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

سید حسین سید قوامی*[1]- آرمان بیاتی کلیمانی[2]

[1] گروه علوم و صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران
[2]گروه علوم و صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

مسئول مکاتبات hosseinghavamiuni9800@gmail.com

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 درصداسانس گلپر شناسایی شد کهترانس کاروئول با فراوانی ۴۱/۴۲۳ درصد ترکیب اصلی و غالب اسانس گلپر بود. نانوامولسیون‌ها با شاخص چند پراکندگی برابر با ۰/۴۳۵ یکنواختی توزیع اندازه قطرات را نشان دادند. محتوی فنولی ۱/۷۵ میلی‌گرم/گرمگالیک اسید و آنتی‌اکسیدانی (IC50)۲/۲۸ میلی‌گرم/گرم نانوامولسیون بود. بررسی خاصیت آنتی-باکتریال نانوامولسیون گلپر نشان داد بر روی هر دوباکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشرشیاکلی* خاصیت ضد میکروبی داشت ($p<0.05$).سپس تیمارهادر ۵ گروه Co(شاهد)، T1(پوشش ژلاتین ۲درصد)، T2(پوشش ژلاتین + ۱ درصد نانوامولسیون گلپر)،T3(پوشش ژلاتین + ۲ درصد نانوامولسیون گلپر) و T4(پوشش ژلاتین + ۳ درصد نانوامولسیون گلپر) تهیه شدند.نتایج نشان داد که افزایش غلظت نانوامولسیون در پوشش‌ها، منجر به کاهش اُفت رطوبت نمونه‌ها شد($p<0.05$) همچنین پوشش‌های حاوی نانو امولسیون گلپر به میزان قابل توجهی از افزایش میزان pH، شاخص تیوباربیتوریک اسید و نیتروژن فرار تیمارها نسبت به نمونه‌های Coو T1 جلوگیری کرد($p<0.05$). این تأثیر با افزایش غلظت نانو امولسیون‌ها درون پوشش مشهودتر بود($p<0.05$). با بررسی ارزیابی حسی، تأثیر مثبت استفاده از پوشش‌های حاوی نانو امولسیون بر ویژگی حسی پذیرش کلی تیمارها از طرف ارزیابان حسی گزارش شد($p<0.05$). بطورکلی، استفاده از نانوامولسیون گلپر در پوشش ژلاتینی نه تنها عمر ماندگاری پته‌های گوشت چرخ کرده را افزایش داد بلکه خصوصیات حسی آن‌ها را نیز بهبود بخشید.

کلمات کلیدی: ، پوشش خوراکی، ژلاتین، گلپر، نانوامولسیون، گوشت چرخ کرده

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 خُرد 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 رادیکال های آزاد می شود 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 افزایشبرای 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، به‌عنوان 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 مهم ترین گونه های بومی *Heracleum persicum*با نام فارسی «گلپر» است (۲۳). گزارش های علمی حاکی از وجود شش فلاونوئید و فورانوکومارین 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 زودهنگام 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 کارایی‌اسانس‌های روغنیبرای 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. Torusdagو 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 براین 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 ترشحی و ویژگی‌های رنگ اصلاح شده، به ویژه افزایش زردی و شاخص کروما[1] 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 نانوامولسیون اسانس روغنی گلپر به عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریالی بود. این مطالعه به بررسی ویژگی‌های نانوامولسیون اسانس روغنی گلپر و فعالین آنتی-اکسیدانی و انتی‌باکتریالی آن بر روی پاتوژن‌ها و همچنین کارایی آن‌ها در افزایش ماندگاری گوشت چرخ کرده گاو پوشش‌دهی شده پرداخته است.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-تهیه مواد اولیه

گیاه گلپر از روستای شهرستانک (استان البرز) جمع‌آوری شد. گوشت گاو بصورت تازه از بازار محلی کرج تهیه گردید. پودر ژلاتین از شرکت سیگما-آلدریچ[2](آلمان)، مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک[3](آلمان) و محیط‌های کشت مورد نیاز از شرکت Q-Lab (کانادا) خریداری شدند.

۲-۲- تهیه اسانس روغنی گلپر

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

۲-۳-تهیه نانوامولسیون عصاره روغنی گلپر

[1] Chroma
[2] Sigma-Aldrich
[3] Merck

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 (۳ ± ۲۵ درجهسانتی‌گراد) همزده شد. در همین حین، مخلوط اسانس گلپر و توئین ۸۰ آرام آرام به مخلوط اضافه شد. سپس امولسیون‌های پیش مخلوط تولید شده به مدت ۱۵ دقیقه (۵±۳۰ درجه سانتی‌گراد) به حمام آب اولتراسونیک (Greatultrasonic -کشورکره) با توان ۱۰۰ وات و فرکانس ۴۰ کیلوهرتز منتقل شدند.نسبت سورفکتانت به روغن برای همه نانوامولسیون‌ها (۱:۱) ثابت شد (۳۴).

۲-٤-تهیه پوشش خوراکی بر پایه ژلاتین

ابتدا ۳ گرم از پودر ژلاتین گاوی در آب مقطر استریل افزوده تا محلول‌های ژلاتینی با غلظت۲ درصد تهیه شد. سپس به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد درون بن ماری (Labtech- کشورکره) حل شد. pHنهایی 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[1] به محلول اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه همزده شد. جهت تهیه پوشش خوراکی فعال، نانوامولسیون اسانس گلپر تهیه شده در غلظت‌های۱ و ۲ و ۳ درصد به محلول ژلاتینی افزوده و بطور کامل مخلوط شدند (۳۴).

۲-۵-تهیه گوشت گاو چرخ کرده و پوشش‌دهی

گوشت گاو بدون چربی بصورت‌تازه از بازارتهیه پس از چرخ کردن بصورت پته‌های به وزن ۵۰ گرم به‌صورت دستی در شرایط استریل(با دستکش یکبار مصرف و چاقو و تخته نمیز) تهیه سپس چرخ شد. جهت‌تهیه‌تیمارها، ابتدا نمونه‌های پته گوشتی در محلول پوشش‌دهیبه مدت ۳۰ ثانیه غوطه‌ور شدند. پس از ۲ دقیقه مجدداً به مدت ۳۰ ثانیه درون محلول ژلاتینی غوطه‌ور شدند.نهایتاًجهت تشکیل فیلم روی پته‌های گوشتی، در زیر هود قرارداده شده‌تاخشک‌شدند. نمونه‌های پوشش داده شده درون کیسه-های‌پلاستیکی،به‌مدت ۱۵ روز در یخچال‌نگهداری شدند. نمونه‌گیری در زمان‌های‌مشخص (۱، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) انجام شد (۳۴).

