوشش دهی، قطعات گوشت بوقلمون در زیر هود تحت شرایط سترون در دمای 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفتند تا پوشش خوراکی بر روی آن‌ها تشکیل شود. نمونه‌های گوشت بوقلمون بدون پوشش یا کنترل (CONT)، بسته‌بندی در سلفون (CELLO)، پوشش دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه در غلظت ۱/۵ درصد حجمی-حجمی (NNE)،

سانتی‌گراد رسیده و به مدت ۵ دقیقه در این دما ثابت ماند و در نهایت با شیب ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به دمای ۲۵۰ رسیده و ۷ دقیقه در این دما ثابت ماند. نسبت split به‌صورت ۱ به ۱۰ تنظیم گردید و حجم تزریقی یک میکرو لیتر بود (Ramtin et al., 2012).

– اندازه‌گیری ترکیبات فنولی کل (TPC)

برای اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فنولی از روش فولین سیوکالتو^۱ استفاده و مقدار جذب به‌وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر دو پرتویی (UV-Vis مدل T80Plus، شرکت PG انگلستان) تعیین شد. در این روش ۲۰۰ میکرو لیتر از نمونه اسانس گزنه (تهیه‌شده به نسبت ۱:۱۰ در متانول) به ۱ میلی‌لیتر محلول واکنشگر فولین سیوکالتو (رقیق‌شده به نسبت ۱:۱۰ با آب مقطر) اضافه و پس از گذشت ۴ دقیقه، ۸۰۰ میکرو لیتر کربنات سدیم (۷۵ گرم بر لیتر) به آن افزوده و محلول حاصل به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق قرار گرفت. سپس میزان جذب نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد. برای رسم منحنی استاندارد ابتدا محلول پایه‌ای از گالیک اسید آماده و غلظت‌های مختلف (۱۰ تا ۱۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر) تهیه و منحنی استاندارد بر مبنای جذب در برابر غلظت رسم گردید. میزان کل ترکیبات فنولی موجود در نمونه بر مبنای اسید گالیک محاسبه شد (Viuda-Martos et al., 2011).

– آماده‌سازی و تولید محلول تشکیل‌دهنده پوشش خوراکی زیست فعال

ابتدا مقدار ۴ گرم ژلاتین و هیدروکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین (۰/۶ درصد وزنی-حجمی) در آب مقطر حل و سپس مخلوط حاصله در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه تا ایجاد محلولی یکنواخت و شفاف هم زده شد. پس از خنک شدن، گلیسرول (۳۰ درصد وزن/وزن غلظت ژلاتین) به‌عنوان نرم‌کننده به مخلوط اضافه و هم زده شد. برای تهیه نانو امولسیون، اسانس گزنه با آب مقطر سترون به نسبت ۵:۱ (حجمی-حجمی)، امولسیفایر توئین ۸۰ (۲۵ درصد اسانس روغنی) توسط یک همزن مغناطیسی به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط و سپس با استفاده از

¹ Folin-Ciocalteu

² Polydispersity Index

³ Dynamic Light Scattering Instrument

V: حجم مصرفی اسید هیدروکلریک (میلی لیتر)
 M: غلظت اسید هیدروکلریک (۰/۰۱ مولار)
 W: وزن نمونه (گرم)

– اندازه‌گیری ترکیبات واکنش‌دهنده با تیوباربتوریک اسید (TBARS)^۲

تعیین میزان پراکسید چربی موجود در بافت قطعات گوشت بوقلمون با استفاده از آزمون TBARS مطابق با روش فنگ و همکاران (۲۰۱۷) انجام شد. ابتدا ۵ گرم نمونه همگن‌شده گوشت بوقلمون در داخل لوله آزمایش ۵۰ میلی‌لیتری توزین و پس از افزودن ۵۰ میکرو لیتر بوتیل هیدروکسی آنیزول (۷/۲ گرم در ۱۰۰ گرم) و ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر دیونیزه به مدت ۱۵ ثانیه توسط هموژنایزر با سرعت بالا همگن گردید. ۱ میلی‌لیتر از محلول حاصله به لوله آزمایش (۱۳ × ۱۰۰ میلی‌متر) منتقل و ۲۰ میکرو لیتر سولفانیل آمید (۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) به آن اضافه و به‌طور کامل مخلوط شد. نمونه مذکور به مدت ۵ دقیقه در درجه حرارت اتاق قرار داده و سپس ۲ میلی‌لیتر محلول تیوباربتوریک اسید/ تری کلرو استیک اسید (۱۵ میلی مول TBA/۱۵ گرم بر ۱۰۰ گرم TCA) اضافه شد. مخلوط حاصله هم زده شد و در حمام آب جوش به مدت ۱۵ دقیقه تا تکمیل واکنش و گسترش رنگ، گرمخانه‌گذاری گردید. سپس به مدت ۱۰ دقیقه در آب یخ سرد و مجدداً مخلوط شد و در مرحله بعد به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲۵۰۰×g سانتریفیوژ گردید. میزان جذب نور محلول فاز فوقانی در طول موج ۵۳۱ نانومتر در برابر شاهد (حاوی ۱ میلی‌لیتر آب مقطر دیونیزه و ۲ میلی‌لیتر محلول TBA/TCA) قرائت شد. میزان تیوباربتوریک اسید با استفاده از رابطه ۲ برحسب میلی‌گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم گوشت محاسبه شد (Feng et al., 2017).

(رابطه ۲)

$$TBARS(\text{mgMDA}/\text{kg}) = 50 \times (A_s - A_b) / 200$$

که در آن:

A_s : میزان جذب نوری نمونه‌ها

A_b : میزان جذب نوری محلول استاندارد تیوباربتوریک اسید

پوشش‌دهی شده با ژلاتین/ هیدرکسی پروپیل بتا سیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه (GNNE) در سینی‌های پلی‌پروپیلن سترون بسته‌بندی و نهایتاً در یخچال در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمون نگهداری شدند و نمونه‌برداری در زمان‌های نگهداری ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ روز برای تعیین تغییرات ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و حسی نمونه‌های گوشت بوقلمون انجام شد (Fernández-Pan et al., 2014).

– اندازه‌گیری pH

برای تعیین میزان pH، ۲۵ گرم نمونه گوشت بوقلمون با ۲۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر در استومیکر به مدت ۱ دقیقه مخلوط شد و میزان pH تیمارهای تولیدی با استفاده از دستگاه pH متر (Eutech pH 5+، آمریکا) استاندارد و کالیبره شده در دمای اتاق مورد ارزیابی قرار گرفتند (Vaithiyathan et al., 2011).

– اندازه‌گیری مواد ازته فرار (TVB-N)^۱

اندازه‌گیری مواد ازته فرار با استفاده از روش کلدال و با افزودن ۱۰ گرم نمونه گوشت، ۲ گرم اکسید منیزیم به عنوان کاتالیزور و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به داخل بالن کلدال انجام شد. پس از نصب سیستم تقطیر کلدال، ارن حاوی ۲۵ میلی‌لیتر اسید بوریک ۲ درصد و حاوی مخلوط معرف‌های متیل رد و متیلن بلو، طوری قرار داده شد که قسمت فوقانی لوله خروجی کاملاً درون محلول باشد. عمل جوشیدن محتویات بالن کلدال و تقطیر گازهای متصاعد شده که معرف بازهای نیتروژنی هستند، انجام شد. سپس محلول تقطیر شده با اسید هیدروکلریک ۰/۰۱ مولار تیترا گردید. مواد ازته فرار برحسب میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Gharibzahedi & Mohammadnabi, 2017).

(رابطه ۱)

$$TVB - N (\text{mg}/100\text{g}) = (V \times M \times 14 \times 1000) / W$$

که در آن:

^۱ Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N)

^۲ Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS)

تأثیر پوشش خوراکی زیست فعال حاوی نانو امولسیون گزنه بر ماندگاری گوشت بوقلمون

– اندازه‌گیری افت وزنی در دوره نگهداری^۱

میزان کاهش وزن نمونه‌های گوشت بوقلمون در طی نگهداری مطابق با روش ژانگ و همکاران (۲۰۱۷)، بلافاصله پس از تیمار نمودن و در فواصل زمان تعیین شده توزین و درصد افت وزنی نمونه‌ها محاسبه شدند (Zhang *et al.*, 2015).

– ارزیابی ویژگی‌های میکروبی

برای انجام آزمون میکروبی از روش پترو و همکاران (۲۰۱۲) استفاده شد. ابتدا ۱۰ گرم از نمونه گوشت بوقلمون توزین و به همراه ۹۰ میلی‌لیتر محلول رقیق‌کننده به مدت ۱ دقیقه مخلوط و یکنواخت شد. سپس رقت‌های بعدی در لوله‌های آزمایش حاوی آب پپتونه تهیه و درپلیت حاوی محیط کشت مختلف متناسب با اهداف آزمون با ۳ تکرار کشت داده شدند. برای شناسایی و شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل^۲، محیط کشت پلیت کانت آگار^۳ (PCA) و گرمخانه‌گذاری در انکوباتور در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، برای شناسایی و شمارش کلی باکتری‌های سرمادوست، محیط کشت پلیت کانت آگار (PCA) و گرمخانه‌گذاری در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز و برای شناسایی و شمارش کلی کپک و مخمر، محیط کشت رز بنگال کلرامفنیکل سلکتیو آگار^۴ (RBCA) به صورت کشت سطحی و گرمخانه‌گذاری در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳-۵ روز استفاده شد (Petrou *et al.*, 2012; ISO 17410:) (2001).

– ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های گوشت بوقلمون مطابق با روش ژانگ و همکاران (۲۰۱۶) و بر اساس ترکیبی از شاخص‌های شکل ظاهری، رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی با استفاده از مقیاس محدوده ۱ تا ۹ ارزیابی شد، بدین ترتیب که نمره ۹ به‌عنوان امتیاز عالی در نظر گرفته شد. برای ارزیابی حسی تیمارهای تولیدی از گروه ارزیابی حسی به تعداد یازده نفر استفاده شد که بخش اعظمی از گروه

مذکور ارزیابی حسی و کارشناسان صنایع غذایی بودند (Zhang *et al.*, 2016; Baston *et al.*, 2010).

– تجزیه و تحلیل آماری

آزمون‌ها در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تحلیل آماری و آنالیز واریانس (ANOVA) شاخص‌های مورد آزمون با استفاده از نرم‌افزار آماری (SPSS Statistical Software Inc., Chicago) نسخه ۲۳ و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار (Office 2016) Excel انجام گردید. برای مقایسه و تشخیص وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین نتایج به‌دست‌آمده، از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. همچنین نتایج داده‌های کیفی توسط آزمون آماری غیر پارامتری کروسکال والیس^۵ بررسی شد.

یافته‌ها

– ترکیبات شیمیایی اسانس نمونه گزنه

کروماتوگرام آنالیز ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در اسانس نمونه گزنه در شکل ۱ ارائه شده است. نتایج کمی و کیفی آنالیز ترکیبات شیمیایی نمونه اسانس گزنه (*Utrica dioica*) کشت شده در زنجان توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی منجر به شناسایی ۲۸ ترکیب شیمیایی شد.

عمده ترکیب شناسایی شده در اسانس گزنه، Phenol، 2-methyl-5-(1-methylethyl) یا کارواکرول (۵۱/۷۰ درصد)، Oxime methoxy-phenyl (۵/۹۱ درصد)، Phenol، 2-methyl-5-(1-methylethyl) (۳/۹۶ درصد)، 1,4,5,6,7,7a-2H-Inden-2-one، (۳/۳۹ درصد)، hexahydro-7a-methyl-5-Hepten-2-one، (۲/۳۷ درصد)، one,6-methyl Tricyclo [5. 4. 3. 0. 3. 0] tetradecan-6-one,4- ethenyl-3-hydroxy (۲/۲۶ درصد)، 9,12-Octadecadienoyl chloride (۲/۰۵ درصد)، Cyclo hexanebutanal، 2-methyl-3-oxo cis (۱/۹۷ درصد)، 13-Docosenoic acid، methyl ester (۱/۶۲ درصد)، بودند و سایر ترکیبات در مقادیر کمتر از ۱/۵۵ درصد وجود داشتند.

¹ Weight Loss on Storage

² Mesophilic Total Plate Counts (TPC)

³ Plate Count Agar

⁴ Rose Bengal Chloramphenicol Agar (RBCA)

⁵ Kruskal– Wallis

نگهداری شده در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد در جدول ۱، ارائه شده است.

pH اولیه تمامی نمونه‌های گوشت بوقلمون برابر با $5/90$ بود ($p > 0/05$). بر اساس نتایج آنالیز آماری، اثر زمان نگهداری بر میزان pH نمونه‌های گوشت بوقلمون دارای تفاوت معنی‌دار ($p < 0/05$) بود. تغییرات pH در نمونه‌های گوشت بوقلمون مورد بررسی روند مشابهی را نشان داد، به طوری که مقادیر pH نمونه‌ها در روز پنجم نگهداری کاهش یافت و در نمونه‌های NNE و GNNE به ترتیب به $5/60$ و $5/65$ رسید. با افزایش زمان نگهداری بیش از پنج روز، میزان pH در نمونه‌های گوشت بوقلمون تا آخرین روز نگهداری افزایش یافت. در روز بیستم، مقدار pH نمونه گوشت بوقلمون پوشش دهی شده با ژلاتین/هیدرکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه ($6/37$) کمتر از pH نمونه‌های کنترل ($7/43$) و CELLO ($7/18$) بود.

میزان ترکیبات فنولی کل^۱ (TPC)

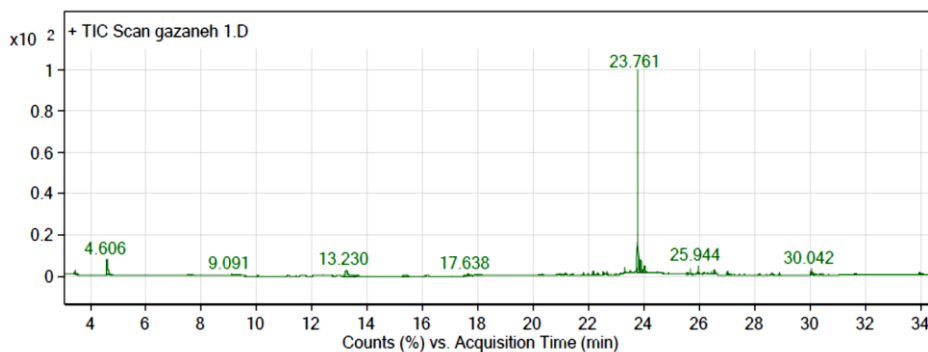
ترکیبات فنولی اسانس گزنه بر اساس منحنی استاندارد اسید گالیک ($R^2 = 0/936$)، $y = 0/0117x + 0/0657$ مشخص شد. میزان ترکیبات فنولی در اسانس گزنه برابر با $315/23 \pm 0/17$ میلی‌گرم اسیدگالیک بر گرم اسانس بود.

نتایج ارزیابی ویژگی‌های نانو امولسیون

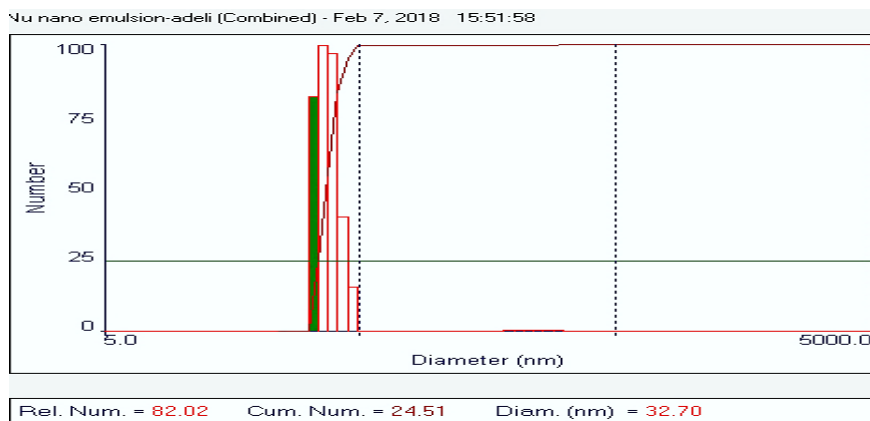
نتایج مربوط به اندازه قطرات و توزیع اندازه قطرات (PDI) نانو امولسیون اسانس گزنه در شکل ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل از دستگاه پراکنش نور دینامیک، متوسط اندازه قطرات در نانو امولسیون‌های اسانس گزنه برابر با $32/70$ نانومتر بود که در محدوده اندازه ذرات نانو امولسیون‌ها قرار داشت. توزیع اندازه قطرات در نانو امولسیون اسانس گزنه برابر با $0/199$ بود.

pH

تغییرات میزان pH نمونه‌های گوشت بوقلمون



شکل ۱- کرماتوگرام آنالیز ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در اسانس نمونه گزنه توسط دستگاه GC/MS



شکل ۲- توزیع اندازه قطرات نانو امولسیون اسانس گزنه

¹ Total Phenolic Content (TPC)

تأثیر پوشش خوراکی زیست فعال حاوی نانو امولسیون گزنه بر ماندگاری گوشت بوقلمون

جدول ۱- تغییرات pH نمونه‌های گوشت بوقلمون طی نگهداری در دمای ۱°C ± ۴*

نام نمونه	روزهای نگهداری				
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
CONT	۵/۹۰ ± ۰/۰۱ ^d	۵/۸۳ ± ۰/۰۲ ^{bc}	۶/۴۲ ± ۰/۰۲ ^h	۶/۹۸ ± ۰/۰۶ ^k	۷/۴۳ ± ۰/۰۳ ^m
CELLO	۵/۹۰ ± ۰/۰۳ ^d	۵/۸۲ ± ۰/۰۳ ^b	۶/۳۱ ± ۰/۰۴ ^{fg}	۶/۶۳ ± ۰/۰۴ ⁱ	۷/۱۸ ± ۰/۰۱ ^l
NNE	۵/۹۰ ± ۰/۰۳ ^d	۵/۶۰ ± ۰/۰۳ ^a	۵/۹۲ ± ۰/۰۲ ^a	۶/۳۱ ± ۰/۰۲ ^f	۶/۷۰ ± ۰/۰۴ ^j
GNNE	۵/۹۰ ± ۰/۰۳ ^d	۵/۶۵ ± ۰/۰۲ ^a	۵/۸۹ ± ۰/۰۴ ^{cd}	۶/۱۳ ± ۰/۰۳ ^e	۶/۳۷ ± ۰/۰۲ ^{gh}

* میانگین نتایج به صورت Mean±SD ارائه شده است. حروف انگلیسی غیرمشابه بیانگر وجود تفاوت معنی دار در نمونه‌ها می‌باشد.
 * CONT: بدون پوشش یا کنترل، CELLO: بسته بندی در سلوفان، NNE: نمونه های گوشت بوقلمون پوشش دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه، GNNE: پوشش دهی شده با ژلاتین/ هیدرکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه.

نتایج اندازه گیری مواد ازته فرار (TVB-N)

تغییرات میزان مواد ازته فرار TVB-N نمونه‌های گوشت بوقلمون نگهداری شده در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد در شکل ۳ ارائه شده است.

