DOI: 10.22092/VJ.2023.363618.2086
شماره ۱۴۳ تابستان ۱۴۰۳
تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک

مقاله کامل

مقایسه تاثیر پوشش ژلاتین حاوی روغن فرار لیموترش ایرانی و نارنج بر ماندگاری میگوی سفیدسرتیز *(Metapenaeu affinis)*

• **فاطمه فتحی‌مقدم**
گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سروستان، دانشگاه آزاد اسلامی، سروستان، ایران
• **مژگان شاه‌امیریان**
گروه شیمی، واحد سروستان، دانشگاه آزاد اسلامی، سروستان، ایران
• **لاله رومیانی(نویسنده مسئول)**
گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
• **مهرنوش تدینی**
گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲-۷-۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲-۹-۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲-۰۹-۰۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳-۰۴-۱۲
Email: l.roomiani@iauahvaz.ac.ir

چکیده
هدف از مطالعه ی حاضر استفاده از اسانس نارنج و لیموترش ایرانی همراه با ژلاتین بر ماندگاری میگو سفیدسرتیز بود. در این پژوهش استخراج اسانس از گیاهان نارنج و لیموترش ایرانی با روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر انجام شد. ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی جرمی شناسایی شدند. میگوها توسط پوشش خوراکی ژلاتین حاوی غلظت‌های سه و پنج درصد (حجمی/حجمی) از اسانس نارنج و لیموترش ایرانی پوشیده شدند. آزمون‌های شیمیایی (pH، عدد پراکسید، بازهای نیتروژنی‌فرارکل و تیوباربیتوریک‌اسید)، آزمون‌های میکروبی (شمارش کل میکروارگانیسم‌های زنده و سرمادوست‌ها) و ارزیابی حسی (بو، رنگ، ظاهر، بافت و پذیرش‌کلی) روی نمونه‌های میگو نگهداری شده در دمای یخچال در ۲۱ روز مطالعه انجام شد. پوشش حاوی اسانس نارنج و لیموترش‌ایرانی توانایی بالاتری در حفظ pH، عدد پراکسید، بازهای نیتروژنی فرارکل و تیوباربیتوریک‌اسید در میگو داشتند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که بیشترین پذیرش به ترتیب در پوشش ژلاتین حاوی غلظت پنج درصد اسانس نارنج و لیموترش‌ایرانی مشاهده شد. از نظر میکروبی مدت زمان ماندگاری میگو در یخچال برای نمونه کنترل پنج روز، نمونه پوشش‌دهی شده توسط ژلاتین با غلظت سه درصد اسانس ۹ روز و نمونه تیمارشده با اسانس پنج درصد ۱۳ روز ثبت شد. بنابراین، بر اساس نتایج، پوشش ژلاتین با اسانس‌های نارنج و لیموترش‌ایرانی را می‌توان به عنوان یک بسته‌بندی فعال سازگار با محیط‌زیست با پتانسیل افزایش ماندگاری محصولات دریایی معرفی کرد.

کلمات کلیدی: اسانس، ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی، کیفیت میگو

Veterinary Researches & Biological Products No 143 pp: 41-52

Effect of gelatin coating containing essential oil of (Citrus aurantium) and (Citrus latifolia) on shelf life of (Metapenaeu affinis)

By:Fathi moghadam,F,.Department of Food Science and Technology, Sarvestan Branch, Islamic Azad University, Sarvestan, Iran. Shahamirian, M,. Department of Chemical, Sarvestan Branch, Islamic Azad University, Sarvestan, Iran. Roomiani, L,.(Corresponding Author) Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. Tadayoni, M,. Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Received: 2023-10-14 Accepted: 2023-11-26
Revised:2023-11-24 Published: 2024-07-02
Email: l.roomiani@iauahvaz.ac.ir

The purpose of the present study was to use essential oil of Citrus aurantium and Citrus latifolia together with gelatin on the shelf life of Metapenaeu affinis. In this research, the essential oil extraction from C. aurantium and C.latifolia plants was done by distillation with water using a Clevenger apparatus. The chemical compounds in essential oil were identified using a gas chromatography device connected to mass spectrometry. Chemical tests (pH, peroxide value, Total volatile nitrogen bases , thiobarbituric acid), microbial tests (Total Viable Count and psychrotroph) ,and sensory evaluation (smell, color, appearance, texture, and acceptance) were studied on shrimp samples kept at 4 ºC for 21 days. The coating containing C. aurantium and C.latifolia essential oil had a higher ability to maintain pH, PV, TVB-N and TBA in shrimp. The results of the sensory evaluation showed that the highest acceptance was observed in the gelatin coating containing a 5% concentration of C. aurantium and C.latifolia essential oil, respectively. From the microbiology results, the shelf life of shrimp in the 4 ºC was five days for the control sample, nine days for the gelatin-coated sample with 3% essential oil concentration, and 13 days for the sample treated with 5% percent essential oil. Therefore, based on the results, gelatin coating with C. aurantium and C.latifolia essential oil can be introduced as an active packaging compatible with the environment with the potential to increase the shelf life of fisheries products.