[1] Plasticizer

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

۲-٦- آزمون‌ها

۲-٦-۱- شناسایی ترکیبات فرار اسانس گلپر با GC-Mass

سیستم GC-MSمجهز به یک ستون HP-5MS 30متری، 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 سانتی‌گراد برای ۰ دقیقه، ب) افزایش ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه از ۶۰ درجه سانتی گراد به ۲۴۶ درجه سانتی گراد.دمای انژکتور و آشکارساز ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بود. ترکیبات با مقایسه طیف‌هایبدست آمدهو طیف جرمی آنها با مجموعه‌های طیفی در کتابخانه(NIST-14) NISTشناسایی شدند (۱۹).

۲-٦-۲-اندازه‌گیری میانگین قطر حجمی نانو امولسیون اسانس گلپر

به منظورجلوگیری از پراکنش متعدد ذرات[1] نانوامولسیون‌ها نسبت۱به۵۰ با آب مقطر رقیق شدوبه وسیله دستگاه پراکندگی نور پویا[2] (Microtrac – مدل Nanotrac Wave– کشور آمریکا) اندازه قطرات در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد و با زاویه ۹۰ درجه اندازه‌گیری شد (۲۷).

۲-٦-۳- اندازه‌گیری محتوی فنولی

میزان ترکیبات فنلی به روش فولین سیوکالتیو[3] با استفاده از گالیک اسید به عنوان استاندارد انجام شد. ۱۰ میلی‌گرم عصاره، به ۳ گرم آب مقطر، ۰/۲۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو و ۲ میلی‌لیتر بی‌کربنات سدیم (افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای

[1]Multiple Scattering
[2]Dynamic Light Scattering
[3] Folin-Ciocalteu

۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتوفتومتر (Shimatzo–کشور ژاپن) در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت و نتایج بر حسب گالیک اسید (میلی‌گرم بر گرم) گزارش شدند (۲۷).

۲-۶-٤-اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی نانو امولسیون اسانس گلپر

ابتدا ۰/۲ میلی‌لیتر از نانو امولسیون تهیه شده به ۴ میلی‌لیتر محلول متانولی ۶۰ میکرو مولار رادیکال آزاد ۲و۲- دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل[1] 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 بر اساس رابطه ۱ گزارش شدند (۲۷).

رابطه ۱

$$\text{درصد مهار رایکال آزاد} = \frac{\text{جذب نمونه} - \text{جذب شاهد}}{\text{جذب شاهد}} \times ۱۰۰$$

۲-۶-۵-ارزیابی حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC)[2]و حداقل غلظت کشندگی (MBC)[3]

ابتدا سوسپانسیون میکروبی، کشت شبانه تازه میکروارگانیسم‌های *استافیلوکوس اورئوس*(ATCC 6735)و *اشرشیاکلی* (ATCC 8739)، تهیه شده از مرکز کلکسیون‌های صنعتی ایران،دو بار با محیط کشت مولر هینتون براث تغلیظ شد. MICبه روش میکرو رقیق-سازی[4] تعیین شد. برای این منظور، اسانس و نانوامولسیون اسانس گیاه گلپر در محلول ۴ درصد دی متیل سولفوکسید[5] (Merck – آلمان) رقیق و سپس ۱۰۰ میکرولیتر از هر رقت درون پلیت‌های چندخانه[6] ریخته شد. ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون میکروبی به طور جداگانه تلقیح شد. سپس پلیت‌های چندخانه به دقت مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری (شیماز – ایران) شدند. پایین‌ترین غلظت مهار رشد میکروارگانیسم‌ها به عنوانMICگزارش شد. جهت تعیین میزان MBC، از هر چاهک به کمک سمپلر ۱۰۰ میکرولیتر برداشته و روی محیط کشت مولر هینتون آگار[7] کشت داده شد و در دمای ۳۷ درجهٔ سانتی-گرادبه مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری انجام شد. پایین‌ترین غلظت کشنده کامل میکروارگانیسم‌ها (کاهش ۹۹/۹ درصدی در (Log cfu/ml) به عنوان MBCگزارش شد (۱۷).

۲-۷- آزمون‌های گوشت چرخ کرده پوشش‌دهی شده

۲-۷-۱- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

[1] DPPH
[2] Minimum Inhibitory Concentration
[3] Minimum Bactericidal Concentration
[4] Microdilution
[5] Dimethyl sulfoxide
[6] Microwell plate
[7] Muller-Hinton Agar

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 تیوباربیتوریک اسید

حدود ۱۰ گرم از نمونه سینه مرغ وزن شده و با ۱ میلی‌لیتر از هیدروکسی تولوئن بوتیله[1] (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 تیوباربیتوریک 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 TBARSبر اساس اکی والان میلی‌گرم مالون آلدئید بر یک کیلوگرم نمونه بیان شد (۱۱).

۲-۸-ارزیابی حسی

ویژگی‌حسی 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 یکطرفه (One-way ANOVA) مقایسه و تفاوت‌های معنی‌دار آماری بین مقادیر میانگین-ها با استفاده از آزمون تعقیبی چند دامنه‌ای دانکن تعیین شد. نتایج آزمون‌های آماری به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSSنسخه ۲۶ انجام گردید. سطح معنی‌داری $p \leq ۰/۰۵$ برای مقایسه داده‌ها در نظر گرفته شد.

