

(Original Research Paper)
The Effect of Bioactive Edible Coating Gelatin/ Golpar Nano Emulsion on the Shelf Life of Ground Meat

Seyyed Hossein Seyyed Qavami*¹, Arman Bayati Kalimani¹

1-Department of Food Science and Technology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

Received:02/07/2023

Accepted:29/08/2023

DOI: [10.71810/jfst.2024.1004802](https://doi.org/10.71810/jfst.2024.1004802)

Abstract

In this study, the effectiveness of bioactive edible coating gelatin /nanoemulsion of *Heracleumpersicum* (Golpar) essential oil on the shelf life of minced meat was investigated. Identified 18 compounds (content of 99.98%) of Golpar essential oil, and Trans-carveol was the main and dominant compound of angelica essential oil with an abundance of 41.423%. Nanoemulsions with PDI equal to 0.435 showed uniformity of droplet size distribution. The nanoemulsion phenolic content was 1.75 mg/gGALand the antioxidant (IC₅₀) was 2.28 mg/g. The nanoemulsion anti-bacterial properties showed that it had antimicrobial properties on both *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria (p<0.05). Then samples were prepared in 5 groups Co (control), T1 (gelatin coating 2%), T2 (gelatin coating + 1% Golpar nanoemulsion), T3 (gelatin coating + 2% Golpar nanoemulsion) and T4 (gelatin coating + 3% Golpar nanoemulsion). The results showed that the sample moisture decreased of the samples by increasing the concentration of nanoemulsion in the coatings (p<0.05).Also, coatings containing Golpar nanoemulsion significantly prevented the increase in pH, thiobarbituric acid, and volatile nitrogen of treatments compared to Co and T1 samples (p<0.05). This effect was evidently by increasing concentration of nanoemulsions (p<0.05). By examining the sensory evaluation, the positive effect of the use of coatings on the sensory characteristics of the overall acceptance of the treatments by panelist was reported (p<0.05).In general, using of angelica nanoemulsion in gelatin coating not only increased the shelf life of minced meat patties but also improved their sensory characteristics.

Keywords: Edible Coating, Gelatin, *Heracleumpersicum* (Golpar), Nanoemulsion, Minced Meat.

*Corresponding Author: hosseinghavamiuni9800@gmail.com

(مقاله پژوهشی)

اثر ماندگاری پوشش خوراکی زیست فعال ژلاتین / نانو امولسیون اسانس روغنی گلپر بر ماندگاری گوشت چرخ کرده

سید حسین سید قوامی^{۱*}، آرمان بیاتی کلیمانی^۱

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۱

DOI: [10.71810/jfst.2024.1004802](https://doi.org/10.71810/jfst.2024.1004802)

چکیده

در این مطالعه به کارایی پوشش خوراکی زیست فعال ژلاتین / نانو امولسیون اسانس روغنی گلپر بر ماندگاری گوشت چرخ کرده پرداخته شد. ۱۸ ترکیب با محتوای نسبی ۹۹/۹۸ درصد اسانس گلپر شناسایی شد که ترانس کاروئول با فراوانی ۴۱/۴۲۳ درصد ترکیب اصلی و غالب اسانس گلپر بود. نانو امولسیون ها با شاخص چند پراکندگی برابر با ۰/۴۳۵، یکنواختی توزیع اندازه قطرات را نشان دادند. محتوی فنولی ۱/۷۵ میلی گرم/گرم مگالیک اسید و آنتی اکسیدانی (IC₅₀) ۲/۲۸ میلی گرم/گرم نانو امولسیون بود. بررسی خاصیت آنتی باکتریال نانو امولسیون گلپر نشان داد بر روی هر دو باکتری /ستافیلوکوکوس اورئوس و/شرشیاکلی خاصیت ضد میکروبی داشت ($p < 0.05$). سپس تیمارها در ۵ گروه Co (شاهد)، T1 (پوشش ژلاتین ۲ درصد)، T2 (پوشش ژلاتین ۱+ درصد نانو امولسیون گلپر)، T3 (پوشش ژلاتین ۲+ درصد نانو امولسیون گلپر) و T4 (پوشش ژلاتین ۳+ درصد نانو امولسیون گلپر) تهیه شدند. نتایج نشان داد که افزایش غلظت نانو امولسیون در پوشش ها، منجر به کاهش آفت رطوبت نمونه ها شد ($p < 0.05$) همچنین پوشش های حاوی نانو امولسیون گلپر به میزان قابل توجهی از افزایش میزان pH، شاخص تیوباریتوریک اسید و نیتروژن فرار تیمارها نسبت به نمونه های Co و T1 جلوگیری کرد ($p < 0.05$). این تأثیر با افزایش غلظت نانو امولسیون ها درون پوشش مشهودتر بود ($p < 0.05$). با بررسی ارزیابی حسی، تأثیر مثبت استفاده از پوشش های حاوی نانو امولسیون بر ویژگی حسی پذیرش کلی تیمارها از طرف ارزیابان حسی گزارش شد ($p < 0.05$). به طور کلی، استفاده از نانو امولسیون گلپر در پوشش ژلاتینی نه تنها عمر ماندگاری پته های گوشت چرخ کرده را افزایش داد بلکه خصوصیات حسی آن ها را نیز بهبود بخشید.

واژه های کلیدی: پوشش خوراکی، ژلاتین، گلپر، نانو امولسیون، گوشت چرخ کرده.

*مسئول مکاتبات: hosseinghavamiuni9800@gmail.com

۱-مقدمه

در سال‌های اخیر، تقاضای مصرف کنندگان برای گوشت و محصولات گوشتی به سرعت افزایش یافته است. گوشت و محصولات آن به دلیل مقادیر بالای مواد مغذی در معرض اکسیداسیون لیپیدی و آلودگی میکروبی هستند که سلامت عمومی را تهدید می‌کند (۸). گوشت چرخ کرده سریع‌تر تحت اکسیداسیون لیپیدها و پروتئین قرار می‌گیرد، زیرا خرد کردن، سطح ماهیچه را بیش از حد در معرض هوا و کاتالیزورهای اکسیداسیون فلزات قرار می‌دهد. فعل و انفعالات بین ترکیبات غذایی باعث ایجاد تغییراتی می‌شود که ماندگاری مواد غذایی را محدود می‌کند. این تغییرات نه تنها منجر به از دست دادن طعم می‌شود، بلکه منجر به از دست دادن رنگ، بافت، کیفیت تغذیه‌ای و تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود که ممکن است برای سلامت انسان مضر باشد (۹). از سوی دیگر، مصرف کنندگان از سلامت محصولات غذایی تازه و بدون مواد نگهدارنده مصنوعی آگاهی دارند. در این راستا می‌توان از مولکول‌های زیست فعال طبیعی با فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی به منظور افزایش برای افزایش ماندگاری مواد غذایی استفاده کرد (۱۲). این عوامل ضد میکروبی طبیعی می‌توانند در پوشش‌های خوراکی با منشاء پلیمری طبیعی، از جمله نشاسته، صمغ‌ها، مشتقات سلولز، کیتوزان و ژلاتین، به عنوان بسته‌بندی فعال، زیست‌تخریب‌پذیر و سازگار با محیط‌زیست جهت حفظ کیفیت و حفظ رطوبت و ترکیبات فرار، افزایش پایداری طی ذخیره‌سازی محصولات غذایی استفاده شوند (۹). خانواده *Apiaceae* یکی از بزرگترین خانواده‌های گیاهی با ۴۳۸ جنس و ۳۵۰۰ گونه است که بیشتر در نیمکره شمالی پراکنده هستند. این تیره دارای ۱۳۱ جنس و ۳۶۵ گونه در ایران است که ۱۱۸ گونه آن منحصر به ایران است. یکی از مهم‌ترین گونه‌های بومی *Heracleum persicum* با نام فارسی «گلپر» است (۲۳). گزارش‌های علمی حاکی از وجود شش فلاونوئید و فورانوگومارین در میوه گلپر است، به دلیل وجود این