Keywords: Essential oil; Chemical and Microbial properties; Shrimp Quality

مقدمه

امروزه با توجه به رشد روزافزون جمعيت جهان، مسئله تأمين غذاي سالم و كافي به عنوان يكي از مسائل و مشكلات بحراني مطرح شده است. در اين ميان موادغذايي با منشأ دريايي به دليل ارزش غذايي بالا توجه زيادی را به خود جلب كرده‌اند. محصولات دريايی به عنوان منبع مناسبی از پروتئين‌های حيواني معرفی شده‌اند. اين محصولات غني از نظر اسيدهاي چرب غيراشباع و موادمعدني هستند و قابليت بالايی برای پيشگيري از ناراحتي‌هاي قلبي و عروقی دارند (۱۲). پس از صيد ميگو، شرايط نگهداري تأثير زيادي بر كيفيت و در نتيجه ارزش تجاري آن دارد، به همين دليل كنترل شرايط در جهت حفظ و بهبود كيفيت محصول از جمله نكاتي است كه همواره بايد مورد توجه توليدكنندگان قرار گيرد. بنابراين آگاهي از چگونگي بروز تغييرات ميكروبي و بيوشيميايي در غذاهای دريايی در طي مراحل مختلف نگهداري برای تعيين زمان ماندگاري و قابل‌مصرف بودن محصول از اهميت بالايی برخوردار است (۹). غذاهاي دريايي به دليل مقادير بالای ازت غيرپروتئيني در مقايسه با ساير موادغذايي قابليت فساد بالاتری دارند. زيرا اين تركيبات به راحتي در اختيار باكتري‌ها قرار مي‌گيرند و ايجاد فساد مي كنند (۱۴). چربي غذاهاي دريايي منبع مهمي از اسيدهاي چرب غيراشباع با چند پيوند دوگانه (به طور عمده DHA و EPA) است. نقش EPA در جلوگيري از ظهور بيماري قلبي و نقش DHA در رشد سلول‌هاي مغزي در طول بارداري و شبكيه چشم به اثبات رسيده است. اما از طرفي چربي غذاهاي دريايي به دليل داشتن مقدار بالای اسيدهاي چرب با چند پيوند دوگانه در مقابل فسادهاي ناشي از اكسيداسيون بسيار حساس است. عدم استفاده از روش مناسب برای نگهداري غذاهاي دريايي منجر به تغييرات سريع شيميايي، بيوشيميايي و ميكروبيولوژي شده كه پديده پيچيده فساد محصول را به دنبال دارد. انواع مختلف واكنش‌ها و در نتيجه تشكيل راديكال‌هاي آزاد،

هیدروپراکسیدها و محصولات دیگر فساد، منجر به اکسیداسیون در غذا مي‌شود. اقداماتي از جمله کنترل شرایط بهداشتی لازم در محل فرآوري، کنترل درجه‌حرارت، بسته‌بندي تحت‌خلاء، بسته‌بندي اتمسفر تغییریافته و افزودن آنتي‌اکسیدان در جلوگیري و یا به تعویق انداختن فساد غذاهاي دریایي گزارش شده است (۲۱). در صنعت غذا درخواست‌ها برای تولید مواد جدید از منابع طبیعی به طور مداوم در حال رشد است. امکان سمي بودن و اثرات جانبي منفي افزودني‌هاي سنتزي، افزایش مقاومت میکروب‌هاي بیماري‌زا در برابر آنتي‌بیوتیک‌ها، همچنین افزایش تقاضاي مصرف‌کنندگان براي غذاهاي طبیعي‌تر و سالم‌تر، موجب شده است که مردم تمایل کم‌تري به استفاده از مواد سنتزي پیدا کنند (۲۲). در این میان مواد طبیعي ایزوله‌شده از گیاهان و میوه‌ها به عنوان منابع امیدبخش در جهت جایگزیني با مواد سنتزي به شمار مي‌آیند. مواد گیاهی کاربردهای گسترده‌ای در زمینه موادغذایی (به عنوان مثال، قوام‌دهنده، امولسیفایر، عامل ژل‌کننده، جایگزین چربی، پوشش) و داروها (عامل مهار رادیکال، مکمل رژیم‌غذایی) دارند. در این میان اسانس‌های حاصل از گیاهان کاربردهای وسیعی در صنایع مختلف از جمله صنایع داروئی، غذایی، آرایشی، بهداشتی و صنعتی دارند (۱۱). اعتقاد بر این است که یک رژیم غذایی غنی از ترکیبات گیاهی برای محافظت در برابر طیف وسیعی از بیماری‌ها (به عنوان مثال بیماری‌های روده بزرگ، رکتوم، سرطان روده بزرگ یبوست، چاقی، سنگ صفرا، دیابت) مناسب است (۸). هدف از مطالعه حاضر استفاده از ژلاتین محتوی روغن فرار نارنج و لیموترش‌ایرانی به صورت جداگانه، به عنوان پوشش، جهت افزایش ماندگاری فیله میگوی سفیدسرتیز بود.