بر اساس نتایج شکل ۳، میزان ازته فرار در روز صفر بین نمونه‌های گوشت بوقلمون فاقد تفاوت معنی دار (p<۰/۰۵) بود. مقدار TVB-N نمونه‌ها با افزایش مدت زمان نگهداری افزایش یافت. در روز پنجم نگهداری بالاترین میزان آن مربوط به نمونه کنترل (mg/100 g) ۱۹/۳۳ و کمترین میزان آن مربوط به نمونه GNNE (mg/100 g) ۱۷/۰۵ بود. پس از پانزده روز نگهداری، مقدار TVB-N در نمونه‌های NNE و GNNE به ترتیب برابر با mg/100 g ۲۶/۸۹ و mg/100 g ۲۴/۵۶ و در محدوده مجاز به مصرف تعریف شده توسط سازمان دامپزشکی کشور (حداکثر ۲۷ mg/100 g) بود. در دهمین و پانزدهمین روز نگهداری، بالاترین مقدار TVB-N متعلق به نمونه‌های گوشت بوقلمون بدون پوشش (CONT) و به ترتیب برابر mg/100 g ۳۳/۱۲ و mg/100 g ۵۲/۰۴ بود. کمترین TVB-N در آخرین روز نگهداری (mg/100 g) ۲۹/۹۰ در نمونه GNNE مشاهده شد.

میزان ترکیبات واکنش دهنده با تیوباریتوریک اسید (TBARs)

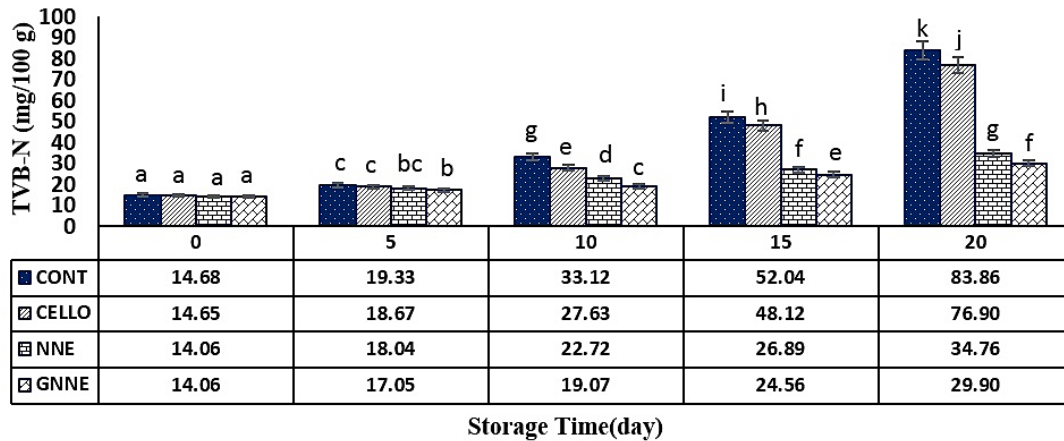
در شکل ۴، تغییرات میزان ترکیبات واکنش دهنده با تیوباریتوریک اسید نمونه‌های گوشت بوقلمون نگهداری شده در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد ارائه شده است. با توجه

به شکل ۴، مقدار تیوباریتوریک اسید (TBARs) اولیه نمونه‌ها در محدوده ۰/۲۶-۰/۲۱ میلی‌گرم مالون آلدئید بود. با افزایش زمان نگهداری، مقادیر تیوباریتوریک اسید کلیه نمونه‌ها به طور قابل توجهی افزایش یافت (p<۰/۰۵). هرچند، روند افزایش تیوباریتوریک اسید در نمونه‌های NNE و GNNE گوشت بوقلمون نسبت به نمونه‌های کنترل و CELLO به طور قابل توجهی کمتر بود (p<۰/۰۵). در روز پانزدهم و بیستم نگهداری، کمترین مقادیر TBARs به دست آمده در نمونه GNNE مشاهده شد که به ترتیب برابر با ۰/۴۱ و ۰/۳۵ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت بود.

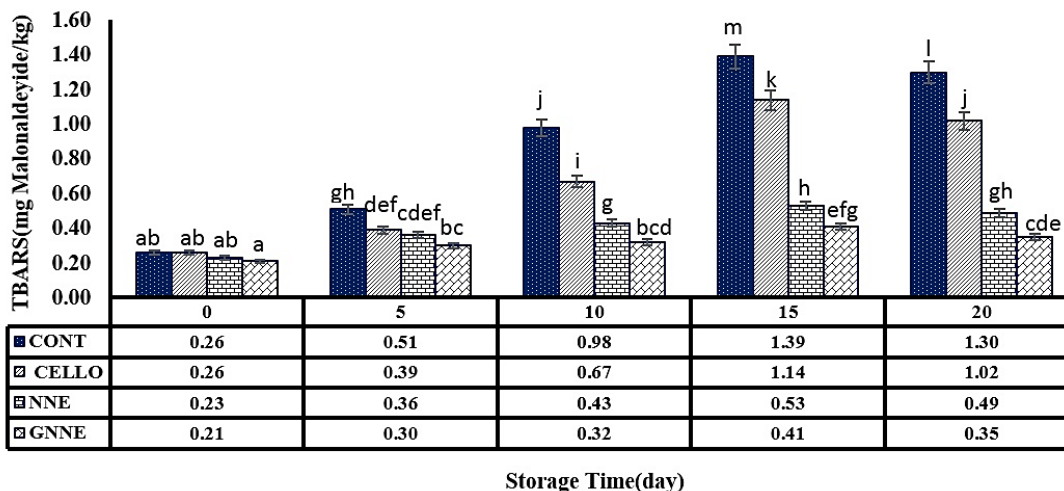
نتایج اندازه گیری افت وزنی در دوره نگهداری

در شکل ۵، تغییرات افت وزنی نمونه‌های گوشت بوقلمون نگهداری شده در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد ارائه شده است.

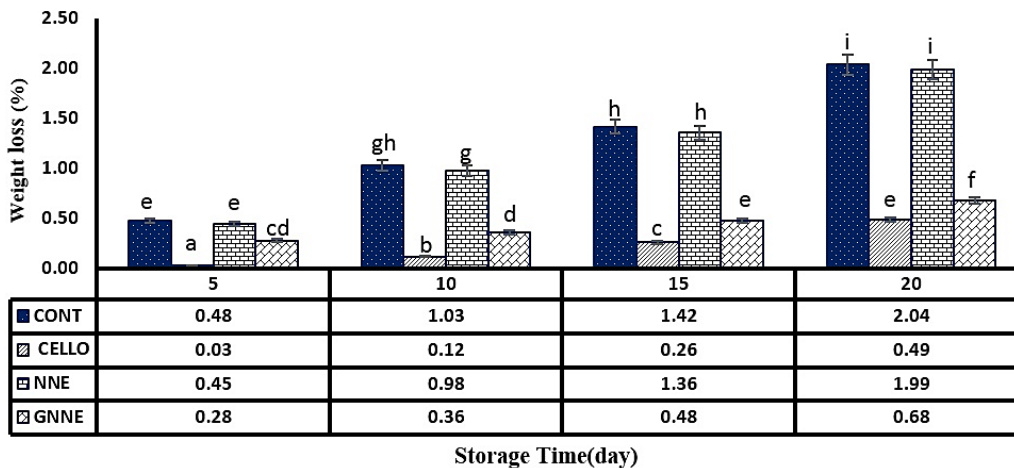
با توجه به نتایج به دست آمده، میزان افت وزنی نمونه‌های گوشت بوقلمون در طی نگهداری افزایش یافت (p<۰/۰۵). این در حالی است افت وزنی در نمونه CELLO و GNNE، به مراتب کمتر از نمونه کنترل بود. در روز بیستم نگهداری، بالاترین افت وزنی در نمونه کنترل (۲/۰۴ درصد) و کمترین افت وزنی در نمونه بسته بندی شده در سلوفان (۰/۴۹ درصد) و نمونه پوشش دهی با ژلاتین/ هیدروکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون اسانس گزنه (۰/۶۸ درصد) گوشت بوقلمون مشاهده شد.



شکل ۳- تغییرات میزان ازت فرار (TVB-N) نمونه‌های گوشت بوقلمون بدون پوشش یا کنترل (CONT)، بسته‌بندی در سلوفان (CELLO)، پوشش دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه (NNE)، پوشش دهی شده با ژلاتین / هیدرکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه (GNNE) طی نگهداری در دمای $1 \pm 1^\circ\text{C}$.



شکل ۴- تغییرات میزان تیوباربیوتوریک اسید (TBARS) نمونه‌های گوشت بوقلمون بدون پوشش یا کنترل (CONT)، بسته‌بندی در سلوفان (CELLO)، پوشش دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه (NNE)، پوشش دهی شده با ژلاتین / هیدرکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه (GNNE) طی نگهداری در دمای $1 \pm 1^\circ\text{C}$.



شکل ۵- تغییرات افت وزنی نمونه‌های گوشت بوقلمون بدون پوشش یا کنترل (CONT)، بسته‌بندی در سلوفان (CELLO)، پوشش دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه (NNE)، پوشش دهی شده با ژلاتین / هیدرکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه (GNNE) طی نگهداری در دمای $1 \pm 1^\circ\text{C}$.