ترکیبات زیست فعال، اسانس گلپر فعالیت‌های بیولوژیکی مختلفی از جمله به خاصیت آنتی‌اکسیدان، ضد میکروبی و غیره را نشان می‌دهد (۱۵). با این حال، اسانس‌های روغنی دارای معایبی مانند فرار بودن، طعم نامطلوب و بو هستند، اما می‌توان این معایب را با کپسوله کردن اسانس‌ها برطرف کرد. کپسولاسیون عبارت است از ادغام مواد فعال در داخل یک ماده دیواری برای محافظت از آن‌ها در برابر زوال، کاهش ترکیبات فرار یا برهمکنش‌های زود هنگام با سایر مواد، که می‌تواند باعث آزاد شدن طولانی مدت شود (۳۰). علاوه بر این، کپسوله‌سازی در ذرات با اندازه نانو می‌تواند با ایجاد سطح فعال بالاتر و کارایی اسانس‌های روغنی برای از بین بردن دیواره سلولی میکروارگانیسم‌های هدف، مؤثرتر از ذرات ریز باشد (۱۲). تولید پوشش‌های فعال مبتنی بر پلیمرهای طبیعی به دلیل توانایی آن در حمل مولکول‌های زیستی مورد بررسی قرار گرفته است. Torusdag و همکاران (۲۰۲۱)، پوشش ژلاتینی حاوی عصاره رزماری برای افزایش ماندگاری کوفته گوشت را استفاده کردند. نتایج آن‌ها کاهش اکسیداسیون چربی، اسیدهای چرب آزاد و ترکیبات ازت فرار نمونه‌ها را نشان داد. پوشش‌ها تغییرات رنگ را تا حدی محدود کردند (۳۴). علاوه بر این پوشش خوراکی فعال بر پایه اسانس آویشن و سیر بر ماندگاری گوشت بره انجام شد و نتایج نشان داد استفاده از پوشش‌های خوراکی مبتنی بر آلژینات باعث کاهش تلفات ترش‌گی و ویژگی‌های رنگ اصلاح شده، به ویژه افزایش زردی و شاخص کروما^۱ شدند. همچنین اکسیداسیون لیپیدی به میزان قابل توجهی نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (۲۰). در مطالعه حاضر، هدف توسعه پوشش خوراکی ژلاتین همراه با نانومولسیون اسانس روغنی گلپر به عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریالی بود. این مطالعه به بررسی ویژگی‌های نانومولسیون اسانس روغنی گلپر و فعالین آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریالی آن بر روی پاتوژن‌ها و همچنین کارایی آن‌ها

در افزایش ماندگاری گوشت چرخ کرده گاو پوشش دهی شده پرداخته است.

۲-مواد و روش ها

۲-۱-تهیه مواد اولیه

گیاه گلپر از روستای شهرستانک (استان البرز) جمع آوری شد. گوشت گاو بصورت تازه از بازار محلی کرج تهیه گردید. پودر ژلاتین از شرکت سیگما-آلدریچ^۱ (آلمان)، مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک^۲ (آلمان) و محیط های کشت مورد نیاز از شرکت Q-Lab (کانادا) خریداری شدند.

۲-۲-تهیه اسانس روغنی گلپر

مواد گیاهی در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) در سایه خشک و با آسیاب برقی (IKA- کشور آلمان) پودر شد. ۱۰۰ گرم پودر میوه وزن شده و اسانس روغنی با تقطیر با آب با استفاده از کلونجر (Jisico- کشور کره جنوبی) به مدت ۳ ساعت استخراج شد. آگیری از اسانس توسط سولفات سدیم انجام شد و در ظرفی تاریک در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد (۱۹).

۲-۳-تهیه نانو امولسیون عصاره روغنی گلپر

اسانس گلپر و توئین ۸۰ توسط همزن مغناطیسی (EZDO- کره) به مدت ۳۰ دقیقه در ۵۰۰ دور در دقیقه مخلوط شدند و سپس فاز روغن مخلوط (توئین ۸۰ و اسانس مخلوط گلپر) به آرامی به فاز آبی اضافه شد. مخلوط با همزن مغناطیسی به مدت ۳۰ دقیقه (25 ± 3 درجه سانتی گراد) همزده شد. در همین حین، مخلوط اسانس گلپر و توئین ۸۰ آرام آرام به مخلوط اضافه شد. سپس امولسیون های پیش مخلوط تولید شده به مدت ۱۵ دقیقه (30 ± 5 درجه سانتی گراد) به حمام آب

اولتراسونیک (Greatultrasonic- کشور کره) با توان ۱۰۰ وات و فرکانس ۴۰ کیلوهرتز منتقل شدند. نسبت سورفکتانت به روغن برای همه نانو امولسیون ها (۱:۱) ثابت شد (۳۴).

۲-۴-تهیه پوشش خوراکی بر پایه ژلاتین

ابتدا ۳ گرم از پودر ژلاتین گاوی در آب مقطر استریل افزوده تا محلول های ژلاتینی با غلظت ۲ درصد تهیه شد. سپس به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد درون بن ماری (Labtech- کشور کره) حل شد. pH نهایی محلول با استفاده از سود در حدود ۵/۸ تنظیم شد. سپس گلیسرول (به نسبت ۳۰ درصد وزن پودر ژلاتین) به عنوان یک نرم کننده^۳ به محلول اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه همزده شد. جهت تهیه پوشش خوراکی فعال، نانو امولسیون اسانس گلپر تهیه شده در غلظت های ۱ و ۲ و ۳ درصد به محلول ژلاتینی افزوده و به طور کامل مخلوط شدند (۳۴).

۲-۵-تهیه گوشت گاو چرخ کرده و پوشش دهی

گوشت گاو بدون چربی به صورت تازه از بازار تهیه پس از چرخ کردن بصورت پته های به وزن ۵۰ گرم به صورت دستی در شرایط استریل (با دستکش یکبار مصرف و چاقو و تخته نمیز) تهیه سپس چرخ شد. جهت تهیه تیمارها، ابتدا نمونه های پته گوشتی در محلول پوشش دهی به مدت ۳۰ ثانیه غوطه ور شدند. پس از ۲ دقیقه مجدداً به مدت ۳۰ ثانیه درون محلول ژلاتینی غوطه ور شدند. نهایتاً جهت تشکیل فیلم روی پته های گوشتی، در زیر هود قرارداد شده تا خشک شدند. نمونه های پوشش داده شده درون کیسه های پلاستیکی، به مدت ۱۵ روز در یخچال نگهداری شدند. نمونه گیری در زمان های مشخص (۱، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) انجام شد (۳۴).

جدول ۱- فرمولاسیون تیمارهای تحقیق

کد تیمار	فرمولاسیون
C0	نمونه شاهد
T1	نمونه پوشش داده شده با ژلاتین
T2	نمونه پوشش داده شده با ژلاتین + ۱ درصد نانو امولسیون اسانس روغنی گلپر
T3	نمونه پوشش داده شده با ژلاتین + ۲ درصد نانو امولسیون اسانس روغنی گلپر
T4	نمونه پوشش داده شده با ژلاتین + ۳ درصد نانو امولسیون اسانس روغنی گلپر

۲-۶-۲ آزمون‌ها

۲-۶-۱- شناسایی ترکیبات فرار اسانس گلپر با GC-Mass

سیستم GC-MS مجهز به یک ستون HP-5MS 30 متری، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت یک لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر بود. تجزیه و تحلیل با استفاده از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۱/۵ میلی لیتر در دقیقه و انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون انجام شد. برنامه ریزی دما زیر انجام شد: (الف) ۶۰ درجه سانتی گراد برای ۰ دقیقه، (ب) افزایش ۳ درجه سانتی گراد در دقیقه از ۶۰ درجه سانتی گراد به ۲۴۶ درجه سانتی گراد. دمای انژکتور و آشکارساز ۲۵۰ درجه سانتی گراد بود. ترکیبات با مقایسه طیف‌های به دست آمده و طیف جرمی آن‌ها با مجموعه‌های طیفی در کتابخانه (NIST-14) NIST شناسایی شدند (۱۹).

۲-۶-۲- اندازه‌گیری میانگین قطر حجمی نانو امولسیون

اسانس گلپر

به منظور جلوگیری از پراکنش متعدد ذرات^۱ نانو امولسیون‌ها نسبت ۱ به ۵۰ با آب مقطر رقیق شد و به وسیله دستگاه پراکندگی نور پویا^۲ (Microtrac - مدل Nanotracer Wave - کشور آمریکا) اندازه قطرات در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و با زاویه ۹۰ درجه اندازه‌گیری شد (۲۷).

۲-۶-۳- اندازه‌گیری محتوی فنولی

میزان ترکیبات فنلی به روش فولین سیوکالتیو^۳ با استفاده از گالیک اسید به عنوان استاندارد انجام شد. ۱۰ میلی گرم عصاره، به ۳ گرم آب مقطر، ۰/۲۵ میلی لیتر معرف فولین سیوکالتو و ۲ میلی لیتر بی‌کربنات سدیم (افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر (Shimadzu-کشور ژاپن) در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت و نتایج بر حسب گالیک اسید (میلی گرم بر گرم) گزارش شدند (۲۷).