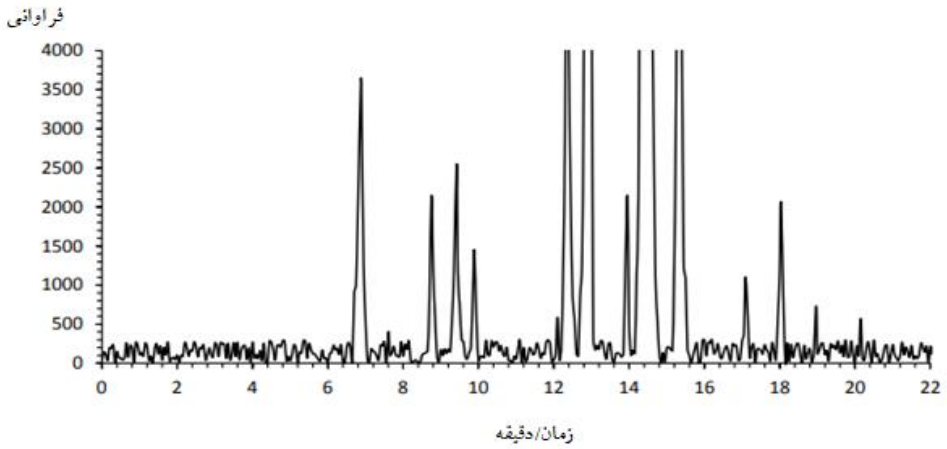
۳- نتایج و بحث

۳-۱-بررسی ترکیبات شناسایی شده در اسانس گلپر

نتایج تجزیه و تحلیل توسطGC-MSنشان داد که ۱۸ ترکیب با محتوای نسبی ۹۹/۹۸ درصدوجوددارد (جدول۲وشکل ۱). ترانس کاروئول[2] با فراوانی ۴۱/۴۲۳ درصد ترکیب اصلی و غالب اسانس گلپر بود. آلفا -ترپینئول[3]نیز با فراوانی ۲۶/۶۴۷ درصد دومین ترکیب غالب و اصلی شناسایی شده در اسانس گلپر بود. ترکیبات اسانس روغنی گلپر جمع‌آوری شده از مناطق مختلف در مطالعات گزارش

[1] Butylated hydroxytoluene
[2] Trans-carveol
[3] α-terpineol

شده است. مصطفوی[1] و همکاران (۲۰۲۲) ۲۳ ترکیب در اسانس روغنی گلپر شناسایی کردند که بیشترین ترکیب مربوط به hexyl butyrate(۴۴/۷ درصد) بود (۲۴). احسانی[2] وهمکاران (۲۰۱۹)، استرهای آلیفاتیک را جزء غالب در اسانس روغنی گلپر معرفی کردند (۱۶). دلیل اصلی تفاوت نتایجپژوهش حاضر با تحقیقات قبلی می‌تواند 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

[1] Mustafavi
[2] Ehsani

جدول ۲-درصد فراوانی ترکیبات شیمیاییشناسایی شده در اسانس روغنی گلپر

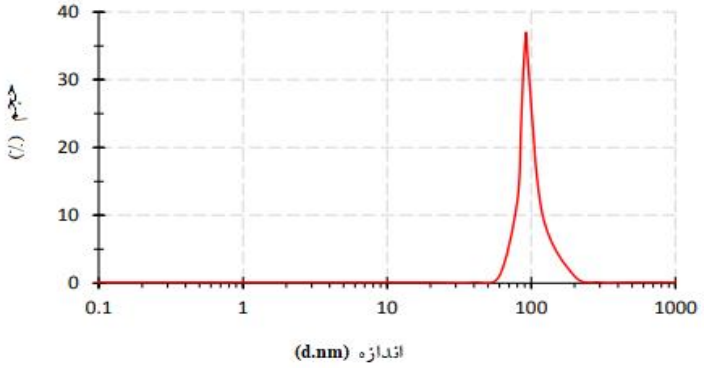
ترکیب	فرمول شیمیایی	ماهیت ترکیب	شاخص بازداری	درصد
2-heptanone	$C_7H_{14}O$	کتون	۶/۸۸	۳/۵۱۲
α- pinene	$C_{10}H_{16}$	ترپن	۷/۶۱	۰/۳۸۸
δ-3-carene	$C_{10}H_{16}$	مونوترپن	۸/۵	۲/۰٦۷
(E)-β-ocimene	$C_{10}H_{16}$	مونوترپن	۹/۴۲	۲/٤٥۳
Terpinolene	$C_{10}H_{16}$	مونوترپن	۸/۸۹	۱/۳۸۸
Cis-thujone	$C_{10}H_{16}$	مونوترپن	۱۱/۰۵	۰/۱۷۷
Heptyl acetate	$C_9H_{18}O_2$	استر	۱۲/۱۰	۰/٥٤٦
Camphor	$C_{10}H_{16}O$	ترپنوئید	۱۲/۳۵	٦/۸۲۷
α-terpineol	$C_{10}H_{18}O$	مونوترپن	۱۲/۹۱	۲٦/٦٤۷
Trans- piperitol	$C_{10}H_{18}O$	مونوترپن	۱۳/۹۶	۲/۰٥۱
Trans-carveol	$C_{10}H_{16}O$	مونوترپن	۱۴/۴۴	٤۱/٤۲۳
Isobornyl formate	$C_{11}H_{18}O_2$	مونوترپن	۱۵/۳۱	۷/۷٤٥
Methyl decanoate	$C_{12}H_{24}O_2$	استر	۱۶/۳۶	۰/۲٤۱
δ- elemene	$C_{15}H_{24}$	سسکوترپن	۱۷/۰۹	۱/۰٥۸
α-copaene	$C_{15}H_{24}$	مونوترپن	۱۸/۰۳	۱/۹۸۹
Z-β-farnesen	$C_{15}H_{24}$	مونوترپن	۱۸/۹۷	۰/۷۰۳
Caryophyllene oxide	$C_{15}H_{24}O$	مونوترپن	۱۹/۶۶	۰/۲۲۱
n-nonadecane	$C_{19}H_{40}$	آلکن	۲۰/۱۵	۰/٥٤۸

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

اندازه ذرات بر حسب نانومتر، مقدار آن‌ها بر حسب درصد همچنین پیک‌های منتخب نانوامولسیون در شکل ۲ ارائه شده‌اند. منحنی بدست آمده تک قله‌ای با گستردگی پهنا ۳۱ نانومتر بود.نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اندازه ذرات به ترتیب فراوانی۸۳/۵درصد(۹۱/۲۸ نانومتر)، ۱۰/۷درصد(۷۸/۸۲ نانومتر)، ۶/۴درصد(۱۰۵/۷ نانومتر) ، ۱/۳ ٪ (۱۲۲/۴ نانومتر) و ۰/۵ درصد (۶۸/۰۶ نانومتر) بود.مقدار شاخص چند پراکندگی (PDI)[1]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 بدست آمده مقدار پایینی داشت که نشان دهنده پایداری کلی و همگنی خوب است.ریز بودن اندازه قطرات و ویژگی‌های منحصر به فرد

[1] polydispersity index

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).