تأثیر پوشش خوراکی زیست فعال حاوی نانو امولسیون گزنه بر ماندگاری گوشت بوقلمون

- نتایج ارزیابی ویژگی‌های میکروبی

در شکل‌های ۶، ۷ و ۸ به ترتیب تغییرات تعداد باکتری‌های مزوفیل، سایکروتروف و کپک و مخمر نمونه‌های گوشت بوقلمون نگهداری شده در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد ارائه شده است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در شکل ۶، تعداد اولیه باکتری‌های مزوفیل هوازی در نمونه کنترل برابر با \log CFU/g $4/43$ بود. با افزایش زمان نگهداری، تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی در نمونه‌های گوشت بوقلمون افزایش یافت، اما روند افزایشی در نمونه‌های GNNE و GNNE به‌طور معنی‌داری نسبت به نمونه کنترل و CELLO کمتر بود. در روز پانزدهم نگهداری، تعداد باکتری‌های مزوفیل شناسایی‌شده در نمونه‌های کنترل و CELLO به ترتیب \log CFU/g $9/43$ و \log CFU/g $8/79$ و در نمونه GNNE، \log CFU/g $6/78$ بود. در روز بیستم نگهداری نیز تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی نمونه GNNE نسبت به سایر نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کمتر بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در شکل ۷، تغییرات تعداد باکتری‌های شناسایی‌شده سایکروتروف در نمونه‌های گوشت بوقلمون، دارای روند مشابه با شمارش باکتری‌های مزوفیل بود. تعداد اولیه باکتری‌های سایکروتروف در نمونه‌های گوشت بوقلمون برابر با \log CFU/g $3/3-19/64$ بود. در روز پانزدهم نگهداری، بالاترین میزان باکتری‌های سایکروتروف در نمونه کنترل ($8/97 \log$ CFU/g) و کمترین شمارش میکروبی در نمونه GNNE ($6/78 \log$ CFU/g) بود. همچنین با توجه به شکل ۸، تعداد اولیه کپک و مخمرها در نمونه‌های گوشت بوقلمون برابر با \log CFU/g $3/3-28/33$ بود. در پایان دوره نگهداری، بالاترین تعداد کپک و مخمرها شناسایی شده، \log CFU/g $8/36$ در نمونه کنترل و کمترین تعداد آن برابر با \log CFU/g $6/72$ در نمونه GNNE مشاهده گردید. در روز پانزدهم و بیستم نگهداری، شمارش باکتری‌های مزوفیل، سایکروتروف، کپک و مخمرها در نمونه پوشش‌دهی شده با ژلاتین/ هیدرکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه (GNNE) به‌طور قابل‌توجهی کمتر از سایر نمونه‌های گوشت بوقلمون بود ($p < 0/05$).

- نتایج ارزیابی حسی

تغییرات ویژگی‌های حسی (رنگ، بو، شکل ظاهری، بافت و پذیرش کلی) نمونه‌های گوشت بوقلمون نگهداری شده در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد در جدول ۲ ارائه شده است.

با توجه به جدول ۲، نتایج آنالیز آماری و مقایسه میانگین‌ها اثر معنی‌دار بین زمان و تیمار را نشان داد. در روز صفر (بلافاصله پس از پوشش‌دهی) اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های گوشت بوقلمون وجود نداشت. از روز پنجم نگهداری، اختلاف معنی‌دار ($p < 0/05$)

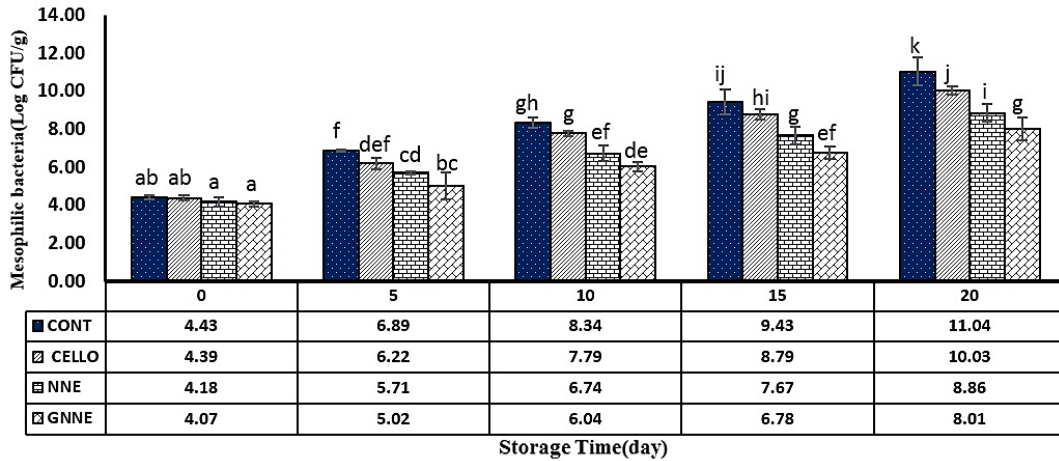
بین نمونه‌ها بیشتر شد. با گذشت زمان و در طول دوره نگهداری نمونه GNNE از نظر ویژگی‌های حسی شامل بافت، رنگ، پذیرش کلی نسبت به سایر نمونه‌ها، امتیاز بالاتر و قابل‌قبولی را کسب نمود. همچنین بر اساس نتایج ارزیابی‌های حاصله، در ابتدا و بلافاصله پس از پوشش‌دهی از نظر بو اختلاف آماری معنی‌دار بین نمونه‌ها وجود نداشت. اما از روز پنجم اختلاف آماری بین نمونه‌ها مشاهده شد. در روز دهم نگهداری، نمونه کنترل امتیاز غیرقابل‌قبول ($2/09$) را نسبت به سایر نمونه‌های گوشت بوقلمون کسب نمود و دارای بوی بسیار نامطلوب و غیرقابل‌تحمل بود. در روز پانزدهم نگهداری، در تمام نمونه‌ها به‌غیر از نمونه GNNE، بوی نامطبوع استشمام شد و نمونه GNNE نسبت به سایر نمونه‌ها دارای امتیاز بالاتری ($5/45$) بود. با توجه به نتایج نشان داده شده در شکل ۹، نمونه GNNE نسبت به سایر نمونه‌ها، دارای امتیاز پذیرش کلی بیشتری طی دوره نگهداری بود.

بحث

با توجه به کروماتوگرام آنالیز ترکیبات شیمیایی نمونه اسانس گزنه ارائه شده در شکل ۱، مقدار کارواکرول موجود در اسانس مورد استفاده بالاتر از مقادیر گزارش‌شده در مطالعات محققین پیشین بود. مقادیر ترکیبات شیمیایی در اسانس تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل روش استخراج اسانس، وارسته گیاه، فاکتورهای ژنتیکی، موقعیت جغرافیایی، شرایط آب و هوایی، نوع خاک، کودهای شیمیایی مورد استفاده و غیره می‌باشد. Gul و همکاران (۲۰۱۲)، میزان کارواکرول گزنه کشت‌شده در ترکیه را

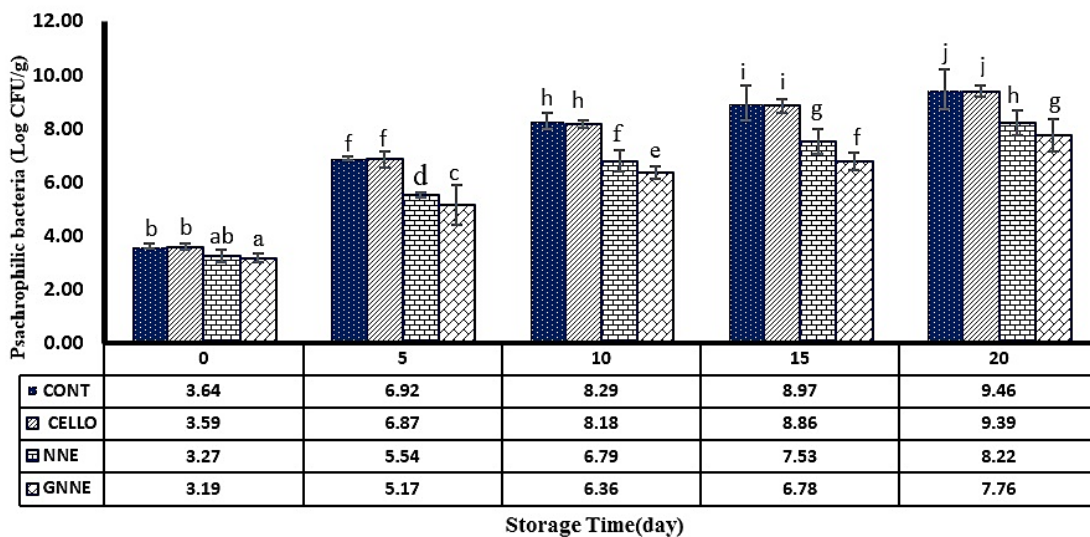
آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی اصولاً در نتیجه ویژگی‌های احیاکنندگی آن‌ها می‌باشد که نقش مهمی را در جذب و خشی‌سازی رادیکال‌های آزاد، کونچینگ اکسیژن یگانه و سه‌گانه و تجزیه پر اکسیدها دارا می‌باشد (Modorresi et al., 2009).