۲-۶-۴- اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدانی نانو امولسیون

اسانس گلپر

ابتدا ۰/۲ میلی لیتر از نانو امولسیون تهیه شده به ۴ میلی لیتر محلول متانولی ۶۰ میکرو مولار رادیکال آزاد ۲-۲-دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل^۴ افزوده و به مدت یک ساعت در دمای محیط و در تاریکی نگهداری شد. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و براساس رابطه ۱ گزارش شدند (۲۷).
رابطه (۱)

$$100 \times \frac{\text{نمونه}}{\text{ماده مرجع}} = \text{درصد مهار رادیکال آزاد}$$

۲-۶-۵-ارزیابی حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC)^۱ و حداقل غلظت کشندگی (MBC)^۲

ابتدا سوسپانسیون میکروبی، کشت شبانه تازه میکروارگانیسم-های /استافیلوکوکوس اورئوس (ATCC 6735) و /شرشیاکلی (ATCC 8739)، تهیه شده از مرکز کلکسیون‌های صنعتی ایران، دو بار با محیط کشت مولر هینتون براث تغلیظ شد. MIC به روش میکرو رقیق‌سازی^۳ تعیین شد. برای این منظور، اسانس و نانو امولسیون اسانس گیاه گلپر در محلول ۴ درصد دی متیل سولفو کسید^۴ (Merck - آلمان) رقیق و سپس ۱۰۰ میکرولیتر از هر رقت درون پلیت‌های چند خانه^۵ ریخته شد. ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون میکروبی به طور جداگانه تلقیح شد. سپس پلیت‌های چند خانه به دقت مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری (شیماز - ایران) شدند. پایین‌ترین غلظت مهار رشد میکروارگانیسم‌ها به عنوان MIC گزارش شد. جهت تعیین میزان MBC، از هر چاهک به کمک سمپلر ۱۰۰ میکرولیتر برداشته و روی محیط کشت مولر هینتون آگار^۶ کشت داده شد و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری انجام شد. پایین‌ترین غلظت کشنده کامل میکروارگانیسم‌ها (کاهش ۹۹/۹ درصدی در Log cfu/ml) به عنوان MBC گزارش شد (۱۷).

۲-۷-۲-آزمون‌های گوشت چرخ کرده پوشش‌دهی شده

۲-۷-۱-آزمون‌های فیزیوشیمیایی

رطوبت گوشت چرخ کرده بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۵ (۲)، pH بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸ (۳)، عدد پراکسید بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۷۹ (۴) انجام شد.

۲-۷-۲-اندازه‌گیری میزان تیوباریتوریک اسید

حدود ۱۰ گرم از نمونه سینه مرغ وزن شده و با ۱ میلی‌لیتر از هیدروکسی تولوئن بوتیل^۷ (۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و ۳۵ میلی‌لیتر از تری کلرو استیک اسید (۵ درصد) هموژن شدند. محلول هموژن به دست آمده به یک فلاسک انتقال و سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر از آب مقطر اضافه و تقطیر گردید. بعد از جمع آوری ۵۰ میلی‌لیتر از محلول تقطیر شده (عصاره)، محلول از طریق یک کاغذ صافی (واتمن شماره یک) فیلتر شد. ۵ میلی‌لیتر از محلول فیلتر شده با ۵ میلی‌لیتر از محلول تیوباریتوریک اسید (۰/۰۲ مولار) ترکیب و در حمام آب دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه قرار گرفتند. بعد از سرد کردن، جذب در ۵۳۲ نانومتر در برابر آب، به عنوان شاهد، اندازه‌گیری شد. مقدار TBARS بر اساس اکی والان میلی‌گرم مالون آلدئید بر یک کیلوگرم نمونه بیان شد (۱۱).

۲-۸-ارزیابی حسی

ویژگی حسی پذیرش کلی بر اساس مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای، توسط ۱۵ ارزیاب آموزش دیده (۸ زن - ۷ مرد) ارزیابی شد (۹).

۲-۹-تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های تحقیق با تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) مقایسه و تفاوت‌های معنی‌دار آماری بین مقادیر میانگین‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی چند دامنه‌ای دانکن تعیین شد. نتایج آزمون‌های آماری به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام گردید. سطح معنی‌داری $p \leq 0/05$ برای مقایسه داده‌ها در نظر گرفته شد.

1-Minimum Inhibitory Concentration

2-Minimum Bactericidal Concentration

3-Microdilution

4-Dimethyl Sulfoxide

5-Microwell Plate

6-Muller-Hinton Agar

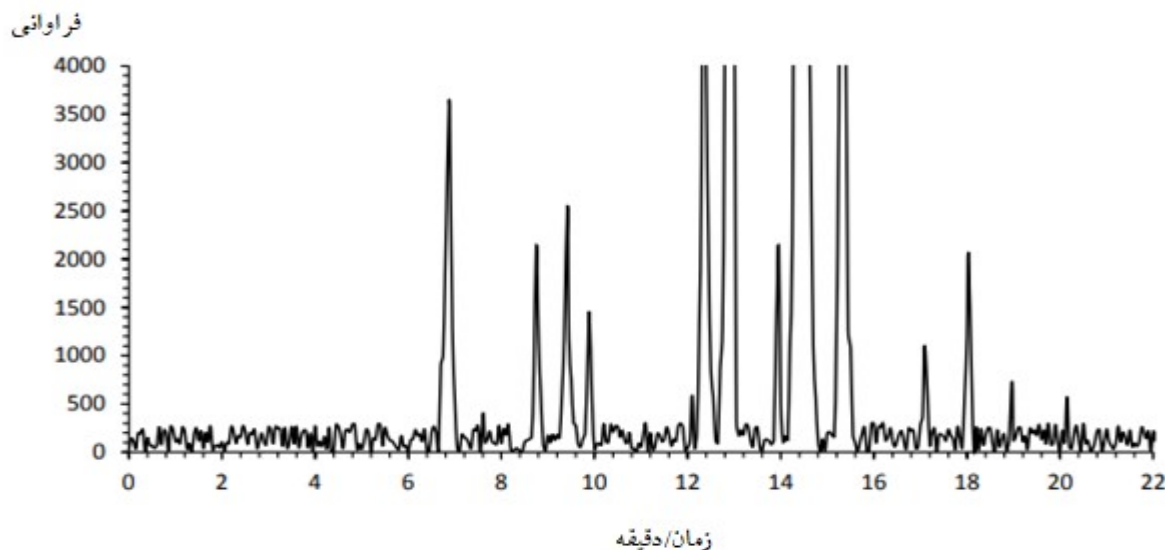
7- Butylated Hydroxytoluene

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی ترکیبات شناسایی شده در اسانس گلپر

نتایج تجزیه و تحلیل توسط GC-MS نشان داد که ۱۸ ترکیب با محتوای نسبی ۹۹/۹۸ درصد وجود دارد (جدول ۲ و شکل ۱). ترانس کارونول^۱ با فراوانی ۴۱/۴۲۳ درصد ترکیب اصلی و غالب اسانس گلپر بود. آلفا ترپینئول^۲ نیز با فراوانی ۲۶/۶۴۷ درصد دومین ترکیب غالب و اصلی شناسایی شده در اسانس گلپر بود. ترکیبات اسانس روغنی گلپر جمع آوری شده از مناطق مختلف در مطالعات گزارش

شده است. مصطفوی^۳ و همکاران (۲۰۲۲) ۲۳ ترکیب در اسانس روغنی گلپر شناسایی کردند که بیشترین ترکیب مربوط به hexyl butyrate (۴۴/۷ درصد) بود (۲۴). احسانی^۴ و همکاران (۲۰۱۹)، استرهای آلیفاتیک را جزء غالب غالب در اسانس روغنی گلپر معرفی کردند (۱۶). دلیل اصلی تفاوت نتایج پژوهش حاضر با تحقیقات قبلی می تواند به عوامل ژنتیکی، روش های استخراج، شرایط اکولوژیکی (اقلیم، خاک و عوامل جغرافیایی)، عوامل محیطی (نور و دما)، مرحله رشد گیاه، فصل برداشت و شرایط نگهداری باشد (۱۹).