شکل ۲- توزیع اندازه ذرات نانوامولسیون‌ها

۳-۳-بررسی محتوی ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی نانوامولسیون اسانس گلپر

جدول ۳ محتوی ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی نانوامولسیون اسانس روغنی گلپر در مقایسه با فرم آزاد آن را نشان می‌دهد. مطابق با نتایج اختلاف آماری معنی‌داری بین محتوی فنولیکاسانس روغنیگلپر آزاد (۱۸/۷۵ میلی‌گرم گالیک اسید/گرم) و ریز پوشانی شده (۱/۷۵ میلی‌گرم گالیک اسید/گرم) گزارش شد($P<0.05$). همچنین خاصیت آنتی‌اکسیدانی(IC50) به ترتیب۰/۲۳ و ۲/۲۸ تعیین شد($P<0.05$).ترکیبات فنلی یکی از مهم‌ترین متابولیت‌های ثانویه گیاهان هستند، پژوهش‌های مختلف نشان داده که خواص آنتی-اکسیدانی بسیاری از ترکیبات و بافت‌های گیاهی تا حدودی متأثر از وجود ترکیبات فنلی و مشتقات آنهاست و ارتباط مثبتی بین میزان ترکیبات فنلی (به عنوان حذف کننده‌های رادیکال آزاد و دهنده هیدروژن) و قدرت آنتی‌اکسیدانی گیاهان وجود دارد (۱۴). افزایش غلظت ترکیبات فنولی بطور مستقیم میزان توانائی نمونه‌های مختلف را در مهار رادیکال‌های آزاد افزایش می‌دهد. در غلظت‌های بالاتر ترکیبات فنولی به دلیل افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در محیط واکنش، احتمال اهداء هیدروژن به رادیکال‌های آزاد و به دنبال آن قدرت مهار کنندگی افزایش می‌یابد. قدرت مهار کنندگی نمونه‌های مختلف به میزان زیادی به تعداد و موقعیت گروه‌های

هیدروکسیل و وزن مولکولی ترکیبات فنولی بستگی دارد. در ترکیبات فنولی با وزن مولکولی پائین‌تر گروه‌های هیدروکسیل راحت‌تر در دسترس قرار می‌گیرند (۱۸). کمتر بودن خاصیت آنتی‌اکسیدانی در نانوامولسیون اسانس گلپر به دلیل این است که فاز بیرونی نانو امولسیون‌ها عاری از هرگونه ترکیبات فنولیک هستند و خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها به رهایش مواد فرار از فاز درونی به فاز بیرونی مربوط می‌گردد. با توجه به محدودیت استفاده از اسانس‌های روغنی به دلیل حلالیت کم در آب، پایداری کم و فراریت زیاد مواد موثره آن و خواص ارگانولپتیک شدید، استفاده از نانو امولسیون را می‌توان توصیه کرد (۳۲). ناناکلی[1](۲۰۲۳) نیز نشان داد نمونه اسانس گلپر خالص دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به نمونه‌های نانوامولسیونی است که دلیل آن را می‌توان به وجود مقادیر کمتر اسانس گلپر در نمونه‌های نانو امولسیون مربوط کرد (۲۵).

جدول ۳- محتوای فنل تام و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (IC50 mg/ml) نانوامولسیون و اسانس روغنی گلپر (میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم)

	اسانس روغنی گلپر	نانو امولسیون اسانس روغنی گلپر
محتوای فنل تام	۱۸/۷۵ ± ۰/۰۶[a]	۱/۷۵ ± ۰/۵۸[b]
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۰/۲۳± ۰/۲۳[a]	۲/۲۸± ۰/۰۳[b]

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

۳-٤-بررسی خاصیت آنتی‌باکتریال نانوامولسیون اسانس گلپر

بر اساس نتایج جدول ۴ اسانس روغنی گلپر فعالیت ضدمیکروبی بر روی هر دو باکتری‌های گرم مثبت و منفی نشان داد($P<0.05$). باکتری *استافیلوکوکوساورئوس*(گرم مثبت) نسبت به *اشرشیاکلی*(گرم منفی)حساس‌تر 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 نانوامولسیون شده برای اعمال خاصیت MICو MBC غلظت کمتری نشان داد که نشان دهنده قوی‌تر بودن خاصیت آنتی-باکتریالی نانواسانس روغنی گلپر است. این امر به دلیل اندازه ذرات با ابعاد نانو است که می‌توانند 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 شریعتی‌فر[2]و همکاران (۲۰۱۷)، نشان دادند اسانس روغنی گلپراثر ضد میکروبی قوی‌تری بر روی باکتری‌های گرم مثبت نشان داد

[1]Nanakali
[2]Shariatifar

(۲۹). همچنین ناناکالی (۲۰۲۳) نیز نشان داد اسانس گلپر بر روی دو باکتری گرم مثبت (*اشرشیاکلی*) و گرم منفی (*استافیلوکوکوس اورئوس*) خاصیت آنتی‌باکتریال به ویژه فعالیت بیشتر در برابر *استافیلوکوکوس اورئوس*داشت (۲۵).