۳۸/۲٪ گزارش نمودند. کارواکرول، یک فنول مونوترپنوئیداست که اثرات ضد باکتریایی، ضدویروسی و ضد قارچی قابل توجهی را دارا می‌باشد. علاوه براین، فاقد هرگونه خطرات ژنوتوکسیک طولانی‌مدت می‌باشد (Gul et al., 2012). همچنین با توجه به وجود ترکیبات فنلی، اسانس گزنه دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. فعالیت



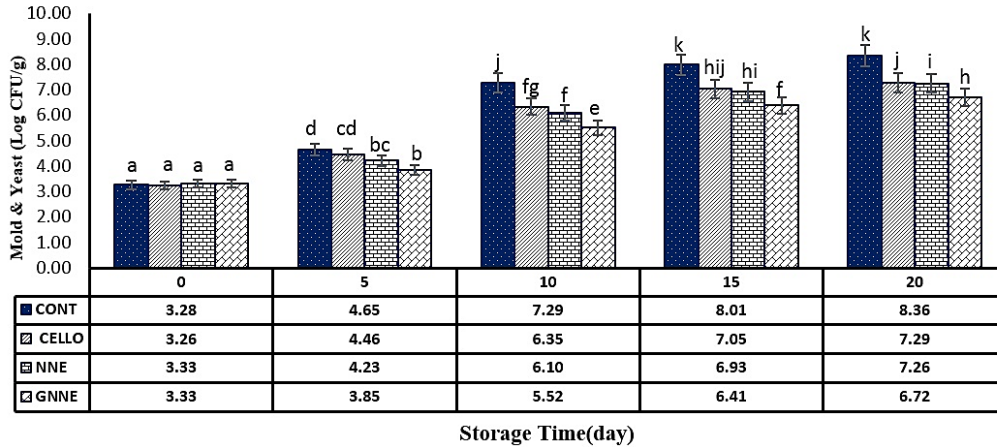
شکل ۶- تغییرات تعداد باکتری‌های مزوفیل نمونه‌های گوشت بوقلمون بدون پوشش یا کنترل (CONT)، بسته‌بندی در سلوفان (CELLO)، پوشش دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه (NNE)، پوشش دهی شده با ژلاتین/ هیدرکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه (GNNE) طی نگهداری در دمای ۱°C±۴.

۲۹



شکل ۷- تغییرات تعداد باکتری‌های سایکروتروف نمونه‌های گوشت بوقلمون بدون پوشش یا کنترل (CONT)، بسته‌بندی در سلوفان (CELLO)، پوشش دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه (NNE)، پوشش دهی شده با ژلاتین/ هیدرکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه (GNNE) طی نگهداری در دمای ۱°C±۴.

تأثیر پوشش خوراکی زیست فعال حاوی نانو امولسیون گزنه بر ماندگاری گوشت بوقلمون



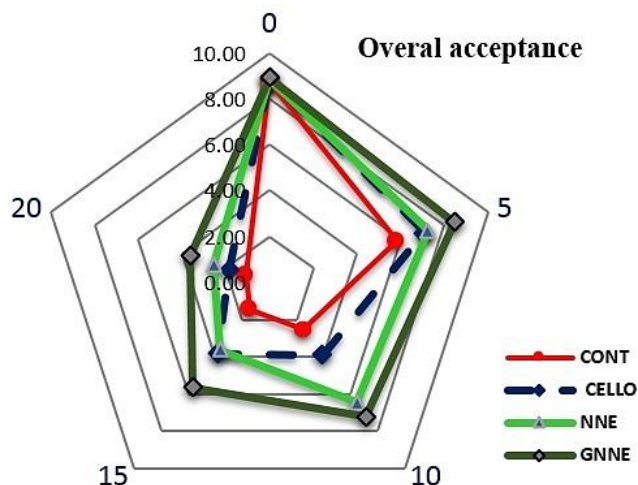
شکل ۸ - تغییرات تعداد کپک و مخمر نمونه‌های گوشت بوقلمون بدون پوشش یا کنترل (CONT)، بسته‌بندی در سلوفان (CELLO)، پوشش دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه (NNE)، پوشش دهی شده با ژلاتین/ هیدرکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه (GNNE) طی نگهداری در دمای ۱°C ± ۴.

جدول ۲ - نتایج ارزیابی حسی (بافت، رنگ، بو، پذیرش کلی) نمونه‌های گوشت بوقلمون *

ویژگی‌های حسی	زمان نگهداری (روز)					نام نمونه
	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰	
رنگ	۱/۸۲ ± ۰/۸۷ ⁱ	۳/۲۷ ± ۰/۱۹ ^h	۴/۸۲ ± ۰/۷۵ ^{fg}	۶/۹۱ ± ۰/۹۴ ^{bcd}	۸/۷۳ ± ۰/۴۶ ^a	CONT
	۳/۱۸ ± ۱/۰۷ ^h	۵/۰۹ ± ۱/۳۷ ^{fg}	۶/۲۷ ± ۰/۷۸ ^{de}	۷/۳۶ ± ۰/۶۷ ^{bc}	۸/۷۳ ± ۰/۴۷ ^a	CELLO
	۲/۹۱ ± ۰/۷۰ ^h	۴/۳۶ ± ۰/۸۱ ^g	۵/۱۸ ± ۰/۷۵ ^{fg}	۶/۵۵ ± ۱/۲۱ ^{cd}	۸/۷۳ ± ۰/۶۴ ^a	NNE
	۵/۱۸ ± ۱/۱۶ ^{fg}	۵/۶۴ ± ۱/۳۶ ^{ef}	۷/۰۰ ± ۱/۰۰ ^{bcd}	۷/۶۴ ± ۱/۳۶ ^b	۸/۸۱ ± ۰/۴۰ ^a	GNNE
بو	۱/۰۰ ± ۰/۰۰ ^h	۱/۰۹ ± ۰/۳۰ ^h	۲/۰۹ ± ۰/۹۴ ^{fg}	۶/۱۸ ± ۱/۲۵ ^c	۸/۷۳ ± ۰/۴۶ ^a	CONT
	۱/۹۱ ± ۰/۸۳ ^{fg}	۲/۵۵ ± ۰/۹۳ ^f	۴/۹۱ ± ۱/۱۳ ^d	۷/۲۷ ± ۱/۵۵ ^b	۸/۷۳ ± ۰/۴۶ ^a	CELLO
	۱/۷۳ ± ۰/۴۶ ^{fg}	۲/۱۸ ± ۰/۶۰ ^{fg}	۳/۴۵ ± ۰/۶۸ ^e	۶/۴۵ ± ۱/۲۹ ^c	۸/۷۳ ± ۰/۴۶ ^a	NNE
	۳/۷۳ ± ۰/۹۰ ^f	۵/۴۵ ± ۰/۵۲ ^d	۶/۵۵ ± ۰/۸۲ ^c	۸/۱۸ ± ۱/۰۷ ^a	۸/۷۳ ± ۰/۴۷ ^a	GNNE
شکل ظاهری	۲/۲۷ ± ۰/۷۸ ⁱ	۲/۵۵ ± ۰/۹۳ ^{hi}	۴/۹۱ ± ۱/۱۳ ^{fg}	۷/۸۲ ± ۰/۹۸ ^b	۸/۷۳ ± ۰/۴۶ ^a	CONT
	۳/۳۰ ± ۰/۷۰ ^h	۵/۰۹ ± ۰/۸۳ ^{fg}	۶/۴۵ ± ۰/۸۲ ^d	۸/۲۷ ± ۰/۷۸ ^{ab}	۸/۷۸ ± ۰/۴۶ ^a	CELLO
	۳/۱۸ ± ۰/۸۷ ^h	۴/۸۲ ± ۰/۸۷ ^g	۵/۶۴ ± ۱/۰۲ ^{ef}	۷/۸۲ ± ۱/۰۷ ^b	۸/۷۳ ± ۰/۶۴ ^a	NNE
	۵/۰۹ ± ۰/۸۳ ^{fg}	۶/۲۷ ± ۱/۰۰ ^{de}	۷/۱۸ ± ۰/۷۵ ^c	۸/۳۶ ± ۰/۹۲ ^{ab}	۸/۹۱ ± ۰/۳۰ ^a	GNNE
بافت	۱/۰۰ ± ۰/۰۰ ^g	۱/۲۷ ± ۰/۴۶ ^g	۳/۲۷ ± ۱/۰۱ ^e	۸/۹۱ ± ۰/۳۰ ^a	۹/۰۰ ± ۰/۰۰ ^a	CONT
	۲/۰۹ ± ۰/۵۳ ^f	۳/۱۸ ± ۱/۰۷ ^e	۵/۳۶ ± ۱/۳۶ ^{cd}	۸/۴۵ ± ۰/۹۳ ^a	۹/۰۰ ± ۰/۰۰ ^a	CELLO
	۲/۵۵ ± ۱/۰۳ ^f	۳/۱۸ ± ۰/۴۰ ^e	۵/۷۳ ± ۱/۱۹ ^{bc}	۸/۸۲ ± ۰/۶۲ ^a	۹/۰۰ ± ۰/۰۰ ^a	NNE
	۴/۹۱ ± ۱/۰۴ ^d	۵/۵۵ ± ۱/۰۳ ^{bcd}	۶/۰۹ ± ۱/۲۲ ^b	۸/۹۱ ± ۰/۳۰ ^a	۹/۰۰ ± ۰/۰۰ ^a	GNNE
پذیرش کلی	۱/۰۹ ± ۰/۳۰ ^h	۱/۴۵ ± ۰/۶۸ ^h	۲/۵۵ ± ۱/۰۳ ^{fg}	۵/۸۲ ± ۰/۹۸ ^c	۸/۷۳ ± ۰/۴۶ ^a	CONT
	۱/۸۲ ± ۰/۵۳ ^{gh}	۳/۸۲ ± ۰/۹۴ ^e	۳/۹۱ ± ۰/۹۰ ^e	۷/۰۹ ± ۰/۹۴ ^b	۸/۸۲ ± ۰/۴۰ ^a	CELLO
	۲/۵۵ ± ۰/۹۹ ^{fg}	۴/۳۶ ± ۰/۸۸ ^d	۶/۴۵ ± ۱/۰۸ ^c	۷/۲۷ ± ۱/۲۹ ^b	۸/۸۲ ± ۰/۳۹ ^a	NNE
	۴/۱۸ ± ۰/۰۹ ^d	۶/۳۶ ± ۱/۱۵ ^c	۷/۱۸ ± ۰/۵۷ ^b	۸/۴۵ ± ۰/۶۶ ^a	۸/۹۱ ± ۰/۲۹ ^a	GNNE

* میانگین نتایج به صورت Mean ± SD ارائه شده است. حروف انگلیسی غیرمشابه در یک ستون بیانگر وجود تفاوت معنی دار در نمونه‌ها می‌باشد (p < ۰/۰۵).