شکل ۱- کروماتوگرام ترکیبات شناسایی شده در اسانس روغنی گلپر

جدول ۲- درصد فراوانی ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در اسانس روغنی گلپر

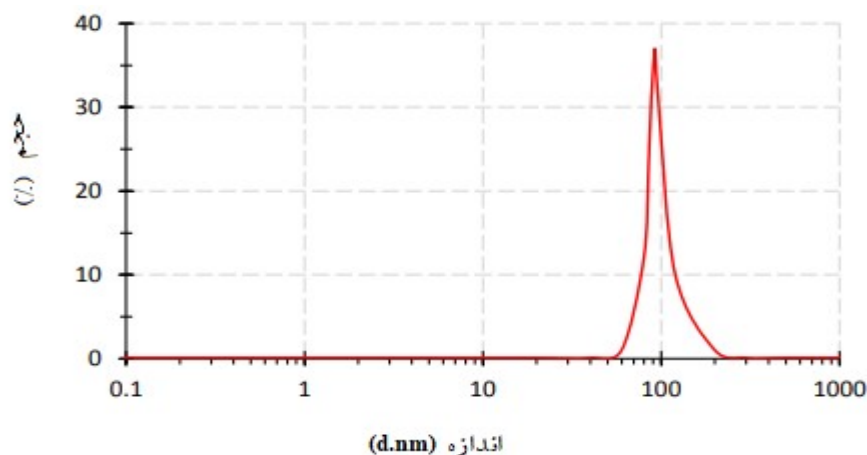
درصد	شاخص بازداری	ماهیت ترکیب	فرمول شیمیایی	ترکیب
۳/۵۱۲	۶/۸۸	کتون	C ₇ H ₁₄ O	2-heptanone
۰/۳۸۸	۷/۶۱	ترپن	C ₁₀ H ₁₆	α-pinene
۲/۰۶۷	۸/۵	مونوترپن	C ₁₀ H ₁₆	δ-3-carene
۲/۴۵۳	۹/۴۲	مونوترپن	C ₁₀ H ₁₆	(E)-β-ocimene
۱/۳۸۸	۸/۸۹	مونوترپن	C ₁₀ H ₁₆	Terpinolene
۰/۱۷۷	۱۱/۰۵	مونوترپن	C ₁₀ H ₁₆	Cis-thujone
۰/۵۴۶	۱۲/۱۰	استر	C ₉ H ₁₈ O ₂	Heptyl acetate
۶/۸۲۷	۱۲/۳۵	ترپنوئید	C ₁₀ H ₁₆ O	Camphor
۲۶/۶۴۷	۱۲/۹۱	مونوترپن	C ₁₀ H ₁₈ O	α-terpineol
۲/۰۵۱	۱۳/۹۶	مونوترپن	C ₁₀ H ₁₈ O	Trans-piperitol
۴۱/۴۲۳	۱۴/۴۴	مونوترپن	C ₁₀ H ₁₆ O	Trans-carveol
۷/۷۴۵	۱۵/۳۱	مونوترپن	C ₁₁ H ₁₈ O ₂	Isobornyl formate
۰/۲۴۱	۱۶/۳۶	استر	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Methyl decanoate
۱/۰۵۸	۱۷/۰۹	سسکو ترپن	C ₁₅ H ₂₄	δ-elemene
۱/۹۸۹	۱۸/۰۳	مونوترپن	C ₁₅ H ₂₄	α-copaene
۰/۷۰۳	۱۸/۹۷	مونوترپن	C ₁₅ H ₂₄	Z-β-farnesen
۰/۲۲۱	۱۹/۶۶	مونوترپن	C ₁₅ H ₂₄ O	Caryophyllene oxide
۰/۵۴۸	۲۰/۱۵	آلکن	C ₁₉ H ₄₀	n-nonadecane

۲-۳- بررسی میانگین قطر حجمی ذرات نانوامولسیون اسانس گلپر

اندازه ذرات بر حسب نانومتر، مقدار آن‌ها بر حسب درصد همچنین پیک های منتخب نانوامولسیون در شکل ۲ ارائه شده‌اند. منحنی به دست آمده تک قله‌ای با گستردگی پهنا ۳۱ نانومتر بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اندازه ذرات به ترتیب فراوانی ۸۳/۵ درصد (۹۱/۲۸ نانومتر)، ۱۰/۷ درصد (۷۸/۸۲ نانومتر)، ۶/۴ درصد (۱۰۵/۷ نانومتر)، ۱/۳٪ (۱۲۲/۴ نانومتر) و ۰/۵ درصد (۶۸/۰۶ نانومتر) بود. مقدار شاخص چند پراکندگی (PDI)^۱ برابر با ۰/۴۳۵ گزارش شد. نتایج نشان دهنده یکنواختی توزیع اندازه قطرات در همه نمونه امولسیون اسانس روغنی گلپر بود. PDI نشان دهنده

همگنی اندازه قطرات در نانو امولسیون است گرچه مقدار پراکندگی بالاتر باشد، نشان دهنده یکنواختی کمتر اندازه قطرات نانوامولسیون است (۱۸). در این مطالعه میزان PDI نانوامولسیون به دست آمده مقدار پایینی داشت که نشان دهنده پایداری کلی و همگنی خوب است. ریز بودن اندازه قطرات و ویژگی‌های منحصر به فرد نانوامولسیون‌ها مزیت‌هایی برای استفاده از آن‌ها را در بسیاری از فناوری‌های کاربردی را ایجاد کرده است و منجر به طولانی‌تر بودن دوره پایداری فیزیکی آن‌ها شده است که گاهی اوقات به پایداری ترمودینامیکی رسیده، تلقی می‌شوند. به واسطه ریز بودن قطرات، نانوامولسیون‌ها سطح ویژه زیادی دارند و به همین دلیل قابلیت نفوذ خیلی بالایی دارند که این ویژگی آن‌ها را به یک سامانه انتقالی مؤثر تبدیل کرده است (۳۲).

^۱ polydispersity index



شکل ۲- توزیع اندازه ذرات نانوامولسیون ها

۳-۳- بررسی محتوی ترکیبات فنولی و خاصیت

آنتی اکسیدانی نانوامولسیون اسانس گلپر

جدول ۳ محتوی ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی نانوامولسیون اسانس روغنی گلپر در مقایسه با فرم آزاد آن را نشان می دهد. مطابق با نتایج اختلاف آماری معنی داری بین محتوی فنولیک اسانس روغنی گلپر آزاد (۱۸/۷۵ میلی گرم گالیک اسید/ گرم) و ریز پوشانی شده (۱/۷۵ میلی گرم گالیک اسید/ گرم) گزارش شد ($P < 0.05$). همچنین خاصیت آنتی اکسیدانی (IC_{50}) به ترتیب ۰/۲۳ و ۲/۲۸ تعیین شد ($P < 0.05$). ترکیبات فنلی یکی از مهم ترین متابولیت های ثانویه گیاهان هستند، پژوهش های مختلف نشان داده که خواص آنتی اکسیدانی بسیاری از ترکیبات و بافت های گیاهی تا حدودی متأثر از وجود ترکیبات فنلی و مشتقات آنها است و ارتباط مثبتی بین میزان ترکیبات فنلی (به عنوان حذف کننده های رادیکال آزاد و دهنده هیدروژن) و قدرت آنتی اکسیدانی گیاهان وجود دارد (۱۴). افزایش غلظت ترکیبات فنولی به طور مستقیم میزان توانائی نمونه های مختلف را در مهار رادیکال های آزاد افزایش می دهد. در غلظت های بالاتر ترکیبات فنولی به دلیل افزایش تعداد

گروه های هیدروکسیل موجود در محیط واکنش، احتمال اهداء هیدروژن به رادیکال های آزاد و به دنبال آن قدرت مهار کنندگی افزایش می یابد. قدرت مهار کنندگی نمونه های مختلف به میزان زیادی به تعداد و موقعیت گروه های هیدروکسیل و وزن مولکولی ترکیبات فنولی بستگی دارد. در ترکیبات فنولی با وزن مولکولی پائین تر گروه های هیدروکسیل راحت تر در دسترس قرار می گیرند (۱۸). کمتر بودن خاصیت آنتی اکسیدانی در نانوامولسیون اسانس گلپر به دلیل این است که فاز بیرونی نانوامولسیون ها عاری از هر گونه ترکیبات فنولیک هستند و خاصیت آنتی اکسیدانی آن ها به رهائش مواد فرار از فاز درونی به فاز بیرونی مربوط می گردد. با توجه به محدودیت استفاده از اسانس های روغنی به دلیل حلالیت کم در آب، پایداری کم و فراریت زیاد مواد موثره آن و خواص ارگانولپتیک شدید، استفاده از نانوامولسیون را می توان توصیه کرد (۳۲). ناناکلی^۱ (۲۰۲۳) نیز نشان داد نمونه اسانس گلپر خالص دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاتری نسبت به نمونه های نانوامولسیونی است که دلیل آن را می توان به وجود مقادیر کمتر اسانس گلپر در نمونه های نانوامولسیون مربوط کرد (۲۵).

جدول ۳- محتوای فنل تام و فعالیت آنتی اکسیدانی (IC50 mg/ml) نانو امولسیون و اسانس روغنی گلپر (میلی گرم گالیک اسید بر گرم)

اسانس روغنی گلپر	نانو امولسیون اسانس روغنی گلپر
محتوای فنل تام	18.75 ± 0.06^a
فعالیت آنتی اکسیدانی	2.28 ± 0.03^b

*حروف کوچک متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هر سطر است ($p < 0.05$).