مواد و روش‌ها

استخراج روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی

برگ گیاهان لیموترش و نارنج از مرکز تحقیقات صفی‌آباد شهر دزفول، استان خوزستان، جمع‌آوری و تایید نوع گونه آن در هرباریوم دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز انجام شد. برای آماده‌سازی، نمونه‌ها پس از جمع‌آوری و شستشو به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۴۵ سانتی‌گراد خشک و تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. استخراج روغن فرار از برگ لیموترش ایرانی و نارنج با تقطیر با آب انجام شد. برگ‌های هردو گیاه با آب شسته و پس از خشک شدن، خرد شدند. ۱۰۰ گرم برگ خرد شده در یک بالن ریخته و یک لیتر آب روی آن‌ها اضافه و در دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت اسانس‌گیری شد. روغن فرار تقطیرشده پس از آبگیری با سولفات‌سدیم‌انیدرید، بلافاصله به یک شیشه تیره و در بسته بدون تماس با نور و هوای آزاد منتقل و تا زمان استفاده در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. شناسایی ترکیبات شیمیایی موجود در روغن فرار با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی‌جرمی (GC۶۸۹۰A and MS۵۹۷۵ Agilent Technologies, Shanghai, China) انجام شد. ستون دستگاه از نوع مویینه به قطر داخلی ۲۵ میلی‌متر، طول ۳۰ متر و ضخامت ۲۵ میکرومتر بود. به طور خلاصه میزان ۰/۱ میکرولیتر از روغن فرار مورد مطالعه به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد تا نوع و طیف ترکیبات تشکیل‌دهنده آن مشخص گردد. از هلیم با خلوص (۹۹/۹۹ درصد) و سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. سپس آلکان‌های نرمال C۸-C۲۸ تحت شرایط یکسان و بر اساس برنامه دمایی روغن فرار برای محاسبه شاخص بازداری کوارتز ترکیبات آن به دستگاه تزریق شد. درنهایت، ترکیبات متشکله روغن فرار در مقایسه با طیف‌های جرمی استاندارد و اطلاعات کتابخانه الکترونی موجود در نرم‌افزار و مقایسه با اعداد استاندارد موجود در مقالات مرجع شناسایی شد (۱۶).

میگوهای سفیدسرتیز دریایی تازه از بازار آبادان خریداری و در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. بعد از پوست‌گیری، میگوها با آب سرد شسته شدند. میانگین وزن هر میگو حدود ۲±۱۵ گرم بود. سپس ۷۲ بسته ۳±۴۵ گرمی از میگوهای غوطه‌ورشده در پوشش ژلاتینی حاوی غلظت‌های ۳ و ۵ درصد روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی به طور مجزا، تهیه شد. سپس میگوهای تهیه شده در غلظت‌های متفاوت روغن فرار نارنج و لیموترش‌ایرانی به مدت ۲۱ روز در یخچال نگهداری شدند و در فواصل زمانی ۰، ۵، ۹، ۱۳، ۱۸ و ۲۱ روز مورد بررسی قرار گرفتند.

ارزیابی خصوصیات کیفی میگو

تعیین pH

براي اندازه گیري pH، ۴۵ میلی‌لیتر آب یونیزه شده با ۵ گرم میگو مخلوط و به مدت ۳۰ ثانیه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه همگن شد و سپس pH مخلوط توسط pH متر دیجیتال (Systronics Instruments, India) ثبت شد.

تعیین عدد پراکسید (PV)

۳ گرم از نمونه گوشت میگو به ارلن اضافه و به مدت ۳ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا چربی موجود در آن ذوب شود. سپس ۳۰ میلی‌لیتر اسیداستیک و کلروفرم به نسبت ۳ به ۲ حجمی و ۰/۵ میلی‌لیتر یدید پتاسیم اشباع به آن اضافه و هم زده شد. محلول با تیوسولفات ۰/۰۱ نرمال تیتر و تیتراسیون تا بی‌رنگ شدن محلول ادامه یافت. در نهایت عدد پراکسید طبق رابطه زیر و بر اساس meqO۲ در هر کیلوگرم چربی ارائه شد (۲۴).

$$PV = \frac{\text{حجم مصرفی تیوسولفات} \times \text{نرمالیته} \times 1000}{\text{وزن نمونه روغن}}$$

بازهای نیتروژني فرار کل (TVB-N)

۱۰ گرم میگوی پوشش داده شده خرد شد و با ۲ گرم اکسید منیزیم و آب مقطر به بالن دستگاه کلدال وارد شد. سپس ۲ قطره اکتان (ضدکف) به آن افزوده شد. در قسمت انتهای دستگاه ۲۵ میلی‌لیتر اسید بوریک ۲ درصد و ۲ قطره معرف متیل رد وجود داشته و به محض قلیایی شدن اسید بوریک توسط بازهای نیتروژنی فرار رنگ زرد حاصل شد. سپس با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر شد تا دوباره قرمز شود. در نهایت مقدار TVB-Nبا استفاده از رابطه زیر محاسبه شد و به صورت میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم میگو گزارش شد (۲۳).

$$TVB-N = \frac{\text{میزان اسید} \times 1.4 \times 100}{\text{وزن نمونه}}$$

اندازه‌گیری تیوباربیتوریک‌اسید (TBA)

براي اندازه‌گيري تيوباربيتوريک اسيد، ۲۰۰ ميلي‌گرم ميگو در يک بالن ۲۵ ميلي‌ليتر با ۱- بوتانول به حجم رسانده شد. ۵ ميلي‌ليتر از مخلوط در يک لوله دربدار با ۵ ميلي‌ليتر معرف تيوباربيتوريک اسيد مخلوط شد. لوله‌هاي فوق به مدت ۲ ساعت در حمام آب در دماي ۹۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پس از سرد شدن تا دماي محيط مقدار جذب نوری آن‌ها در ۵۳۰ نانومتر به وسيله دستگاه اسپکتروفتومتر در مقابل آب مقطر قرائت شد. در نهايت ميزان تيوباربيتوريک اسيد مطابق رابطه زير محاسبه شد (۲۴).