* CONT: بدون پوشش یا کنترل، CELLO: بسته‌بندی در سلوفان، NNE: نمونه‌های گوشت بوقلمون پوشش دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه، GNNE: پوشش دهی شده با ژلاتین/ هیدرکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانو امولسیون گزنه.



شکل ۹- نتایج پذیرش کلی تیمارهای مختلف گوشت بوقلمون پوشش دهی شده طی نگهداری

قندی و کربوهیدرات‌های موجود در نمونه گوشت تبدیل به اسیدلاکتیک (اگر باکتری‌ها جور تخمیر باشند) و یا اسیدلاکتیک به همراه اسید استیک (اگر باکتری‌ها ناجورتخمیر باشند) می‌شوند (Taheri *et al.*, 2013). با توجه به کاهش ذخایر کربوهیدرات‌ها و گلیکوژن، افزایش pH از روز پنجم نگهداری و به‌ویژه در روز بیستم نگهداری نمونه‌های گوشت بوقلمون ممکن است به دلیل فعالیت آنزیم‌های میکروبی درون‌زاد و پروتئولیتیک مانند پروتاز، تولید ترکیبات قلیایی، بازهای فرار، محصولات ناشی از تجزیه پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه از قبیل آمونیاک، آمونیوم، تری متیل آمین، آمین‌های بیوژنیک و غیره توسط میکروارگانیسم‌های عامل فساد باشد (Wang *et al.*, 2019; Sun *et al.*, 2017). روند افزایش pH در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با نانو امولسیون اسانس گزنه نسبت به نمونه کنترل به‌مراتب کمتر بود که می‌تواند تحت تأثیر فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی اسانس گزنه باشد. نتایج مذکور در تأیید نتایج تحقیقات پیشین در خصوص اثر به‌کارگیری ترکیبات ضد میکروبی طبیعی بر pH گوشت طی دوره نگهداری می‌باشد (Taheri *et al.*, 2013; Huang *et al.*, 2018).

میزان ازت فرار (TVB-N) به‌عنوان یک شاخص کیفی متداول برای ارزیابی تازگی گوشت می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، میزان ازت فرار نمونه‌های گوشت بدون پوشش (کنترل) و بسته‌بندی شده در سلوفان در روز پنجم و نمونه‌های NNE و GNNE در روز پانزدهم نگهداری در

به‌کارگیری امواج فراصوت یکی از روش‌های متداول برای کاهش اندازه قطرات و تولید نانو امولسیون به‌عنوان امولسیون‌هایی با اندازه قطرات کمتر از ۱۰۰ نانومتر می‌باشد. بر اساس نتایج نشان داده شده در شکل ۲، میانگین قطر ذرات نانو امولسیون اسانس گزنه در محدوده قابل قبول نانو امولسیون قرار داشت. نتیجه حاصل از ارزیابی توزیع اندازه قطرات نیز حاکی از یکنواختی و همگن بودن سیستم نانو امولسیون اسانس گزنه تولیدشده بود. شاخص توزیع اندازه قطرات معیاری از یکنواختی و گستره اندازه قطرات امولسیون می‌باشد و در صورتی که میزان آن بین ۰/۱-۰/۳ باشد، حاکی از توزیع یکنواخت اندازه قطرات و مقادیر بالاتر از ۰/۷ بیانگر توزیع گسترده و غیریکنواخت می‌باشد. کاهش اندازه قطرات نقش مهمی در پخش یکنواخت و همگن امولسیون در زمان ترکیب با بستر بیوپلیمر، افزایش پایداری قطرات و بهبود خواص عملکردی آن‌ها دارد (McClements *et al.*, 2011; Shams *et al.*, 2016).

میزان pH گوشت، منعکس‌کننده گلیکولیز پس از ذبح و معیاری مهم برای تعیین کیفیت گوشت می‌باشد. بر اساس مطالعات پیشین، علت کاهش pH در نمونه‌های گوشت بوقلمون را می‌توان به رشد باکتری‌های اسیدلاکتیک، تولید و تجمع اسیدلاکتیک به‌وسیله چرخه گلیکولیز بی‌هوازی و افزایش حلالیت CO₂ ناشی از رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های هوازی نسبت داد. بدین صورت که با افزایش رشد باکتری‌های اسیدلاکتیک، ترکیبات

تأثیر پوشش خوراکی زیست فعال حاوی نانو آمولسیون گزنه بر ماندگاری گوشت بوقلمون

گوشت می‌باشد (Gandemer, 2000; Lorenzo *et al.*, 2018; Taheri *et al.*, 2013). کمترین میزان تیوباریتوریک اسید به نمونه‌های پوشش دهی شده حاوی اسانس گزنه تعلق داشت که در نتیجه حضور ترکیبات فنلی و فیتوشیمیایی دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی در اسانس روغنی و قابلیت آن‌ها در به دام انداختن رادیکال‌های آزاد و تبدیل رادیکال‌های آزاد به محصولات غیرفعال و نسبتاً پایدار بود (Sun *et al.*, 2019). استفاده از پوشش خوراکی زیست فعال منجر به کاهش اکسیداسیون چربی در نمونه‌ها شد که می‌تواند به دلیل عملکرد محافظتی پوشش ژلاتین/هیدروکسی پروپیل بتاسیکلودکسترین حاوی نانوامولسیون اسانس گزنه و بازدارندگی آن نسبت به هوا و اکسیژن بر روی سطح نمونه‌های گوشت بوقلمون باشد. در انتهای دوره نگهداری، کاهش در مقادیر تیوباریتوریک اسید نمونه‌ها مشاهده شد که ممکن است در نتیجه تشکیل فرآورده‌های ثانویه اکسیداسیون باشد که با معرف TBARS واکنش نمی‌دهند و یا تحت تأثیر واکنش مالون آلدئید با پروتئین از طریق واکنش مایلارد باشد. همچنین مالون آلدئید ممکن است توسط عوامل فساد میکروبی و شیمیایی گوشت بوقلمون متابولیزه شود (Chouliara *et al.*, 2007). نتیجه به‌دست‌آمده با مشاهدات Alp و Aksu (۲۰۱۰) در خصوص اثر عصاره گزنه بر کاهش تیوباریتوریک اسید گوشت گاو در طی دوره نگهداری همخوانی داشت.

افت وزنی گوشت تحت تأثیر عواملی مانند فاصله زمان اندازه‌گیری پس از کشتار، دمای نگهداری و روش اندازه‌گیری می‌باشد (Simitzis *et al.*, 2011). افت وزنی گوشت بوقلمون ناشی از خروج رطوبت طی دوره نگهداری می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی افت وزنی نمونه‌های گوشت بوقلمون نشان داد که پوشش‌دهی با ژلاتین/هیدروکسی پروپیل بتاسیکلو دکسترین حاوی نانوامولسیون اسانس گزنه و سلوفان در برابر افت وزنی گوشت مؤثر بود که می‌تواند به دلیل ایجاد لایه محافظتی پوشش خوراکی در برابر نفوذپذیری به بخار آب و به عبارتی کاهش میزان از تبخیر رطوبت در نمونه‌ها باشد (Antoniewski *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2017). نتایج به‌دست‌آمده در تأیید نتایج سایر تحقیقات در مورد

محدوده مجاز به مصرف تعریف‌شده توسط سازمان دامپزشکی کشور (حداکثر ۲۷ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم) بودند. نتایج مذکور می‌تواند به دلیل اثر ممانعت‌کنندگی اسانس روغنی به‌عنوان یک عامل ضد میکروبی طبیعی و کاهش جمعیت باکتری‌های عامل فساد و ظرفیت کاهش‌یافته باکتری‌ها برای دامیناسیون اکسیداتیو ترکیبات نیتروژن دار غیر پروتئینی و نهایتاً جلوگیری از ایجاد و افزایش ترکیبات آمینی و نیتروژن دار عامل فساد در گوشت باشد (Fan *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2017; Lopez-Caballero *et al.*, 2005). نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات سایر محققین مبنی بر تأثیر عصاره گزنه بر کاهش مقدار TVB-N تیمارهای گوشت ماهی و پوشش دهی شده مطابقت داشت (Sadr Isfahani *et al.*, 2019; Ahmadi *et al.*, 2014).

مالون آلدئید به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات ثانویه اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع، معیاری از درجه اکسیداسیون و فساد تند شدن چربی می‌باشد. معرف تیوباریتوریک اسید به‌منظور تعیین اکسیداسیون چربی و میزان مالون دی آلدئید (MDA) در گوشت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Fan *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2012). فساد اکسیداسیون چربی و میزان تیوباریتوریک اسید در گوشت به عوامل مختلفی از قبیل گونه حیوان، موقعیت تشریحی عضلات بدن، مدت‌زمان نگهداری، روش‌های بسته‌بندی، میزان آنتی‌اکسیدان‌ها بستگی دارد. بر اساس تحقیقات انجام‌شده، میزان تیوباریتوریک اسید بیش از ۱ میلی‌گرم مالون آلدئید، حد و آستانه ارزیابی حسی فساد و رسیدیتی اکسیداتیو چربی در نمونه گوشت است که سبب ایجاد عطر و طعم بد قابل تشخیص می‌شود (Djenane *et al.*, 2002). افزایش تیوباریتوریک اسید در نمونه‌های چرب غیراشباع باشد. میزان تیوباریتوریک اسید نمونه‌های گوشت بوقلمون در طی ده روز نگهداری، از ۱ میلی‌گرم مالون آلدئید افزایش نیافت که می‌توان آن را به مقدار کم چربی در گوشت بوقلمون نسبت داد. کم بودن سرعت اکسیداسیون چربی در مرحله اول نگهداری به دلیل وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدان مانند ویتامین E و سیستم آنتی‌اکسیدانی گلووتاتین و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در بافت

ويژگى‌هاى شيميايى و ميكروبي همبستگى وجود داشت. نمونه گوشت بوقلمون پوشش‌دهى شده با ژلاتين/هيدروكسى پروپيل بتاسيكلودكسترين حاوى نانوامولسيون اسانس گزنه (GNNE) طى دوره نگهدارى از پذيرش كلى بالاترى برخوردار بود.