۳-۴- بررسی خاصیت آنتی باکتریال نانو امولسیون اسانس

گلپر

بر اساس نتایج جدول ۴ اسانس روغنی گلپر فعالیت ضد میکروبی بر روی هر دو باکتری های گرم مثبت و منفی نشان داد ($P < 0.05$). باکتری /ستافیلوکوکوس اورئوس/ (گرم مثبت) نسبت به /شرشیاکلی/ (گرم منفی) حساس تر بود ($P < 0.05$). خاصیت ضد میکروبی اسانس گلپر به درصد بالای منوترپنوئیدهای موجود در آن نسبت داده شده است (۲۹). در مقایسه دو فرم آزاد و نانو امولسیون گلپر مشاهده شد فرم نانو امولسیون شده برای اعمال خاصیت MIC و MBC غلظت کمتری نشان داد که نشان دهنده قوی تر بودن خاصیت

آنتی باکتریالی نانو اسانس روغنی گلپر است. این امر به دلیل اندازه ذرات با ابعاد نانو است که می توانند به دیواره سلولی باکتری نفوذ کنند، غشای سلولی را از بین ببرند و فعالیت ضد باکتریایی بیشتری نسبت به ذرات بزرگتر نشان دهند (۹). مطابق با نتایج بدست آمده شریعتی فر^۱ و همکاران (۲۰۱۷)، نشان دادند اسانس روغنی گلپر اثر ضد میکروبی قوی تری بر روی باکتری های گرم مثبت نشان داد (۲۹). همچنین ناناکالی (۲۰۲۳) نیز نشان داد اسانس گلپر بر روی دو باکتری گرم مثبت (/شرشیاکلی/ و گرم منفی (/ستافیلوکوکوس اورئوس/ خاصیت آنتی باکتریال به ویژه فعالیت بیشتر در برابر /ستافیلوکوکوس اورئوس/ داشت (۲۵).

جدول ۴- حداقل غلظت مهار کنندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) نانوامولسیون و اسانس روغنی گلپر

اسانس روغنی گلپر	نانو امولسیون اسانس روغنی گلپر
حداقل غلظت مهار کنندگی (میلی گرم بر میلی لیتر)	
اشرشیاکلی	$12/50 \pm 0/00^a$
استافیلوکوکوس اورئوس	$10/43 \pm 2/94^a$
حداقل غلظت کشندگی (میلی گرم بر میلی لیتر)	
اشرشیاکلی	$12/50 \pm 0/00^a$
استافیلوکوکوس اورئوس	$10/41 \pm 2/94^a$

*حروف کوچک متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هر ستون است ($p<0.05$).

۳-۵- بررسی خاصیت فیزیکوشیمیایی پته های گوشت چرخ کرده

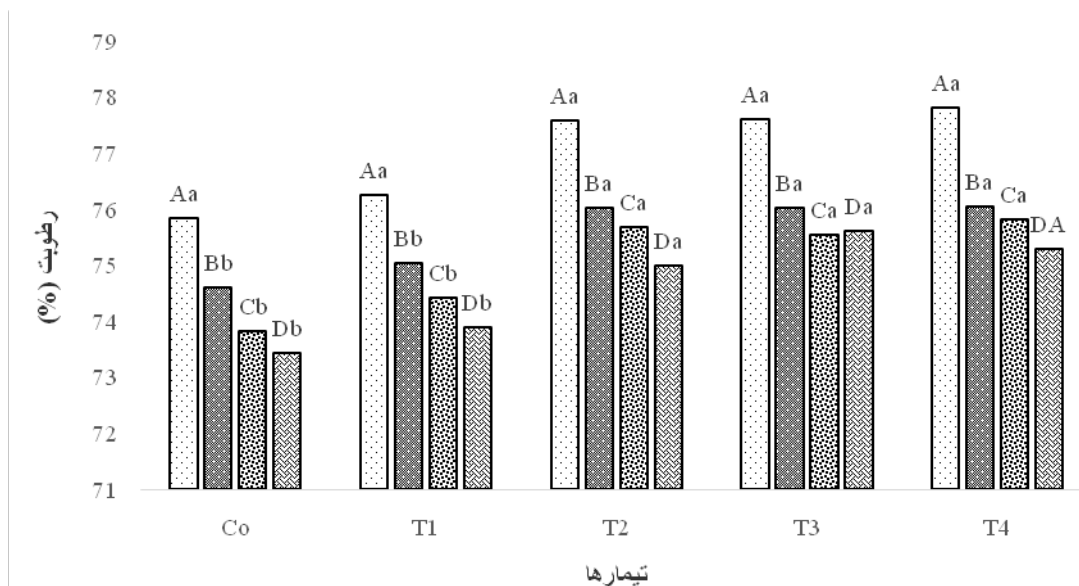
۳-۵-۱- بررسی تغییرات محتوی رطوبت

مطابق با نتایج (نمودار ۱) میزان محتوی رطوبت در روز اول اختلاف آماری معنادار بایکدیگر نداشتند ($P>0.05$). با این حال روند کاهش محتوی رطوبتی در تمامی تیمارهای مو در بررسی طی ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال مشاهده شد ($P<0.05$). استفاده از پوشش ژلاتین به تنهایی روند مشابه و غیر معناداری با نمونه شاهد نشان داد به طوری که بیشترین کاهش اُفت رطوبت در پته هایگوشتی بدون پوشش و تیمار T1 مشاهده شد ($P<0.05$). اُفت رطوبت تیمارهای پوشش داده شده با نانو امولسیون گلپر به طور قابل توجهی نسبت به نمونه شاهد کاهش نشان داد ($P<0.05$). هرچند که اختلاف

آماري معنی داری بین نمونه های پوشش داده شده در رزوه های مختلف از لحاظ محتوی رطوبتی مشاهده نشد. ($P<0.05$). مطالعات نشان داده که پوشش های مبتنی بر ژلاتین نسبت به رطوبت حساس هستند. به منظور بهبود این ویژگی، ترکیب ژلاتین با پلی فنل ها به منظور ایجاد اتصال عرضی راهکاری امیدوارکننده است (۳۶). همراستا با نتایج این تحقیق ژانو^۱ و همکاران (۲۰۲۱)، نشان دادند استفاده از عصاره انگور در پوشش ژلاتین اُفت رطوبت در نمونه های سوسیس کم چرب پوشش داده را کاهش داد (۳۶). همچنین کیو^۲ و همکاران (۲۰۲۲)، کاهش اُفت رطوبت در پته های مرغ پوشش داده شده برپایه ژلاتین-کیتوزان حاوی عصاره های گیاهی را نشان دادند (۲۶).

1-Zhao

2-Qiu



نمودار ۱- نتایج تغییرات رطوبت پته گوشت چرخ کرده پوشش داده شده طی ۱۵ روز نگهداری

Co: نمونه شاهد، T1: نمونه پوشش دهی شده با ژلاتین، T2: نمونه پوشش دهی شده با ۱٪ نانوامولسیون اسانس گلپر، T3: نمونه پوشش دهی شده با ۲٪ نانوامولسیون اسانس گلپر، T4: نمونه پوشش دهی شده با ۳٪ نانوامولسیون اسانس گلپر

شده با ژلاتین + ۲٪ نانوامولسیون اسانس گلپر، T3: نمونه پوشش دهی شده با ژلاتین + ۳٪ نانوامولسیون اسانس گلپر

*حروف کوچک متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هر ستون است ($p < 0.05$).

**حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هر سطر است ($p < 0.05$).

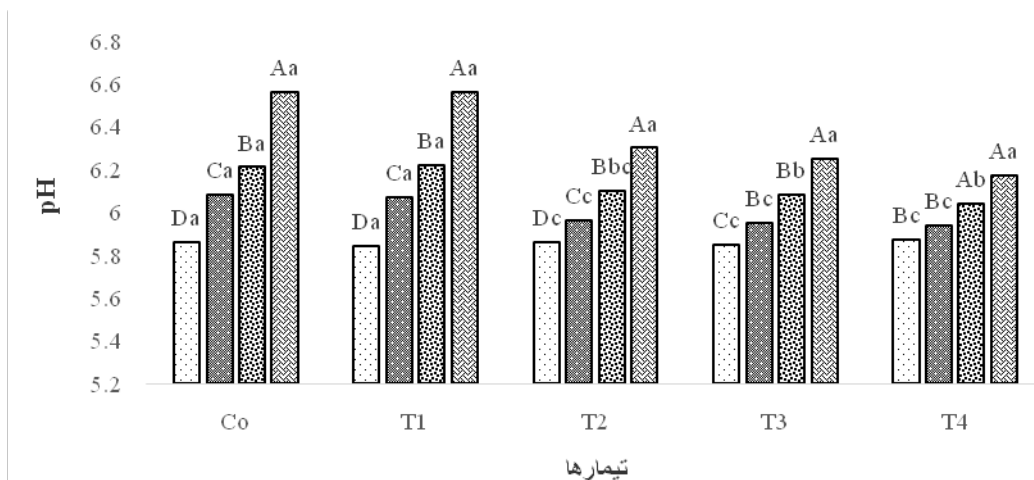
۳-۵-۲- بررسی تغییرات pH

در سال ۱۹۹۵، FAO طی گزارشی اعلام کرد که pH مواد غذایی می‌تواند شاخص خوبی برای شرایط بهداشتی و ایمنی مواد غذایی باشد. نمودار ۲ تأثیر معنادار پوشش و مدت زمان نگهداری بر تغییرات pH تیمارها گزارش می‌دهد. در تمامی روزها بین تیمار شاهد و تیمارهای پوشش ژلاتین به تنهایی تفاوت معناداری از لحاظ pH گزارش نشد ($p > 0.05$) ولی تفاوت قابل توجهی بین این تیمارها و تیمارهای پوشش داده شده با نانوامولسیون گلپر مشاهده شد ($p < 0.05$). تیمارهای پوشش داده شده با ژلاتین و نانوامولسیون گلپر pH کمتری داشتند ($p < 0.05$) با این حال، روند افزایشی میزان pH در تمام تیمارها طی ۱۵ روز زمان نگهداری مشاهده شد ($p < 0.05$) علت اصلی روند افزایشی pH در گوشت نگهداری شده در دمای یخچال به تولید