$$TBA = \frac{50 \times (\text{جذب تیمار} - \text{جذب شاهد})}{200}$$

شمارش کلی میکروارگانیسم‌های زنده و سرمادوست

آزمون‌های میکروبی تمامی نمونه‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران انجام شد (۱۱). در این روش نمونه‌های میگو شامل نمونه فاقد پوشش (شاهد) و نمونه پوشش‌دهی شده حاوی غلظت‌های مختلف روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی، در هاون چینی استریل به صورت جداگانه به خوبی کوبیده و همگن شدند. سپس ۵ گرم میگو همگن شده با ۴۵ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل مخلوط شد. مخلوط حاصل یک دقیقه توسط دستگاه شیکر لوله‌ای همگن و پس از همگن نمودن محلول، آن به‌عنوان رقت (-۱۰۱)، در نظر گرفته شد. سپس برای تهیه رقت بعدی (-۱۰۲)، ۱ میلی‌لیتر از محلول تهیه شده با ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل مخلوط شد. رقت‌سازی تا رسیدن به رقت مورد نظر با این روش برای هریک از نمونه‌ها انجام شد. در نهایت به منظور بررسی بار میکروبی نمونه‌ها از هر یک از رقت‌های تهیه شده با کمک سمپلر میزان ۱۰۰ میکرولیتر برداشته و روی محیط‌های کشت مورد نظر به روش کشت سطحی، کشت و بار میکروبی آن محاسبه گردید. کشت و شمارش کلی میکروارگانیسم‌های زنده در محیط پلیت کانت آگار (گرمخانه‌گذاری ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد) انجام شد. کشت و شمارش باکتری‌های سرمادوست در محیط پلیت کانت آگار (گرمخانه‌گذاری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) انجام شد.

ارزیابی حسی

پذیرش کلی نمونه‌ها از طریق روش هدونیک پنج نقطه‌ای انجام شد. به این صورت که در مقیاس آزمایشگاهی می‌بایست از افرادی (۲۰ نفر زن و مرد) دارای ویژگی‌هایی همچون عدم مصرف دخانیات و الکل، بازه سنی ۳۵-۲۰ سال و عدم بیماری استفاده شده در این راستا نمونه‌های میگو در داخل فویل آلومینیومی به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۸ درجه سانتی‌گراد بخارپز شدند. از آزمون مقیاس پنج نقطه‌ای برای ارزیابی طعم و مزه، رنگ، بافت، بو و پذیرش کلی استفاده شد (۲۴).

بررسی آماری

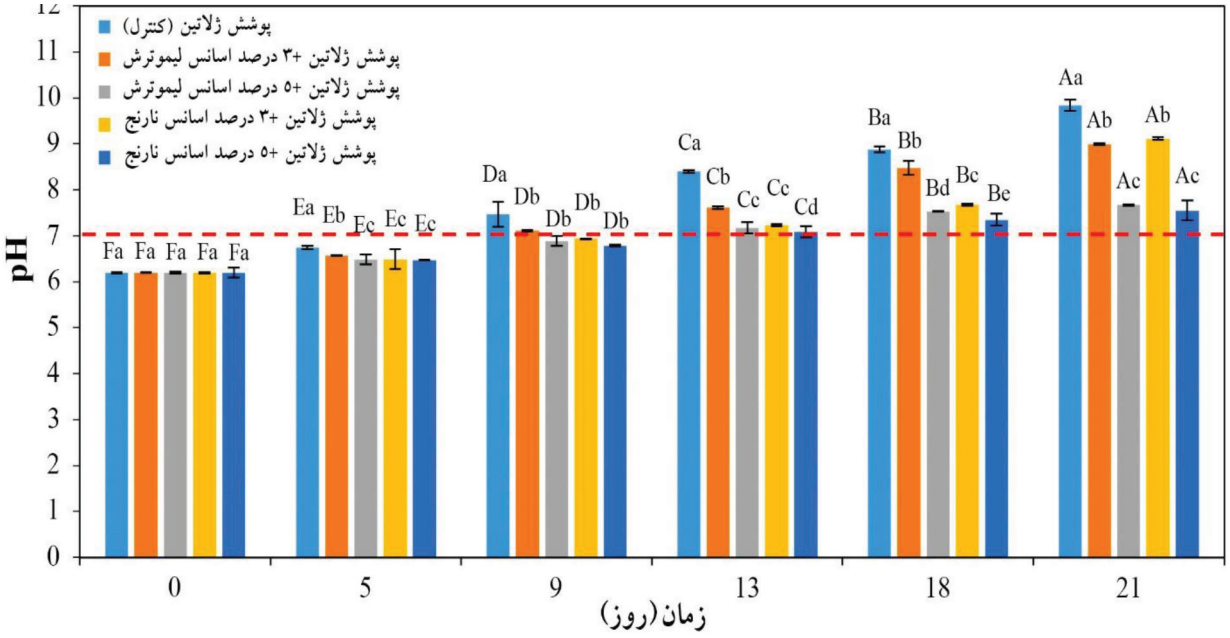
تجزیه و تحلیل داده‌هاي مستخرج از آزمايش در قالب طرح بلوک‌هاي کامل تصادفي و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. تمام آزمون‌ها در سه تکرار انجام و تفاوت میان تیمارها با یکدیگر و با گروه کنترل، توسط آزمون آماري دانکن در سطح ۰/۰۵ و آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) ارزيابي شد. آنالیز آماری داده‌های بدست آمده از ارزیابی حسی با روش آزمون غیرپارامتریک (Kruskal-Wallis) انجام شد.