جدول ٤–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**(میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)**	
اشرشیاکلی	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۰^{a}	۱۰/٤۱ ± ۲/۹٤^{b}
استافیلوکوکوس اورئوس	۱۰/٤۳± ۲/۹٤^{a}	۸/۳۳ ± ۲/۹٤^{a}
	حداقل غلظت کشندگی**(میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)**	
اشرشیاکلی	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۰^{a}	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۰^{a}
استافیلوکوکوس اورئوس	۱۰/٤۱ ± ۲/۹٤^{a}	۸/۳۳ ± ۲/۹٤^{b}

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

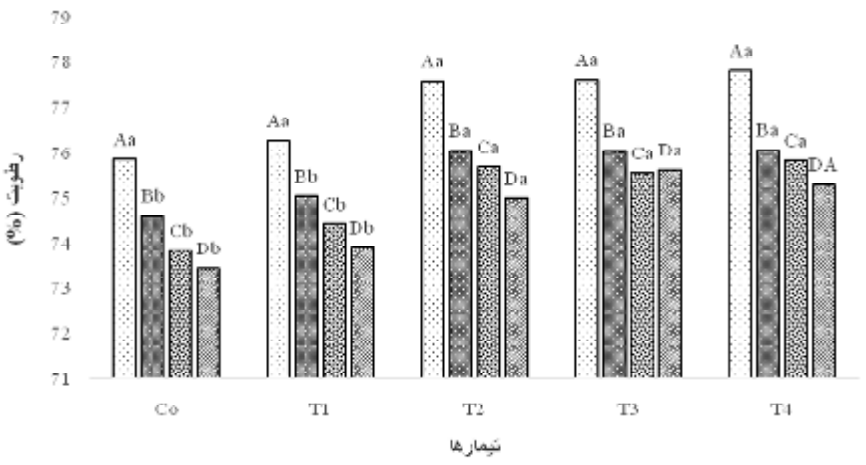
۳-۵-بررسی خاصیت فیزیکوشیمیایی پته‌های گوشت چرخ کرده

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 مودر 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 بطوریکه بیشترین کاهش اُفت رطوبت در پته‌هایگوشتی بدون پوشش و تیمار T1مشاهده شد (P<0.05). اُفت رطوبت تیمارهای پوشش داده شده با نانو امولسیون گلپر بطور قابل توجهی نسبت به نمونه شاهد کاهش نشان داد(P<0.05). هرچند که اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه‌های پوشش داده شده در رزوهای مختلف از لحاظ محتوی رطوبتی مشاهده نشد. (P<0.05). مطالعات نشان داده که پوشش‌های مبتی بر ژلاتین نسبت به رطوبت حساس هستند. به منظور بهبود این ویژگی، ترکیب ژلاتین با پلی‌فنل‌ها به منظور ایجاد اتصال عرضی راهکاری امیدوارکننده است (۳۶).همراستا با نتایج این تحقیق ژائو[1] و همکاران (۲۰۲۱)، نشان دادند استفاده از عصاره انگور در پوشش ژلاتین اُفت رطوبت در نمونه‌های سوسیس

[1] Zhao

کم‌چرب پوشش داده را کاهش داد (۳۶). همچنین کیو[1] و همکاران (۲۰۲۲)، کاهش اُفت رطوبت در پته‌های مرغ پوشش داده شده برپایه ژلاتین-کیتوزان حاوی عصاره‌های گیاهی را نشان دادند (۲۶).



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، 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

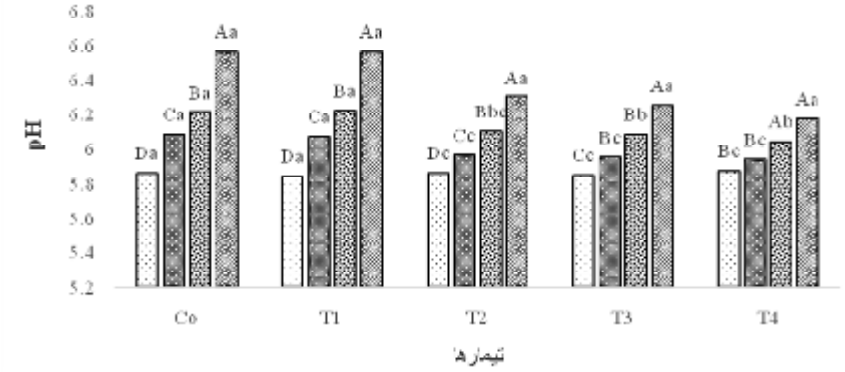
- حروف کوچک متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هرستون است ($p<0.05$)
- حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در هر سطر است ($p<0.05$)

۳-۵-۲- بررسی تغییرات pH

در سال ۱۹۹۵، FAO طی گزارشی اعلام کرد که pH مواد غذایی می‌تواند شاخص خوبی برای شرایط بهداشتی و ا یمنی مواد غذایی باشد. نمودار ۲ تأثیر معنادار پوشش و مدت زمان نگهداری بر تغییرات pHتیمارها گزارش می‌دهد. در تمامی روزها بین تیمار شاهد و تیمارهای پوشش ژلاتین به تنهایی تفاوت معناداری از لحاظ pHگزارش 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 نانواولسیون گلپر pHکمتری داشتند($p<0.05$) با این حال، روند افزایشی میزان pHدر تمام تیمارها طی ۱۵ روز زمان نگهداری مشاهده شد($p<0.05$) علت اصلی روند افزایشی pHدر گوشت نگهداری شده در دمای یخچال به تولید ترکیبات قلیایی مثل آمونیاک و تری

[1] Qiu

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 pHمی‌شوند (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 دی-اکسید کربن،از افزایش pHگوشت جلوگیری می کند (۲۲). بنی کریمی[1] وهمکاران (۲۰۲۰) نشان دادند pHفیله اردک پوشش داده شده با ژلاتین و عصاره رزماری طی ۹ روز نگهداری از تیمارهای پوشش داده نشده کمتر بود و استفاده از ژلاتین به تنهایی در پوشش فیله‌ها تأثیر معناداری بر تغییرات pH نشان نداد (۱۳).عبداله‌زاده[2] وهمکاران (۲۰۲۳) نیز نشان دادند استفاده از اسانس گلپر در پوشش کیتوزان افزایش pH در فیله‌های ماهی پوشش‌دهی شده را کُند کرد (۶).