ترکیبات قلیایی مثل آمونیاک و تری میتل آمین‌ها طی تجزیه پروتئین‌های گوشت و پروتئین‌های میکروبی نسبت داده شده است (۳۲). از طرفی پروتئین‌ها و آمینو اسیدهای حاصل از رشد باکتری‌ها سبب افزایش pH می‌شوند (۳۱). نتایج نشان داد استفاده از پوشش ژلاتین به تنهایی در تغییرات pH تیمارها نقشی نداشت ($p > 0.05$). مطالعات نشان داده است که استفاده از پوشش خوراکی حاوی اسانس‌های گیاهان از طریق جلوگیری از فعالیت آنزیمی، رشد میکروبی، تجزیه ترکیبات پروتئینی و در نتیجه تجمع ترکیبات بازی و تغییر در نفوذپذیری پوشش به گاز دی‌اکسید کربن، از افزایش pH گوشت جلوگیری می‌کند (۲۲). بنی‌کریمی^۱ و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند pH فیله اردک پوشش داده شده با ژلاتین و عصاره رزماری طی ۹ روز نگهداری از تیمارهای

اسانس گلپر در پوشش کیتوزان افزایش pH در فیله های ماهی پوشش دهی شده را کند کرد (۶).

پوشش داده نشده کمتر بود و استفاده از ژلاتین به تنهایی در پوشش فیله ها تأثیر معناداری بر تغییرات pH نشان نداد (۱۳). عبداله زاده^۱ و همکاران (۲۰۲۳) نیز نشان دادند استفاده از



نمودار ۲- نتایج تغییرات pH پته گوشت چرخ کرده پوشش داده شده طی ۱۵ روز نگهداری

Co: نمونه شاهد، T1: نمونه پوشش دهی شده با ژلاتین، T1: نمونه پوشش دهی شده با ژلاتین + ۱٪ نانوامولسیون اسانس گلپر، T2: نمونه پوشش دهی شده با ژلاتین + ۲٪ نانوامولسیون اسانس گلپر، T3: نمونه پوشش دهی شده با ژلاتین + ۳٪ نانوامولسیون اسانس گلپر

*حروف کوچک متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هرستون است ($p < 0.05$).

**حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هر سطر است ($p < 0.05$).

۳-۵-۳- بررسی تغییرات میزان تیوباریتوریک اسید

اکسیداسیون لیپید در گوشت یکی از دلایل کاهش کیفیت گوشت در طی دوره نگهداری است. اکسیداسیون لیپید در گوشت مکانیسم پیچیده‌ای دارد. در طی این فرآیند علاوه بر تاثیرات نامطلوب بر طعم و رنگ، حلالیت پروتئین نیز کاهش یافته و در نهایت محصول از نظر ارزش تغذیه‌ای آفت پیدا می‌کند (۶). مطابق با نتایج جدول ۵، در روز اول اختلاف آماری معنی دار در شاخص تیوباریتوریک اسید بین نمونه‌ها گزارش نشد ($p > 0.05$). طی ۱۵ روز زمان نگهداری روند افزایش معنی دار تیوباریتوریک اسید در تمامی نمونه‌ها گزارش شد ($p < 0.05$). استفاده از پوشش ژلاتین به تنهایی در مقایسه با نمونه شاهد اختلاف آماری متفاوتی را نشان نداد ($p < 0.05$). درحالی که افزودن نانو امولسیون گلپر روند افزایش تیوباریتوریک را بطور معنی دار کاهش داد ($p < 0.05$). افزایش غلظت عصاره استفاده شده در پوشش تأثیر مثبت بر این روند نشان داد ($p < 0.05$). به طوری که

نمونه T4 کم ترین میزان تیوباریتوریک اسید بعد از ۱۰ روز ماندگاری نشان داد ($p < 0.05$). اکسیداسیون لیپیدی بالای نمونه کنترل ممکن است ناشی از فعالیت فسفولیپاز و لیپاز میکروبی باشد که سبب افزایش تولید اسیدهای چرب آزاد حساس به اکسیداسیون شده است. اما حضور ترکیبات فنولی با فعالیت آنتی اکسیدانی بالقوه در نانو امولسیون اسانس گلپر از طریق مهار رادیکال‌های آزاد باعث جلوگیری از افزایش معنی دار محصولات اولیه و ثانویه واکنش اکسیداسیون در نمونه‌های گوشت پوشش یافته شد (۳۵). عبدالله زاده و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند استفاده از اسانس گلپر در پوشش کیتوزان افزایش شاخص تیوباریتوریک اسید در فیله‌های ماهی پوشش دهی شده را کُند کرد (۶). همچنین محمدی و خانی (۱۳۹۶) نشان دادند نمونه‌های سینه مرغ جوجه کبابی حاوی اسانس گلپر میزان تیوباریتوریک اسید کمتری در طول دوره نگهداری نسبت به نمونه شاهد داشتند (۱).

جدول ۵- نتایج تغییرات تیوباریتوریک اسید (بر حسب mg MAD/g) پته گوشت چرخ کرده پوشش داده شده طی ۱۵ روز نگهداری

تیما	روز ۱	روز ۵	روز ۱۰	روز ۱۵
Co	0.25 ± 0.01^{Aa}	1.01 ± 0.01^{Ba}	1.72 ± 0.03^{Ca}	2.41 ± 0.01^{Da}
T1	0.25 ± 0.01^{Aa}	0.96 ± 0.01^{Ba}	1.66 ± 0.02^{Ca}	2.54 ± 0.01^{Da}
T2	0.27 ± 0.01^{Aa}	0.89 ± 0.02^{Bb}	1.31 ± 0.02^{Cb}	1.82 ± 0.03^{Db}
T3	0.26 ± 0.01^{Aa}	0.89 ± 0.01^{Bb}	1.25 ± 0.01^{Cb}	1.73 ± 0.03^{Db}
T4	0.27 ± 0.01^{Aa}	0.82 ± 0.01^{Ba}	1.09 ± 0.04^{Cbc}	1.10 ± 0.02^{Dc}

*حروف کوچک متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هرستون است ($p < 0.05$).**حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هر سطر است ($p < 0.05$).

۳-۵-۴- بررسی تغییرات میزان نیتروژن فرار کل

اندازه گیری بازهای نیتروژنی فرار به عنوان شاخصی برای تشخیص تازگی محصولات گوشتی است که دامنه وسیعی از ترکیبات فرار نظیر آمونیاک، متیل آمین، دی متیل آمین و مشابه آن‌ها که در اثر فعالیت‌های میکروبی تولید می‌شوند را در بر می‌گیرد. تولید این مواد سبب ایجاد بوی بد نامطبوع در محصولات گوشتی گردیده و پذیرش توسط مصرف کننده را

کاهش می‌دهد (۱۰). باتوجه به جدول ۶ در روز اول اختلاف آماری معنی داری بین میزان ازت فرار تیمارها گزارش نشد ($p > 0.05$). ولی با گذشت زمان، افزایش میزان این پارامتر در تمامی گروه‌های مورد بررسی گزارش شد ($p > 0.05$). بیشترین میزان افزایش در نمونه شاهد و به دنبال آن، T1 گزارش شد ($p > 0.05$). مطابق با نتایج، میزان ازت کل در تیمارهای پوشش داده شده حاوی نانو امولسیون اسانس

ایجاد و افزایش ترکیبات آمینی و نیتروژن دار عامل فساد در گوشت، اثر ممانعت کنندگی بر افزایش ازت فرار کل را نشان می دهند (۳۳). عبداله زاده و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند استفاده از اسانس گلپر در پوشش کیتوزان افزایش میزان ترکیبات ازت فرار در فیله های ماهی پوشش دهی شده را کاهش داد (۶). همچنین محمدی و خانی (۱۳۹۶) نشان دادند نمونه های سینه مرغ جوجه کبابی حاوی اسانس گلپر میزان ترکیبات ازت فرار کمتری در طول دوره نگهداری نسبت به نمونه شاهد داشتند. این محققان نشان دادند این کاهش به طور معناداری وابسته به غلظت اسانس گلپر بود (۱).