نتایج

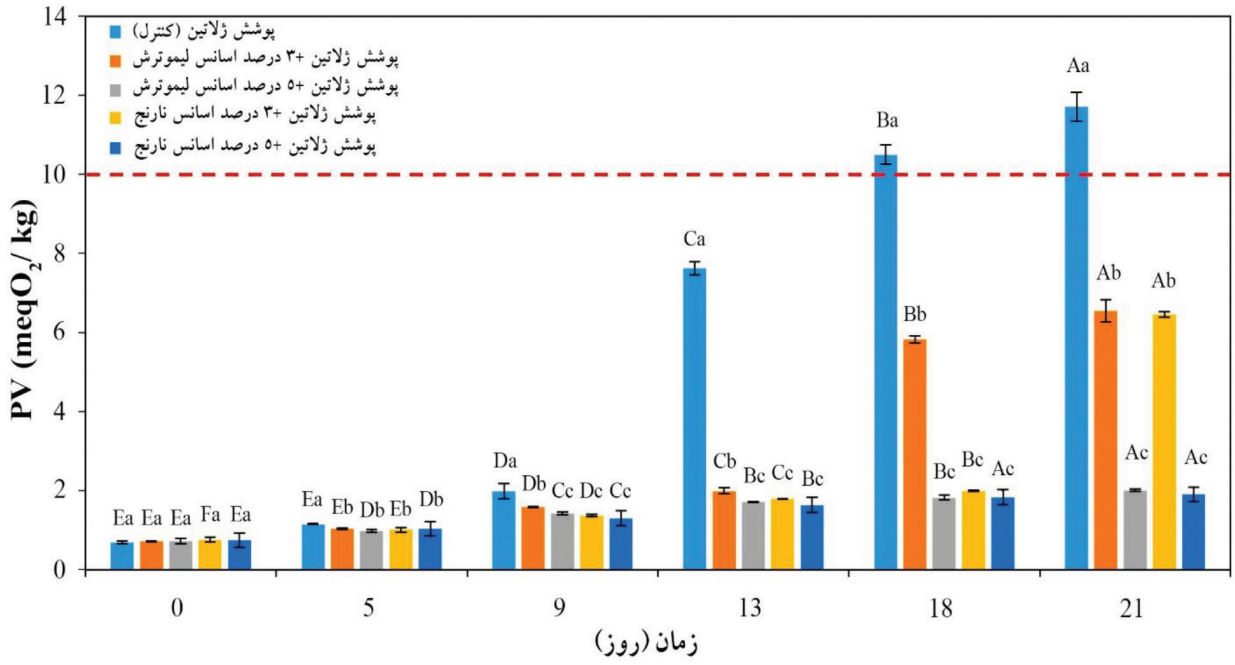
ترکیبات شیمیایی روغن فرار لیموترش ایرانی و نارنج در جدول ۱ ارائه شده است. لیمونن (۸۲/۷۳ درصد)، ال- آلفا ترپینول (۳/۶۹ درصد)، بتا-پینن (۳/۵۲ درصد) و بتا- میرسن (۲/۳۶ درصد) به عنوان ترکیبات غالب در روغن فرار لیموترش ایرانی شناسایی شدند. لیمونن (۹۰/۲۰ درصد)، نیز به عنوان ترکیب غالب روغن فرار نارنج شناسایی شد. مقدار pH در طول زمان نگهداری در تمام تیمارها افزایش یافت، اما سرعت افزایش در نمونه پوشش ژلاتین حاوی روغن فرار به طور قابل‌توجهی کندتر از نمونه شاهد بود. کمترین افزایش در مقدار pH در نمونه‌های میگو پوشش داده شده با ژلاتین حاوی ۵ درصد روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی بود. مقدار pH نمونه‌های تیمار شده با فیلم ژلاتین (کنترل)، فیلم ژلاتین حاوی ۳ درصد روغن فرار لیموترش و ۳ درصد اسانس نارنج به ترتیب در روزهای سیزدهم، هجدهم و بیست و یکم از محدوده قابل قبول (۷/۰۰) فراتر رفت. اما مقدار pH میگو پوشش داده شده با ژلاتین حاوی ۵ درصد روغن فرار در طول ۲۱ روز نگهداری در محدوده قابل قبول باقی ماند. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود نمونه‌های میگو تیمار شده با ژلاتین حاوی ۵ درصد اسانس بیشترین ثبات را در مقدار پراکسید نشان دادند. همچنین مقدار پراکسید در نمونه‌های ژلاتین حاوی غلظت ۳ درصد روغن فرار هر دو گیاه در محدوده قابل قبول حفظ شد. اما مقدار پراکسید نمونه‌های تیمار شده با ژلاتین بدون روغن فرار پس از روز سیزدهم از محدوده فساد (meq O2/kg10) فراتر رفت. شکل ۳ نشان می‌دهد که مقدار بازهای آلی فرار در طول زمان نگهداری در تمام تیمارها افزایش یافت، اما سرعت افزایش در نمونه میگوهای پوشش شده با ژلاتین و روغن فرار به طور قابل توجهی($P<0/05$) کندتر از نمونه شاهد بود. نمونه‌های حاوی غلظت ۵ درصد از روغن‌های فرار مورد استفاده بیشترین ثبات را در مقدار بازهای نیتروژني فرار نشان دادند. با این حال مقدار بازهای نیتروژني فرار در این نمونه‌ها در ۲۱ روز نگهداری از محدوده فساد (۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) فراتر رفت. در این مطالعه بالاترین مقدار بازهای نیتروژني فرار در تیمار شاهد مشاهده و بر اساس نتایج مقدار بازهای نیتروژني فرار در نمونه‌های تیمار شده با فیلم ژلاتینی بدون روغن فرار و نمونه‌های تیمار شده با فیلم ژلاتین حاوی غلظت ۳ درصد از روغن فرار لیموترش ایرانی به ترتیب پس از روز سیزدهم و هجدهم از محدوده فساد فراتر رفت.نمونه‌های پوشش داده شده با ژلاتین حاوی ۵ درصد روغن‌های فرار بیشترین ثبات را در شاخص تیوباربیتوریک اسید نشان دادند (شکل ۴). بر اساس نتایج مقدار شاخص تیوباربیتوریک‌اسید در نمونه‌های پوشش ژلاتین بدون روغن فرار در روز سیزدهم از محدوده فساد (۳ میلی‌گرم مالون‌آلدئید بر کیلوگرم) فراتر رفت. مقدار شاخص تیوباربیتوریک‌اسید در نمونه‌های میگو ژلاتین حاوی ۳ درصد روغن فرار لیموترش ایرانی و نارنج به ترتیب در روز هجدهم و بیست و یکم از محدوده فساد بالاتر رفت. اما مقدار شاخص تیوباربیتوریک‌اسید در نمونه‌های حاوی