نمودار ۲-نتایج تغییرات pHپته 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 تیوباربیتوریک اسید

[1] Banikarimi
[2] Abdollahzadeh

اکسیداسیون لیپید درگوشت یکی از دلایل کاهش کیفیت گوشت در طی دوره نگهداری است. اکسیداسیون لیپید درگوشت مکانیسم پیچیده‌ای دارد. درطی این فرآیند علاوه بر تاثیرات نامطلوب بر طعم و رنگ،حلالیت پروتئین نیزکاهش یافته و در نهایت محصول از نظر ارزش تغذیه‌ای اُفت پیدا می‌کند (۶).مطابق با نتایج جدول ۵،در روز اول اختلاف آماری معنی دار در شاخص تیوباربیتوریک اسید بین نمونه‌ها گزارش نشد ($p>0.05$). طی ۱۵ روز زمان نگهداری روند افزایش معنی‌دار تیوباربیتوریک 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 ($p<0.05$). درحالی‌که افزودن نانوامولسیون گلپر روند افزایش تیوباربیتوریک را بطور معنی‌دار کاهش داد($p<0.05$).افزایش غلظت عصاره استفاده شده در پوشش تأثیر مثبت بر این روند نشان داد ($p<0.05$).به طوریکه نمونه T4کمترین میزان تیوباربیتوریک 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 آنتی‌اکسیدانی بالقوه درنانوامولسیون اسانس گلپر از طریق مهار رادیکال‌های آزاد باعث جلوگیری از افزایش معنی‌دار محصولات اولیه و ثانویه واکنش اکسیداسیون در نمونه‌های گوشت پوشش یافته شد (۳۵). عبداله‌زاده وهمکاران (۲۰۲۳) نشان دادند استفاده از اسانس گلپر در پوشش کیتوزان افزایش شاخص تیوباربیتوریک اسید در فیله‌های ماهی پوشش‌دهی شده را کُند کرد (۶). همچنین محمدی وخانی (۱۳۹۶) نشان دادند نمونه‌های سینه مرغ جوجه‌کبابی حاوی اسانس گلپر میزان تیوباربیتوریک اسید کمتری در طول دوره نگهداری نسبت به نمونه شاهد داشتند (۱).

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

تیمار	روز ۱	روز۵	روز ۱۰	روز ۱۵
Co	۰/۲۵± ۰/۰۱^{Aa}	۱/۰۱± ۰/۰۱^{Ba}	۱/۷۲± ۰/۰۳^{Ca}	۲/٤۱± ۰/۰۱^{Da}
T1	۰/۲۵± ۰/۰۱^{Aa}	۰/۹٦ ± ۰/۰۱^{Ba}	۱/٦٦± ۰/۰۲^{Ca}	۲/٥٤± ۰/۰۱^{Da}
T2	۰/۲۷± ۰/۰۱^{Aa}	۰/۸۹± ۰/۰۲^{Bb}	۱/۳۱± ۰/۰۲^{Cb}	۱/۸۲± ۰/۰۳^{Db}
T3	۰/۲٦± ۰/۰۰^{Aa}	۰/۸۹± ۰/۰۱^{Bb}	۱/۲٥± ۰/۰۱^{Cb}	۱/۷۳± ۰/۰۳^{Db}
T4	۰/۲۷± ۰/۰۱^{Aa}	۰/۸۲± ۰/۰۱^{Ba}	۱/۰۹± ۰/۰٤^{Cbc}	۱/۱۰± ۰/۰۲^{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 ($p<0.05$)

۳-۵-٤- بررسی تغییرات میزان نیتروژن فرار کل

اندازه‌گیری 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. تولیداین مواد سبب ایجاد بوی بد نامطبوع درمحصولات گوشتی گردیده و پذیرش توسط مصرف کننده راکاهش می‌دهد (۱۰). باتوجه به جدول ۶ در روز اول اختلاف آماری معنی‌داری 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 ،T1گزارش شد ($p>0.05$). مطابق با نتایج، میزان ازت کل در تیمارهای پوشش داده شده حاوی نانوامولسیون اسانس گلپر روند افزایشی کندتری داشتند ($p>0.05$). استفاده از غلظت‌های بالاتر نانوامولسیون گلپر این روند افزایشی را کندتر کرد. به طوریکه تیمار T4(کمترین مقدار ازت فرار در روز ۱۵ آزمایش را نشان داد ($p>0.05$).ازآنجائیکه تولید مواد ازته در نتیجه فعالیت میکروارگانیسم‌ها و دِکربوکسیلاسیون اسیدهای آمینه است احتمالاً اثر بازدارندگی پوشش‌ها بر میکروارگانیسم‌ها منجر به کاهش تولید آنزیم‌های دِکربوکسیله کننده می‌شود که در نتیجه آن بازهای ازته فرار کمتری تولید می‌گردند (۲۸).در غلظت‌های بالاتر نانوامولسیون گلپر، ترکیبات فنلی نیز افزایش یافت، متعاقباً اثر ضد باکتریایی نیز افزایش می‌یابد، درنتیجه با جلوگیری از ایجاد و افزایش ترکیبات آمینی و نیتروژن دار عامل فساد در گوشت، اثر ممانعت‌کنندگی بر افزایش ازت فرار کل را نشان می‌دهند (۳۳). عبداله‌زاده‌وهمکاران (۲۰۲۳) نشان دادند استفاده از اسانس گلپر در پوشش کیتوزان افزایش میزان ترکیبات ازت فرار در فیله‌های ماهی پوشش‌دهی شده را کاهش داد (۶). همچنین محمدی وخانی (۱۳۹۶) نشان دادند نمونه‌های سینه مرغ جوجه‌کبابی حاوی اسانس گلپر میزان ترکیبات ازت فرار کمتری در طول دوره نگهداری نسبت به نمونه شاهد داشتند. این محققان نشان دادند این کاهش بطورمعناداری وابسته به غلظت اسانس گلپر بود (۱).