گلپر روند افزایشی کندتری داشتند ($p>0.05$). استفاده از غلظت های بالاتر نانومولسیون گلپر این روند افزایشی را کندتر کرد. به طوری که تیمار T4 (کمترین مقدار ازت فرار در روز ۱۵ آزمایش را نشان داد ($p>0.05$). از آن جایی که تولید مواد از ته در نتیجه فعالیت میکروارگانیسم ها و دِکربوکسیلاسیون اسیدهای آمینه است احتمالاً اثر بازدارندگی پوشش ها بر میکروارگانیسم ها منجر به کاهش تولید آنزیم های دِکربوکسیله کننده می شود که در نتیجه آن بازهای ازته فرار کمتری تولید می گردند (۲۸). در غلظت های بالاتر نانومولسیون گلپر، ترکیبات فنلی نیز افزایش یافت، متعاقباً اثر ضد باکتریایی نیز افزایش می یابد، در نتیجه با جلوگیری از

جدول ۶- نتایج تغییرات نیتروژن فرار کل (برحسب mg/100g) پته گوشت چرخ کرده پوشش داده شده طی ۱۵ روز نگهداری

تیمار	روز ۱	روز ۵	روز ۱۰	روز ۱۵
Co	۴/۰۲±۰/۴۱ ^{Aa}	۷/۸۷±۰/۴۱ ^{Ba}	۱۷/۹۲±۰/۲۸ ^{Ca}	۳۰/۰۸±۰/۵۸ ^{Da}
T1	۳/۹۰±۰/۳۸ ^{Aa}	۷/۷۸±۰/۱۶ ^{Bb}	۱۷/۴۸±۰/۳۲ ^{Ca}	۲۹/۵۱±۰/۵۸ ^{Da}
T2	۴/۰۱±۰/۳۲ ^{Aa}	۷/۷۶±۰/۱۶ ^{Bbc}	۱۵/۳۹±۰/۵۶ ^{Cb}	۲۸/۱۵±۰/۹۸ ^{Db}
T3	۳/۸۹±۰/۴۱ ^{Aa}	۷/۷۱±۰/۱۶ ^{Bc}	۱۳/۷۲±۰/۲۸ ^{Cc}	۲۵/۵۶±۰/۱۶ ^{Dc}
T4	۳/۸۱±۰/۳۲ ^{Aa}	۶/۷۳±۰/۲۸ ^{Bd}	۱۱/۶۷±۰/۲۸ ^{Cd}	۲۲/۴۸±۰/۱۶ ^{Dd}

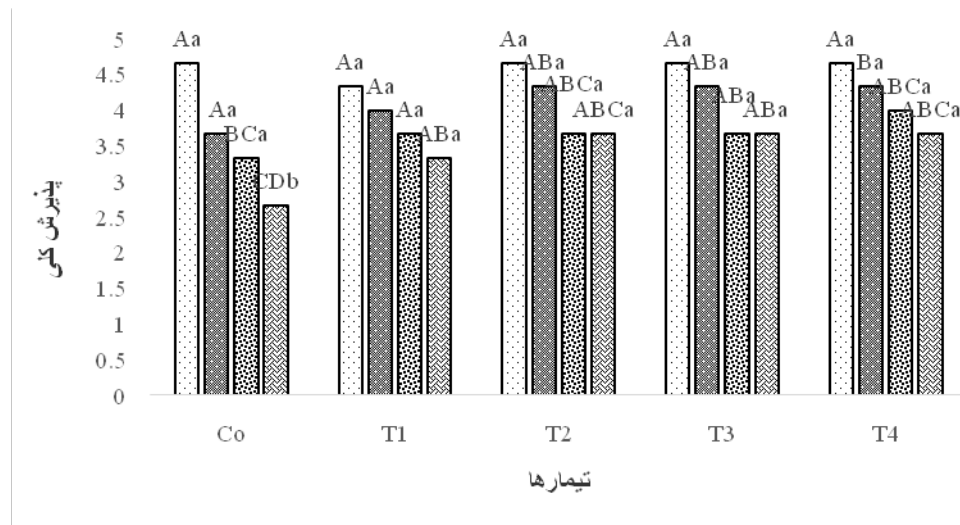
*حروف کوچک متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هرستون است ($p<0.05$).

**حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هر سطر است ($p<0.05$).

وخانی (۱۳۹۶) نشان دادند بالاترین امتیاز مربوط به نمونه های سینه جوجه کبابی حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد اسانس گلپر، و پایین ترین امتیاز مربوط به نمونه های شاهد بدون اسانس روغنی گلپر بود که تا روز چهارم نگهداری از پذیرش کلی قابل قبولی برخوردار بوده اند (۱). یوسفی و همکاران نیز (۱۳۹۷) نشان دادند که نمونه های دوغ حرارت دیده دارای اسانس گلپر از نظر پذیرش کلی، اختلاف معنی داری با نمونه کنترل داشتند (۵).

۳-۵-۵- بررسی ارزیابی حسی پذیرش کلی

طی بررسی پذیرش کلی نمونه های پته گوشتی در روز اول اختلاف آماری معنادار مشاهده نشد ($p>0.05$). با این حال روند کاهش مقبولیت در تمامی تیمارها طی ۱۵ روز گزارش شد ($p<0.05$). بررسی پذیرش کلی پته های گوشتی پوشش داده شده با ژلاتین/ نانومولسین گلپر مقبولیت پذیرش این تیمارها نسبت به نمونه شاهد و نمونه T1 از روز ۱۰ آزمایش به بعد را نشان داد ($p<0.05$). هم راستا با نتایج ما، محمدی



نمودار ۳- نتایج تغییرات پذیرش کلیته گوشت چرخ کرده پوشش داده شده طی ۱۵ روز نگهداری

Co: نمونه شاهد، T1: نمونه پوشش دهی شده با ژلاتین، T2: نمونه پوشش دهی شده با ژلاتین + ۱٪ نانو امولسیون اسانس گلپر، T3: نمونه پوشش دهی شده با ژلاتین + ۳٪ نانو امولسیون اسانس گلپر، T4: نمونه پوشش دهی شده با ژلاتین + ۲٪ نانو امولسیون اسانس گلپر. *حروف کوچک متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در تیمارها است ($p < 0.05$). **حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در زمان نگهداری است ($p < 0.05$).

۴- نتیجه گیری

به طور کلی نتایج به دست آمده از تحقیق نشان داد استفاده از پوشش ژلاتینی تأثیری بر فاکتورهای مورد بررسی نداشته و تغییراتی همسان با نمونه شاهد در تیمارها در طول مدت زمان نگهداری مشاهده شد. در واقع، پوشش ژلاتینی در کاهش اکسیداسیون چربی، کاهش میزان مواد ازته فرار در پته‌های گوشتی موثر نمی‌باشد و به دنبال آن موجب حفظ ویژگی‌های حسی آن در دامنه قابل قبول نمی‌شود. بنابراین پوشش ژلاتین به تنهایی نمی‌تواند به عنوان یک پوشش فعال، پته‌های گوشت چرخ کرده را در دمای یخچال نگه دارد. استفاده از نانو امولسیون اسانس گلپر دارای خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی، می‌تواند ضمن ضمن کاهش فرآورده های اکسیداسیون، گامی مؤثر در بهبود ویژگی‌های اکسایشی، حفظ کیفیت ارگانولپتیکی و افزایش ماندگاری گوشت چرخ کرده بردارد.