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی روغن نارنج و لیموترش ایرانی.

ردیف	ترکیبات	زمان بازداری	غلظت (درصد)	
			روغن فرار نارنج	روغن فرار لیموترش ایرانی
۱	α-Thujene	۴/۹۸	-	۰/۱۴
۲	α-Pinene	۵/۱۱	۰/۵۵	۱/۲۴
۳	Camphene	۵/۶۴	۰/۱۰	۰/۱۲
۴	β-Pinene	۶/۴۵	۰/۹۷	۳/۵۲
۵	Sabinene	۶/۶۶	۰/۱۲	-
۶	β-Myrcene	۶/۹۹	۱/۶۸	۲/۳۶
۷	α-Phellandrene	۷/۷۱	-	۰/۱۴
۸	Cymene	۸/۱۲	۰/۱۱	۰/۳۸
۹	Limonene	۸/۴۵	۹۰/۲۰	۸۲/۷۳
۱۰	β-Phellandrene	۸/۶۴	۰/۲۶	-
۱۱	α-Terpinolene	۱۰/۲۰	۰/۰۹	۱/۰۲
۱۲	β-linalool	۱۰/۳۵	-	۰/۳۳
۱۳	trans-Linalool oxide	۱۰/۳۲	۰/۹۷	-
۱۴	linalool	۱۰/۳۵	۲/۲۲	-
۱۵	Linalyl acetate	۱۲/۰۱	۰/۶۸	-
۱۶	Terpinen-۴-ol	۱۳/۲۵	۰/۱۶	۱/۵۵
۱۷	α-Terpineol	۱۴/۰۵	۰/۸۰	۳/۶۹
۱۸	Decanal	۱۴/۵۵	-	۰/۱۱
۱۹	Z-Citral	۱۶/۰۱	-	۰/۲۱
۲۰	E-citral	۱۷/۵۱	-	۰/۴۷
۲۱	Neryl acetate	۲۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۷۲
۲۲	Fenchene	۲۰/۹۵	۰/۱۵	۰/۱۱
۲۳	Geranyl acetate	۲۱/۱۵	۰/۴۰	۰/۱۳
۲۴	α-Bergamotene	۲۲/۶۵	-	۰/۸۵
۲۵	Geraniol	۲۳/۸۵	۰/۳۳	-
۲۶	β-bisabolene	۲۵/۲۵	-	۰/۰۷
	Total		۹۹/۹۲	۹۹/۸۹



شکل ۱- مقدار pH میگوهای پوشش داده شده طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۱ روز. حروف بزرگ غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) در زمان‌های مختلف بین یک تیمار و حروف کوچک غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در یک زمان است.