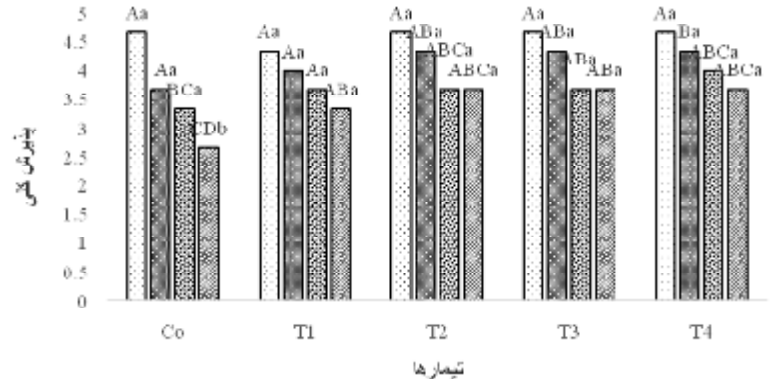
جدول ٦- نتایج تغییرات نیتروژن فرار کل (برحسب mg/100g)پته گوشت چرخ کرده پوشش داده شده طی ۱۵ روز نگهداری

تیمار	روز ۱	روز۵	روز ۱۰	روز ۱۵
Co	٤/٠٢± ٠/٤١^{Aa}	٧/٨٧± ٠/٤١^{Ba}	١٧/٩٢± ٠/٢٨^{Ca}	٣٠/٠٨± ٠/٥٨^{Da}
T1	٣/٩٠± ٠/٣٨^{Aa}	٧/٧٨± ٠/١٦^{Bb}	١٧/٤٨± ٠/٣٢^{Ca}	٢٩/٥١± ٠/٥٨^{Da}
T2	٤/٠١± ٠/٣٢^{Aa}	٧/٧٦± ٠/١٦^{Bbc}	١٥/٣٩± ٠/٥٦^{Cb}	٢٨/١٥± ٠/٩٨^{Db}
T3	٣/٨٩± ٠/٤١^{Aa}	٧/٧١± ٠/١٦^{Bc}	١٣/٧٢± ٠/٢٨^{Cc}	٢٥/٥٦± ٠/١٦^{Dc}
T4	٣/٨١± ٠/٣٢^{Aa}	٦/٧٣± ٠/٢٨^{Bd}	١١/٦٧± ٠/٢٨^{Cd}	٢٢/٤٨± ٠/١٦^{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 ($p<0.05$)

۳-۵-۵- بررسی ارزیابی حسی پذیرش کلی

طی بررسی پذیرش کلی نمونه‌های 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 پته‌های گوشتی پوشش داده شده با ژلاتین/نانوامولسین گلپر مقبولیت پذیرش این تیمارها نسبت به نمونه شاهد و نمونه T1 از روز ۱۰ آزمایش به بعد را نشان داد ($p<0.05$). همراستا با نتایج ما، محمدی و خانی (۱۳۹۶) نشان دادند بالاترین امتیاز مربوط به نمونه‌های سینه جوجه کبابی حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد اسانس گلپر، و پایین‌ترین امتیاز مربوط به نمونه-های شاهد بدون اسانس روغنی گلپر بود که تا روز چهارم نگهداری از پذیرش کلی قابل قبولی برخوردار بوده‌اند (۱). یوسفی و همکاران نیز (۱۳۹۷) نشان دادند که نمونه‌های دوغ حرارت دیده دارای اسانس گلپر از نظر پذیرش کلی، اختلاف معنی‌داری با نمونه کنترل داشتند (۵).



نمودار ۳-نتایج تغییرات پذیرش کلیپته 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 تیمارها است ($p<0.05$)
- حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده اختلاف معنادار در زمان نگهداری است ($p<0.05$)

٤-نتیجه‌گیری کلی

بطورکلی نتایج بدست 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 ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی، می‌تواند ضمن کاهش فرآورده‌های اکسیداسیون، گامی مؤثر در بهبود ویژگی‌های اکسایشی، حفظ کیفیت ارگانولپتیکی و افزایش مدت ماندگاری گوشتچرخ کرده بردارد.

منابع

۱. محمدی، ف. و خانی، ن، ۱۳۹۶. اثر اسانس گلپر بر زمان ماندگاری و ویژگیهای حسی سینه مرغ جوجه کبابی طی نگهداری در یخچال. نشریه علوم غذایی و تغذیه. ۱۶ (۲)، صص. ۸۹-۱۰۴.

۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۲. گوشت و فراورده‌های 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 فراورده‌های آن -تعیینpH-روش آزمون مرجع. استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸، تجدید نظر اول.

۴. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۶. روغن‌هاوچربی‌های گیاهی وحیوانی–اندازه‌گیری مقدار پراکسید به روش یدومتری–تعیین نقطه پایانی بهر وش چشمی. استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۷۹، تجدید نظر دوم.

۵. یوسفی، ع.ر، سیفی هاچه سو، ج، شیخلویی بناب، ح. و حاتمی، م. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر اسانس گلپر بر برخی از ویژگیهای میکروبی، شیمیایی و حسی دوغ حرارت دیده. نشریه بهداشت مواد غذایی. ۸ (۱)، صص. ۱۱-۹۱.

6. Abdollahzadeh, M., Elhamirad, A.H., Shariatifar, N., Saeidiasl, M. and Armin, M., 2023. 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*, 385, p.109996. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109996

Comment [u1]: شماره دی او آی

Comment [u2]: شماره دی او آی

7. Al-Shuibi, A.M. and Al-Abdullah, B.M., 2002. Substitution of nitrite by sorbate and the effect on properties of mortadella. *Meat science*, 62(4), pp.473-478. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00041-4
8. Aminzare, M., Hashemi, M., Hassanzad Azar, H. and Hejazi, J., 2016. The use of herbal extracts and essential oils as a potential antimicrobial in meat and meat products; a review. *J Hum Environ Health Promot*, 1(2), pp.63-74. http://dx.doi.org/10.29252/jhehp.1.2.63
9. Amiri, E., Aminzare, M., Azar, H.H. and Mehrasbi, M.R., 2019. 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*, 153, pp.66-74. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.03.004
10. Andevari, G.T. and Rezaei, M., 2011. Effect of gelatin coating incorporated with cinnamon oil on the quality of fresh rainbow trout in cold storage. *International journal of food science & technology*, 46(11), pp.2305-2311. 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. and Gharsallaoui, A., 2023. Nanoemulsion-Based Multilayer Films for Ground Beef Preservation: Antimicrobial Activity and Physicochemical Properties. *Molecules*, *28*(11), p.4274. https://doi.org/10.3390/molecules28114274.
13. Banikarimi, K., Mirzaei, H. and Farsi, M., 2020. Effect of gelatin coated rosemary extract (Rosmarinus Officinalis L.) on the quality of refrigerated duck meat. *Agricultural Science Digest-A Research Journal*, 40(1), pp.89-94. https://doi.org/10.18805/ag.D-180
14. Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, 94(3), pp.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. and Jianhua, L., 2019. Heracleum persicum: Chemical composition, biological activities and potential uses in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, *75*(2), pp.207-218. https://doi.org/10.1017/S0043933919000205
16. Ehsani, A., Rezaeiyan, A., Hashemi, M., Aminzare, M., Jannat, B. and Afshari, A., 2019. Antibacterial activity and sensory properties of Heracleum persicum essential oil, nisin, and Lactobacillus acidophilus against Listeria monocytogenes in cheese. *Veterinary world*, 12(1), p.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. and Elmoslih, A., 2018. Essential oil composition, antioxidant and