نتيجه‌گيرى

با توجه به نتايج به‌دست‌آمده از اين پژوهش، پوشش دهى نمونه‌هاى گوشت بوقلمون با ژلاتين/هيدروكسى پروپيل بتاسيكلودكسترين حاوى نانوامولسيون گزنه از اكسيداسيون چربى ممانعت نمود، آلودگى ميكروبي و فساد را به تاخير انداخت و ماندگارى نمونه‌هاى قطعات گوشت بوقلمون را حدود ۵-۱۰ روز در مقايسه با نمونه كنترل و بسته‌بندى با سلوفان طى نگهدارى در دماى 1 ± 4 درجه سانتى‌گراد افزايش داد. بر اساس نتايج حاصل از اين پژوهش، به كارگيرى پوشش ژلاتين/هيدروكسى پروپيل بتاسيكلودكسترين حاوى نانو امولسيون گزنه مى‌تواند به‌عنوان يك بسته‌بندى زيست فعال نوين در افزايش ماندگارى گوشت بوقلمون در صنعت غذا مورد توجه قرار گيرد.

منابع

Adeli Milani, M., Ghobadi Dana, M., Ghanbarzadeh, B., Alizadeh, A. & Ghasemi Afshar, P. (2020). Effect of novel bioactive coating enriched with nanoemulsion of mustard essential oil on the quality of turkey meat. *Journal of Food and Nutrition Research*, 59, 71-80.

Alp, E. & Aksu, M. I. (2010). Effects of water extract of *Urtica dioica* L. and modified atmosphere packaging on the shelf life of ground beef. *Meat Science*, 86, 468-473.

Ahmadi, M., Razavilar, V., Motallebi, A. A., Esmailzadeh Kenari, R. & Khanipour, A. A. (2014). Effects of hydroalcoholic and water extracts of nettle leaf (*Urtica dioica* L.) on chemical properties of superchilled minced meat of common kilka (*clupeonella cultriventris caspia*). *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 1, 85-88.

Almasi, H., Zandi, M., Beigzadeh, S., Haghju, S. & Mehrnow, N. (2016). Chitosan films incorporated with nettle (*Urtica dioica* L.) extract-loaded nanoliposomes: Antioxidant

بررسى اثر پوشش‌دهى بر افت وزنى گوشت‌هاى مختلف مى‌باشد (Huang *et al.*, 2018; Sun *et al.*, 2019; Adeli Milani *et al.*, 2020).

پوشش خوراكي ژلاتين/هيدروكسى پروپيل بتاسيكلودكسترين حاوى نانوامولسيون گزنه داراى فعاليت ضد ميكروبي در نمونه‌هاى گوشت بوقلمون طى دوره نگهدارى در دماى 1 ± 4 درجه سانتى‌گراد بود. حداكثر ميزان قابل قبول شمارش ميكروبي در گوشت 7 Log CFU/g مى‌باشد كه به‌عنوان زمان انقضاء و شروع فساد، تغييرات شيميايى و بوى نامطلوب در گوشت در نظر گرفته مى‌شود (ICMSF, 1986). در اين مطالعه، شمارش باكتري‌هاى مزوفيل نمونه كنترل و نمونه بسته‌بندى شده در سلوفان تا روز پنجم، نمونه تيمار شده با نانو امولسيون گزنه تا روز دهم، و نمونه GNNE تا روز پانزدهم از حداكثر مقدار قابل قبول اشاره شده تجاوز نكردند. اثر ممانعت‌كنندگى گزنه بر ميكروارگانيسم‌هاى بيمارى‌زا و عامل فساد در تحقيقات پيشين گزارش شده است (Ahmadi *et al.*, 2014; Gul *et al.*, 2012).

افزايش امتيازات حسى نمونه‌هاى گوشت بوقلمون پوشش‌دهى شده داراى نانو امولسيون اسانس گزنه در مقايسه با ساير نمونه‌ها طى دوره نگهدارى مى‌تواند به دليل اثر آنتى‌اكسيدانى و ضد ميكروبي نانو امولسيون مذكور بر جلوگيرى از رشد ميكروارگانيسم‌ها، تجزيه پيپيدها، تغييرات اكسيداسيون و تشكيل مواد آروماتيك نامطلوب از قبيل آمونياك، دى متيل آمين و ترى متيل آمين‌ها باشد. Chouliara و همكاران (۲۰۰۷)، گزارش كردند كه نمونه‌هاى فيله مرغ حاوى اسانس پونه كوهى تا روز دوازدهم نمره قابل قبول از نظر ارزيايى ويژگى‌هاى حسى داشتند. بر اساس نتايج ارزيايى حسى نمونه‌هاى كنترل و بسته‌بندى شده در سلوفان پس از روز پنجم امتيازهاى غيرقابل قبول را دريافت كردند، درحالى كه نمونه NNE، پس از روز دهم و نمونه GNNE پس از روز پانزدهم امتيازهاى غيرقابل پذيرش را كسب نمودند. به نظر مى‌رسد در نمونه پوشش دهى شده با ژلاتين/هيدروكسى پروپيل بتاسيكلودكسترين حاوى نانو امولسيون گزنه، بوى نافذ در اسانس كمتر به مشام مى‌رسيد كه مى‌تواند به دليل اثرات كمپلكس‌كنندگى و درون‌پوشانى هيدروكسى پروپيل بتاسيكلودكسترين باشد. بين نتايج ارزيايى حسى و آناليز

activity and release properties. *Journal of Microencapsulation*, 33(5), 449-459.

Almasi, H., Ghanbarzadeh, B. & Pezeshki Najafabadi, A. (2009). Improving the physical properties of starch and starch – carboxymethyl cellulose composite biodegradable films. *Food Science and Technology*, 6(3), 1-11 [In Persian].

Anonymous. (2008). The guideline on Health supervision over raw animal origin products. Public health office, Iran Veterinary Organization. <https://www.ivo.ir> [In Persian]. for the Control and health supervision of raw livestock products

Antoniewski, M. N., Barringer, S. A., Knipe, C. L. & Zerby, H. N. (2007). Effect of a Gelatin Coating on the Shelf Life of Fresh Meat. *Journal of Food Science*, 72(6), 382-387.

Baston, O. & Barna, O. (2010). Raw chicken leg and breast sensory evaluation. *Food Science and Technology*, 11(1), 25-30.

Casaburi, A., Piombino, P., Nychas, G.J., Villani, F. & Ercolini, D. (2015). Bacterial population and the volatile associated to meat spoilage. *Food Microbiology*, 45, 85-103.

Chouliari, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2007). Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4° C. *Food Microbiology*, 24(6), 607-617.

Contini, C., Alvarez, R., O Sullivan, M., Dowling, D. P., Gargan, S. O. & Monahan, F. J. (2013). Effect of an active packaging with Citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. *Meat Science*, 96(3), 1171-6.

Djenane, D., Sánchez-Escalante, A., Beltran, J. A. & Roncalés, P. (2002). Ability of α -tocopherol, taurine and rosemary in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*, 76, 407-415.

Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y. & Chi, Y. (2009). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry*, 115, 66-70.

Feng, X., Moon, S. H., Lee, H.Y. & Ahn, D. U. (2017). Effect of irradiation on the parameters that influence quality characteristics of raw turkey breast meat. *Radiation Physics and Chemistry*, 130, 40-46.

Fernández-Pan, I., Carrión-Granda, X. & Maté, J. I. (2014) Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. *Food Control*, 36, 69-75.

Gharibzahedi, S. M. T. & Mohammadnabi, S. (2016). Characterizing the novel surfactant-stabilized nanoemulsions of stinging nettle essential oil: Thermal behaviour, storage stability, antimicrobial activity and bioaccessibility. *Journal of Molecular Liquids*, 224, 1332-1340.

Gharibzahedi, S. M. T. & Mohammadnabi, S. (2017). Effect of novel bioactive edible coatings based on jujube gum and nettle oil-loaded nanoemulsions on the shelf-life of Beluga sturgeon fillets. *International Journal of Biological Macromolecules*, 95, 769-777.

Gul, S.I., Demirci, B., Baser, K. H.C., Akpulat, H. A. & Aksu, P. (2012). Chemical Composition and in Vitro Cytotoxic, Genotoxic Effects of Essential Oil from *Urtica dioica* L. *Bulletin of Environmental and Contamination Toxicology*, 88(5), 666-671.

Gulchin, İ., Küfrevioğlu, İ., Oktay, M. & Büyükokuroğlu, M. E. (2004). Antioxidant, antimicrobial antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Ethnopharmacol*, 90, 205-15.

Huang, Y., Zeng, X., Zhu, Q., Lu, K., Xu, Q. & Ye, C. H. (2018). Development of an active packaging with molecularly imprinted polymers for beef preservation. *Packaging Technology and Science*, 31, 213-220

ICMSF: 1986. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganisms in foods. 2: sampling for microbiological analysis: principles and specific applications (2nd edition) Blackwell Scientific Publications, 131-134.