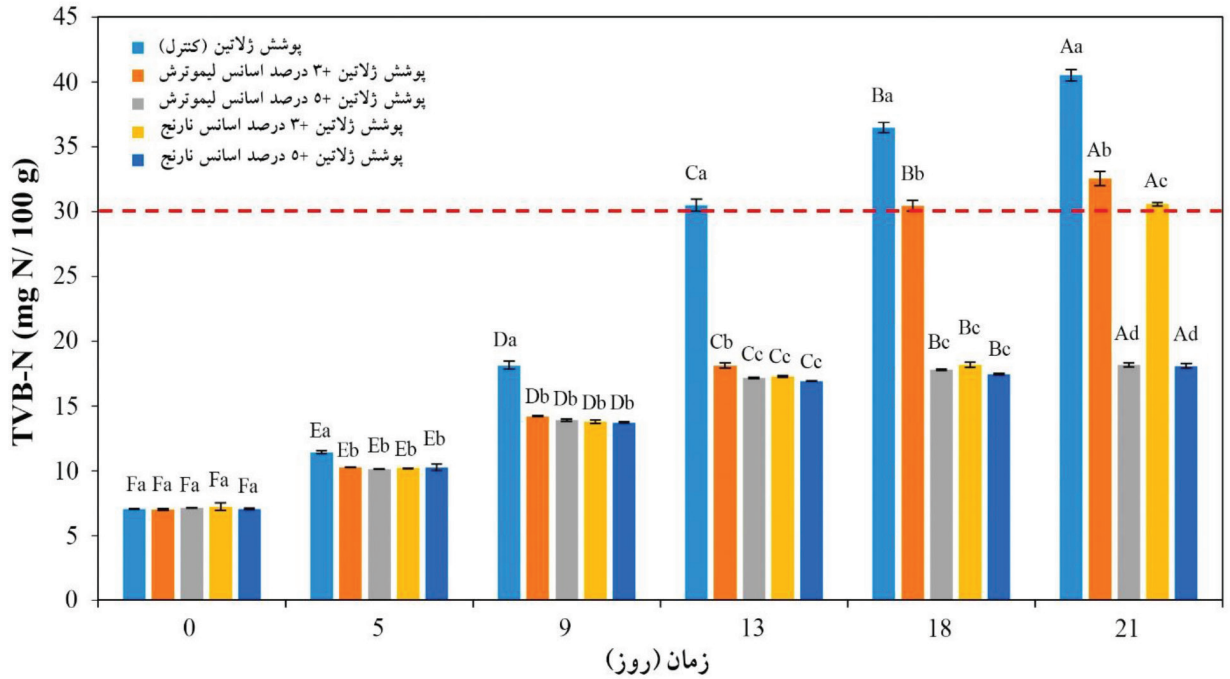


شکل ۲- مقدار پراکسید میگوهای پوشش داده شده طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۱ روز. حروف بزرگ غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌داری متفاوت (P<۰/۰۵) در زمان‌های غیرمشابه یک تیمار است. حروف کوچک غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در یک زمان است.

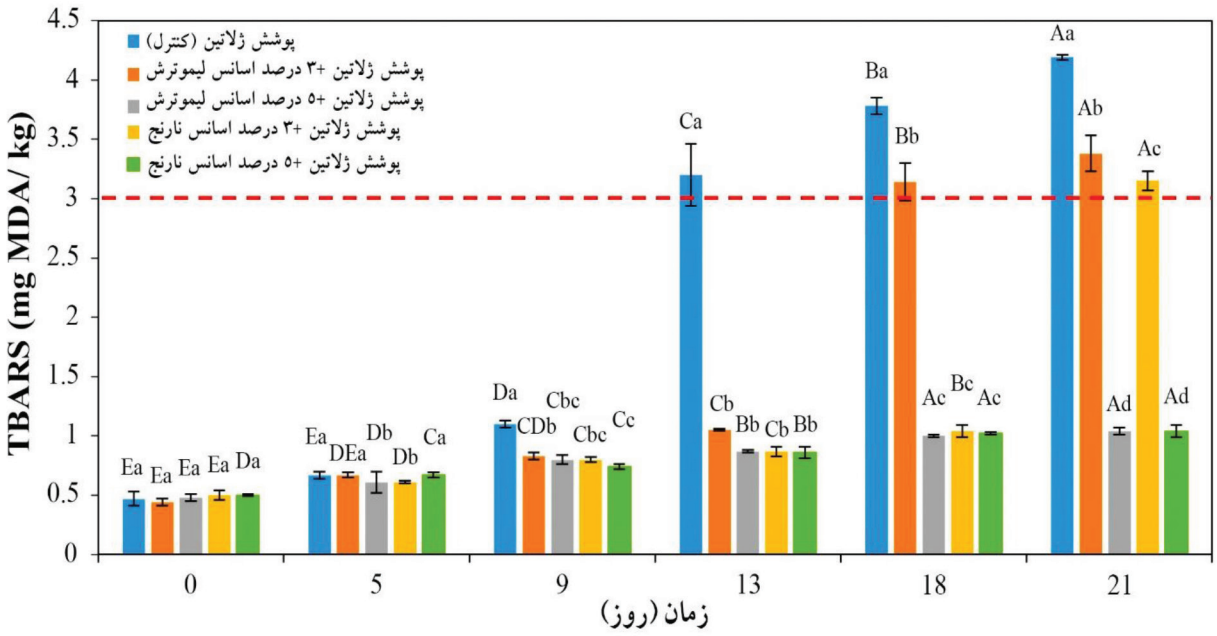
۵ درصد روغن فرار در تمام دوره نگهداری در حد قابل قبول حفظ شد. نتایج حاصل از شمارش تعداد کل میکروارگانیسم‌های زنده میگوهای نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد طی ۲۱ روز نگهداری در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج تعداد اولیه میکروارگانیسم‌های زنده حدود log CFU/g ۳/۳۸ بود، که این میزان بار میکروبی بر اساس استاندارد ملی ایران، نشان‌دهنده کیفیت بالای میگو بود. نتایج حاصل نشان داد که تعداد کل میکروارگانیسم‌های زنده در کلیه نمونه‌ها در طول مدت زمان نگهداری دارای روند صعودی بود، اما روند این افزایش در نمونه‌های میگو حاوی ژلاتین با درصدهای مختلف روغن فرار نسبت به نمونه شاهد دارای شیب کمتری بود. نتایج نشان داد در نمونه‌های حاوی غلظت بالاتر روغن فرار شیب روند رشد میکروارگانیسم‌های زنده به میزان بیشتری کاهش داشت. در تمام روزهای نمونه برداری میان نمونه‌های پوشیده شده توسط ژلاتین فاقد روغن فرار (کنترل) و نمونه‌های پوشش شده با ژلاتین حاوی روغن فرار اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) مشاهده شد. همچنین در تمام روزهای نمونه‌برداری، بین نمونه‌های میگو حاوی ژلاتین با روغن فرار ۳ و ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) مشاهده شد. در روز نهم بار میکروبی نمونه کنترل از میزان بیان شده در استاندارد ملی ایران log CFU/g ۷ بیشتر بود. نتایج نشان داد که میزان کل میکروارگانیسم‌های زنده در نمونه پوشش‌دهی شده حاوی ۳ درصد روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی در روز ۱۳ نگهداری از حد مجاز بالاتر رفت، اما در نمونه پوشش‌دهی شده حاوی ۵ درصد روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی از log CFU/g ۷ کمتر بود. با این حال میزان کل میکروارگانیسم‌های زنده نمونه‌های پوشیده شده توسط فیلم ژلاتین حاوی روغن فرار ۵ درصد در روز ۱۸ از حد مجاز بالاتر رفت.