antibacterial activities of wild and cultivated Lavandula mairei Humbert. *Biochemical Systematics and Ecology*, 76, pp.1-7. https://doi.org/10.1016/j.bse.2017.11.004

18. El-Sayed, S.M. and El-Sayed, H.S., 2021. Antimicrobial nanoemulsion formulation based on thyme (Thymus vulgaris) essential oil for UF labneh preservation. *Journal of Materials Research and Technology*, 10, pp.1029-1041. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.12.073
19. Ghavam, M., 2023. 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*, 23(1), p.87. https://doi.org/10.1186/s12906-023-03892-2
20. Guerrero, A., Ferrero, S., Barahona, M., Boito, B., Lisbinski, E., Maggi, F. and Sañudo, C., 2020. 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*, 100(2), pp.656-664. https://doi.org/10.1002/jsfa.10061
21. Heydari, S., Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B. and Noshad, M., 2020. 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*, *8*(12), pp.6497-6512. https://doi.org/10.1002/fsn3.1940
22. Mahboubi, M., Avijgan, M., Darabi, M., Saadat, M., Sarikhani, S. and Kassaiyan, N., 2010. Overview on Echinophora platyloba, a synergistic anti-fungal agent candidate. *J Yeast Fungal Res,* 1(5), pp.88-94.
23. Mozaffarian, V., 2020. A short survey of the plants of the Umbelliferae (Apiaceae) family in Iran and their value and importance Monospecific genus, geographical distribution, endemism, medicinal, and other uses. *Iran nature*, *5*(5), pp.43-67. https://doi.org/10.22092/IRN.2020.122851
24. Mustafavi, S.H., Abbasi, A., Morshedloo, M.R., Pateiro, M. and Lorenzo, J.M., 2022. Essential oil variability in Iranian populations of Heracleum persicum Desf. ex-Fischer: A rich source of hexyl butyrate and octyl acetate. *Molecules*, 27(19), p.6296. https://doi.org/10.3390/molecules27196296
25. Nanakali, N.M., 2023. Fabrication of nano□encapsulated angelica (Heracleum persicum) essential oil for enriching dairy dessert: Physicochemical, rheological and sensorial properties. *IET nanobiotechnology*, 17(3), pp.171-181. https://doi.org/10.1049/nbt2.12112
26. Qiu, L., Zhang, M., Chitrakar, B., Adhikari, B. and Yang, C., 2022. 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*, 34, p.100933. https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100933
27. Rezaei Savadkouhi, N., Ariaii, P. and Charmchian Langerodi, M., 2020. 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*, 8(2), pp.1264-1271. https://doi.org/10.1002/fsn3.1415

28. Ruiz-Capillas, C. and Moral, A., 2005. Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (Thunnus obesus) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food chemistry*, 89(3), pp.347-354. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.041
29. Shariatifar, N., Mostaghim, T., Afshar, A., Mohammadpourfard, I., Sayadi, M. and Rezaei, M., 2017. Antibacterial properties of essential oil of Heracleum persicum (Golpar) and foodborne pathogens. *Int J Enteric Pathog*, 5(2), pp.41-44. https://doi.org/10.15171/ijep.2017.10
30. Sharma, R., Jafari, S.M. and Sharma, S., 2020. Antimicrobial bio-nanocomposites and their potential applications in food packaging. *Food Control*, 112, p.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. and Garcia-Celma, M.J., 2003. Nano-emulsions: formation, properties, and applications. *Surfactant science series*, pp.525-554.
32. Tadros, T., 2004. Application of rheology for assessment and prediction of the long-term physical stability of emulsions. *Advances in colloid and interface science*, 108. pp.227-258. https://doi.org/10.1016/j.cis.2003.10.025
33. Tometri, S.S., Ahmady, M., Ariaii, P. and Soltani, M.S., 2020. 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 Characterization*, 14, pp.3333-3344. https://doi.org/10.1007/s11694-020-00578-y
34. Torusdag, G.B., Gumus, S. and Boran, G., 2021. Effect of gelatin-based active coatings formulated with rosemary extract on quality of cold stored meatballs. *Food Science and Technology*, 42. https://doi.org/10.1590/fst.27421
35. Yaghmur, A., Aserin, A., Mizrahi, Y., Nerd, A. and Garti, N., 2001. Evaluation of argan oil for deep-fat frying. *LWT-Food Science and Technology*, 34(3), pp.124-130. https://doi.org/10.1006/fstl.2000.0697
36. Zhao, X., Chen, L., Wongmaneepratip, W., He, Y., Zhao, L. and Yang, H., 2021. Effect of vacuum impregnated fish gelatin and grape seed extract on moisture state, microbiota composition, and quality of chilled seabass fillets. *Food Chemistry*, 354, p.129581. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129581

The effect of bioactive edible coating gelatin/ Golpar nano emulsion on the shelf life of ground meat

Seyyed Hossein Seyyed Qavami*[1], Arman Bayati Kalimani[2]

[1] Department of Food Science and Industry, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

[2]Department of Food Science and Industry, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Abestract

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, useing of angelica nanoemulsion in gelatin coating not only increased the shelf life of minced meat patties but also improved their sensory characteristics.

Key words: edible coating, gelatin, *Heracleumpersicum* (Golpar), nanoemulsion, minced meat