۵- منابع

۱. محمدی ف، خانی ن. اثر اسانس گلپر بر زمان ماندگاری و ویژگی‌های حسی سینه مرغ جوجه کبابی طی نگهداری در یخچال. نشریه علوم غذایی و تغذیه. ۱۳۹۶؛ ۱۶ (۲): ۸۹-۱۰۴.
۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۲. گوشت و فرآورده‌های گوشتی تعیین رطوبت به روش مرجع روش آزمون. استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۵، تجدید نظر اول.
۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۶. گوشت و فرآورده‌های آن - تعیین pH- روش آزمون مرجع. استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸، تجدید نظر اول.
۴. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۶. روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی - اندازه‌گیری مقدار پراکسید به روش یدومتری - تعیین نقطه

- <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02750.x>
11. AOAC. 1995. Official methods of analysis (16th Edition). Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists
 12. Baghi F, Ghnimi S, Dumas E, Chihib N. E, Gharsallaoui A. Nanoemulsion-Based Multilayer Films for Ground Beef Preservation: Antimicrobial Activity and Physicochemical Properties. *Molecules*. 2023; 28(11): 4274. <https://doi.org/10.3390/molecules28114274>.
 13. Banikarimi K, Mirzaei H, Farsi M, Effect of gelatin coated rosemary extract (*Rosmarinus Officinalis* L.) on the quality of refrigerated duck meat. *Agricultural Science Digest-A Research Journal*. 2020; 40(1): 89-94. <https://doi.org/10.18805/ag.D-180>
 14. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*. 2004; 94(3): 223-253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
 15. Changxing L, Dongfang D, Lixue Z, Saeed M, Alagawany M, Farag M. R, Chenling M, Jianhua L. *Heracleum persicum*: Chemical composition, biological activities and potential uses in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*. 2019; 75(2): 207-218. <https://doi.org/10.1017/S0043933919000205>
 16. Ehsani A, Rezaeiyan A, Hashemi M, Aminzare M, Jannat B, Afshari A. Antibacterial activity and sensory properties of *Heracleum persicum* essential oil, nisin, and *Lactobacillus acidophilus* against *Listeria monocytogenes* in cheese. *Veterinary world*. 2019; 12(1):90. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.90-96>
 17. El Hamdaoui A, Msanda F, Boubaker H, Leach D, Bombarda I, Vanloot P, El Aouad N, Abbad A, Boudyach E. H, Achemchem F, Elmoslih A. Essential oil پایانی به روش چشمی. استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۷۹، تجدید نظر دوم.
 ۵. یوسفی ع. ر، سیفی هاچه سو ج، شیخلویی بناب ح، حاتمی م. بررسی تأثیر اسانس گلپر بر برخی از ویژگیهای میکروبی، شیمیایی و حسی دوغ حرارت دیده. *نشریه بهداشت مواد غذایی*. ۱۳۹۷؛ ۸(۱): ۹۸-۱۱.
 6. Abdollahzadeh M, Elhamirad A. H, Shariatifar N, Saeidiasl M, Armin M. Effects of nano-chitosan coatings incorporating with free/nano-encapsulated essential oil of Golpar (*Heracleum persicum* L.) on quality characteristics and safety of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Food Microbiology*. 2023; 385: p.109996. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109996>
 7. Al-Shuibi A. M, Al-Abdullah B. M. Substitution of nitrite by sorbate and the effect on properties of mortadella. *Meat science*. 2002; 62(4): 473-478. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00041-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00041-4)
 8. Aminzare M, Hashemi M, Hassanzad Azar H, Hejazi J. The use of herbal extracts and essential oils as a potential antimicrobial in meat and meat products; a review. *J Hum Environ Health Promot*. 2016; 1(2): 63-74. <http://dx.doi.org/10.29252/jhehp.1.2.63>
 9. Amiri E, Aminzare M, Azar H. H, Mehrasbi M. R. Combined antioxidant and sensory effects of corn starch films with nanoemulsion of *Zataria multiflora* essential oil fortified with cinnamaldehyde on fresh ground beef patties. *Meat Science*. 2019; 153: 66-74. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.03.004>
 10. Andevari G.T, Rezaei M. Effect of gelatin coating incorporated with cinnamon oil on the quality of fresh rainbow trout in cold storage. *International journal of food science & technology*. 2011; 46(11): 2305-2311.

- importance Monospecific genus, geographical distribution, endemism, medicinal, and other uses. *Iran nature*. 2020; 5(5): 43-67.
<https://doi.org/10.22092/IRN.2020.122851>
24. Mustafavi S. H, Abbasi A, Morshedloo M. R, Pateiro M, Lorenzo J. M. Essential oil variability in Iranian populations of *Heracleum persicum* Desf. ex-Fischer: A rich source of hexyl butyrate and octyl acetate. *Molecules*. 2022; 27(19): 6296.
<https://doi.org/10.3390/molecules27196296>
 25. Nanakali N. M. Fabrication of nano-encapsulated angelica (*Heracleum persicum*) essential oil for enriching dairy dessert: Physicochemical, rheological and sensorial properties. *IET nanobiotechnology*. 2023; 17(3): 171-181. <https://doi.org/10.1049/nbt2.12112>
 26. Qiu L, Zhang M, Chitrakar B, Adhikari B, Yang C. Effects of nanoemulsion-based chicken bone gelatin-chitosan coatings with cinnamon essential oil and rosemary extract on the storage quality of ready-to-eat chicken patties. *Food Packaging and Shelf Life*. 2022; 34: 100933.
<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100933>
 27. Rezaei Savadkouhi N, M. The effect of encapsulated plant extract of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) in biopolymer nanoemulsions of *Lepidium perfoliatum* and *Orchis mascula* on controlling oxidative stability of soybean oil. *Food science & nutrition*. 2020; 8(2): 1264-1271. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1415>
 28. Ruiz-Capillas C, Moral A. Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food chemistry*. 2005; 89(3): 347-354.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.041>
 29. Shariatifar N, Mostaghim T, Afshar A, Mohammad pourfard I, Sayadi M, Rezaei M. Antibacterial properties of essential oil of *Heracleum persicum* composition, antioxidant and antibacterial activities of wild and cultivated *Lavandula mairei* Humbert. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2018; 76: 1-7.
<https://doi.org/10.1016/j.bse.2017.11.004>
 18. El-Sayed S. M, El-Sayed H. S. Antimicrobial nanoemulsion formulation based on thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil for UF labneh preservation. *Journal of Materials Research and Technology*. 2021; 10: 1029-1041.
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.12.073>
 19. Ghavam M. *Heracleum persicum* Desf. ex Fisch., CA Mey. & Avé-Lall. fruit essential oil: content, antimicrobial activity and cytotoxicity against ovarian cancer cell line. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 2023; 23(1): 87. <https://doi.org/10.1186/s12906-023-03892-2>
 20. Guerrero A, Ferrero S, Barahona M, Boito B, Lisbinski E, Maggi F, Sañudo C. Effects of active edible coating based on thyme and garlic essential oils on lamb meat shelf life after long-term frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020; 100(2): 656-664.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.10061>
 21. Heydari S, Jooyandeh H, Alizadeh Behbahani B, Noshad M. The impact of Qodume Shirazi seed mucilage-based edible coating containing lavender essential oil on the quality enhancement and shelf-life improvement of fresh ostrich meat: An experimental and modeling study. *Food Science & Nutrition*. 2020; 8(12): 6497-6512.
<https://doi.org/10.1002/fsn3.1940>
 22. Mahboubi M, Avijgan M, Darabi M, Saadat M, Sarikhani S, Kassaiyan N, Overview on *Echinophora platyloba*, a synergistic anti-fungal agent candidate. *J Yeast Fungal Res*. 2010; 1(5):88-94.
 23. Mozaffarian V. A short survey of the plants of the Umbelliferae (Apiaceae) family in Iran and their value and

- Characterization*. 2020; 14: 3333-3344.
<https://doi.org/10.1007/s11694-020-00578-y>
34. Torusdag G. B, Gumus S Boran G. Effect of gelatin-based active coatings formulated with rosemary extract on quality of cold stored meatballs. *Food Science and Technology*. 2021; 42. <https://doi.org/10.1590/fst.27421>
 35. Yagmur A, Aserin A, Mizrahi Y, Nerd A, Garti N. Evaluation of argan oil for deep-fat frying. *LWT-Food Science and Technology*. 2001; 34(3): 124-130. <https://doi.org/10.1006/fstl.2000.0697>
 36. Zhao X, Chen L, Wongmaneepratip W, He Y, Zhao L, Yang H. Effect of vacuum impregnated fish gelatin and grape seed extract on moisture state, microbiota composition, and quality of chilled seabass fillets. *Food Chemistry*. 2021; 354: 129581. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129581>
 - (Golpar) and foodborne pathogens. *Int J Enteric Pathog*. 2017; 5(2): 41-44. <https://doi.org/10.15171/ijep.2017.10>
 30. Sharma R, Jafari S. M, Sharma S. Antimicrobial bio-nanocomposites and their potential applications in food packaging. *Food Control*. 2020; 112: 107086. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107086>
 31. Solans C, Esquena J. O. R. D. I, Forgiarini A. M, Uson N. U. R. I. A, Morales D. A. N. I. E. L, Izquierdo P, Azemar N, Garcia-Celma M. J. Nano-emulsions: formation, properties, and applications. *Surfactant science series*. 2003; 525-554.
 32. Tadros T. Application of rheology for assessment and prediction of the long-term physical stability of emulsions. *Advances in colloid and interface science*. 2004; 108: 227-258. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2003.10.025>
 33. Tometri S. S, Ahmady M, Ariaii P, Soltani M. S. Extraction and encapsulation of Laurus nobilis leaf extract with nano-liposome and its effect on oxidative, microbial, bacterial and sensory properties of minced beef. *Journal of Food Measurement and*