ISO 17410: 2001. Microbiology of food and animal feeding stuffs Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic microorganisms. International Organization for Standardization. Prague: Czech office for standards, metrology and testing.

Keykhosravi, K., Khanzadi, S. & Hashemi, M. (2020). Chitosanloaded nanoemulsion containing *Zataria Multiflora* Boiss and *Bunium persicum* Boiss essential oils as edible coatings: Its impact on microbial quality of turkey meat and fate of inoculated pathogens. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150, 904-913.

López-Caballero, M. E., Góamez-Guillén, M. C., Pérez-Mateos, M. & Montero, P.

(2005). A functional chitosan-enriched fish sausage treated by high pressure. *Journal of Food Science*, 70(3), 166-171.

McClements, D. J. (2011). Edible nanoemulsions: Fabrication, properties, and functional performance. *Journal of Soft Matter*, 7(6), 2297-2316.

Massoud, M. A., Adel, M. M., Zaghloul, O. A., Mohamed, M. E. & Abdel-Rheim, K. H. (2018). Eco-friendly nano-emulsion formulation of *Mentha piperita* against stored product pest *Sitophilus oryzae*. *Advances in Crop Science and Technology*, 6(6), 1-6.

Modorresi Chahardehi, A., Ibrahim, D. & Fariza Sulaiman, Sh. (2009). Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Some Medicinal Plants in Urticaceae Family. *Journal of Applied Biological Sciences*, 3(2), 27-31.

Nadiya Jan, K., zarafshan, K. & Singh, S. (2017). Stinging nettle (*Urtica dioica* L.): a reservoir of nutrition and bioactive components with great functional potential. *Food Measure*, 11, 423-433.

Otoni, C. G., Avena-Bustillos, R. J., Olsen, C. W., Bilbao-Sainz, C. & McHugh, T. H. (2016). Mechanical and water barrier properties of isolated soy protein composite edible films as affected by carvacrol and cinnamaldehyde micro and nanoemulsions. *Journal of Food Hydrocolloids*, 57, 72-79.

Petrou, S., Tsiraki, M., Giatrakou, M. & Savvaidis, N. (2012). Chitosan dipping or oregano oil treatments, singly or combined on modified atmosphere packaged chicken breast meat. *International Journal of Food Microbiology*, 156, 264-271.

Przyeszna, E. (2005). Effect of chilling storage time on the proteolysis and lipid oxidation in vacuum-packed turkey breast muscles. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 14, 397-402.

Ramtin, M., Massiha, A., Khoshkholgh-Pahlaviani, M. R. M., Issazadeh, K., Assmar, M. & Zarrabi, S. (2014). Evaluation of the antibacterial activities of essential oils of *Iris pseudacorus* and *Urtica dioica*. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 16(3), 35-39.

Sadr Isfahani, N., Anvar, S.A.A. & Ahari, H. (2019). *Urtica dioica* extract-mediated biosynthesis of nanoemulsion as antimicrobial products effected on *Sander lucioperca* at Refrigerator temperature. *Iranian Journal of Aquatic Animal Health*, 5(1), 45-56.

Salehi, A. (2014). A review of the turkey meat production industry in Iran. *Zootecnia international*, 24-28.

Simitzis, P. E., G. K. Symeon, M. A. Charismiadou, A. G. Ayou-tanti, & S. G. Deligeorgis. (2011). The effects of dietary hesperidin supplementation on broiler performance and chicken meat characteristics. *Canadian Journal of Animal Science*, 91, 275-282.

Szente, L. & Fenyvesi, E. (2018). Cyclodextrin-Enabled Polymer Composites for Packaging. *Molecules*, 23, 1556.

Sun, X., Guo, X., Ji, M., Wu, J., Zhu, W., Wang, J., Cheng, C., Chen, L. & Zhang, Q. (2019). Preservative effects of fish gelatin coating enriched with CUR/βCD emulsion on grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets during storage at 4 °C. *Food Chemistry*, 272, 643-652.

Shahavi, M. H., Hosseini, M., Jahanshahi, M., Meyer, R. L. & Darzi, G. N. (2015). Clove oil nanoemulsion as an effective antibacterial agent: Taguchi optimization method. *Desalin Water Treat*, 1-12.

Shams, N., Sahari, M. A. (2016). Nanoemulsions: Preparation, Structure, Functional Properties and their Antimicrobial Effects. *Applied Food Biotechnology*, 3(3), 138-149.

Taheri, T., Fazlara, A., Roomiani, L. & Taheri S. (2018). Effect of chitosan coating enriched with cumin (*cuminum cyminum* L.) essential oil on the quality of refrigerated turkey breast meat. *Italian Journal of Food Science*, 30, 628-640.

Taheri, S., Motallebi, A. A., Fazlara, A. & Aghababayan, A. (2013). Effect of *Zataria multiflora* Boiss (*Avishan Shirazi*) Essential Oil on Oxidative Progress in Frozen Cobia Fish Fillets during Storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22, 310-321.

Vaithyanathan, S., Naveena, B., Muthukumar, M., Girish, P. & Kondaiah, N. (2011). Effect of dipping in pomegranate (*Punica granatum*) fruit juice phenolic solution on the shelf life of chicken meat under refrigerated storage (4°C). *Meat Science*, 88(3), 409-414.

Vasilatos, G. C. & Savvaidis, I. N. (2013). Chitosan or rosemary oil treatments, singly or combined to increase turkey meat shelf-life. *International Journal of Food Microbiology*, 166, 54-58.

Viuda-Martos, M., Mohamady, M. A., Fernández-López, J., Abd ElRazik, K. A., Omer, E. A., Pérez-Alvarez, J. A. & Sendra, E. (2011). In vitro antioxidant and antibacterial activities of essential oils obtained from Egyptian aromatic plants. *Food Control*, 22, 1715-1722.

Wang, J., Jin, G., Zhang, W., Ahn, D. U., Zhang, J. (2012). Effect of curing salt content on lipid oxidation and volatile flavour compounds of dry-cured turkey ham. *LWT - Food Science and Technology*, 48, 102-106.

Wang, J., Qiu, C., Narsimhan, G. & Jin, Z. (2017). Preparation and Characterization of Ternary Antimicrobial Films of β -Cyclodextrin/Allyl Isothiocyanate/Poly(lactic Acid) for the Enhancement of Long-Term Controlled Release. *Materials*, 10, 1210-1218.

Wen, P., Zhu, D. H., Feng, K., Liu, F. J., Lou, W. Y., Zong, M. H. & Wu, H. (2016). Fabrication of electrospun polylactic acid nanofilm incorporating cinnamon essential oil/ β -cyclodextrin inclusion complex for antimicrobial packaging. *Food Chemistry*, 196, 996-1004.

Zhang, H., Wu, J. & GuoFood, X. (2016). Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, 5, 39-48.

Zhang, X., Wang, H., Li, N., Li, M. & Xu, X. (2015). High CO₂-modified atmosphere packaging for extension of shelf-life of chilled yellow-feather broiler meat: A special breed in Asia. *LWT - Food Science and Technology*, 64, 1123-1129.

Effect of Gelatin/Hydroxypropyl- β -Cyclodextrin Bioactive Edible Coating Containing Nanoemulsion of Nettle Essential Oil on the Shelf Life of Turkey Meat

M. Adeli Milani^a, M. Ghobadi Dana^{b*}, B. Ghanbarzadeh^c, A. Alizadeh^d,
P. Ghasemi Afshar^e

^a Ph. D. Graduated of the Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

^b Assistant Professor of Microbiology Research Group, Faculty of Food Industry and Agriculture, Standard Research Institute, Institute of Standard and Industrial Research of Iran, Karaj, Iran.

^c Professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran; Professor of the Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Near East University, Nicosia, North Cyprus, Mersin 10, Turkey.

^d Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

^e Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Hidaj Branch, Islamic Azad University, Hidaj, Iran

Received: 8 January 2020

Accepted: 18 April 2020

Abstract

6

Introduction: The objective of this study is the evaluation of the effect of gelatin/Hydroxypropyl- β -cyclodextrin coating containing nanoemulsion of nettle (*Urtica dioica* L.) on chemical, microbial and sensory properties of turkey meat during storage.

Materials and Methods: Chemical compositions of nettle essential oil were detected using Gas Chromatography-Mass Spectrometry. Samples of turkey meat coated with 1.5% (V/V) nanoemulsion of nettle, coated with gelatin/hydroxypropyl- β -cyclodextrin (HPBC) containing nanoemulsion of nettle, packed in cellophane and without coating (Control) were stored at 4°C. Their physical and chemical (weight loss, pH, total volatile basic nitrogen, and thiobarbituric acid reactive substances), microbial and sensory properties were evaluated at different intervals (0, 5, 10, 15, 20 days) of storage.

Results: The results of Gas Chromatography-Mass Spectrometry showed the presence of effective compounds with antimicrobial and antioxidant activities especially Carvacrol (51.71%). According to the results, lower amounts of weight loss, total volatile basic nitrogen, mesophilic, psychrophilic bacteria, molds, and yeasts were observed in turkey meat samples treated with nanoemulsion of nettle essential oil in comparison to the control during storage ($p < 0.05$) and the highest sensory scores were gained.

Conclusion: Application of gelatin/HPBC coating containing nanoemulsion of nettle essential oil had a desirable effect on the control of chemical and microbial spoilage, therefore it can be used for increasing the shelf life of turkey meat in the food industry.

Keywords: Bioactive Edible Coating Gelatin/HPBC, Nanoemulsion, Nettle Essential Oil, Turkey Meat.

* Corresponding Author: Dana.m@standard.ac.ir