یافته‌های حاصل نشان داد که تعداد اولیه باکتری‌های سرمادوست میگو در حدود log CFU/g ۲/۶۳ بود (جدول۳). نتایج نشان داد که در نمونه‌های حاوی غلظت بالاتر روغن فرار، شیب روند رشد باکتری‌های سرمادوست کندتر از سایر نمونه‌ها بود. در روز نهم تعداد باکتری‌های سرمادوست در نمونه کنترل از مقدار مجاز استاندارد ملی ایران log CFU/g ۷ فراتر رفت. در روز سیزدهم نگهداری تعداد باکتری‌های سرمادوست در نمونه میگو پوشش شده حاوی ۳ درصد روغن فرار نارنج از حد مجاز بالاتر رفت، اما در نمونه پوشش‌دهی شده حاوی ۳ و ۵ درصد روغن فرار لیموترش ایرانی و ۵ درصد روغن فرار نارنج از log CFU/g ۷ کمتر بود. با این حال مشاهده شد که تعداد باکتری‌های سرمادوست در تمام نمونه‌ها در روز ۱۸ از حد مجاز بالاتر رفت. شکل ۵ امتیاز ویژگی‌های حسی را در مورد بو، بافت، رنگ، طعم و پذیرش کلی میگوهای پوشش داده شده با ژلاتین حاوی روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی و فیلم ژلاتینی بدون روغن فرار (شاهد) طی نگهداری در یخچال نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، امتیاز حسی تمام نمونه‌ها در طول نگهداری کاهش یافت. پس از ۷ روز نگهداری، امتیاز تمام پارامترهای بررسی‌شده در میگوهای پوشش داده شده با ژلاتین حاوی ۵ درصد روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی به طور قابل‌توجهی بالاتر از سایر نمونه‌ها بود. روند مشابهی برای پذیرش کلی میگوها مشاهده شد به طوری که در روز هفتم نگهداری میگوهای پوشش داده شده با ژلاتین حاوی ۵ درصد روغن فرار امتیاز حسی بالاتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشتند و کمترین امتیاز مربوط به نمونه شاهد بود.

بحث



شکل ۳- بازهای نیتروژنی فرار کل میگوها طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۱ روز. حروف بزرگ غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌داری متفاوت ($P<0/05$) در زمان‌های غیرمشابه یک تیمار است. حروف کوچک غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در یک زمان است.



شکل ۴- مقدار تیوباربیتوریک اسید میگو در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۱ روز. حروف بزرگ غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌داری متفاوت (P<۰/۰۵) در زمان‌های مختلف یک تیمار است. حروف کوچک غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در یک زمان است.

جدول ۲- شمارش تعداد کل میکروارگانیسم‌های زنده نمونه‌های میگو پوشش‌داده شده با ژلاتین حاوی روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی.

تعداد کل میکروارگانیسم‌های زنده (Log cfu/g)						
تیمار	دوره نگهداری (روز)					
	۰	۵	۹	۱۳	۱۸	۲۱
ژلاتین (کنترل)	۳/۳۸±۰/۰۳ Aa	۶/۰۴±۰/۰۲ Ba	۸/۱۳±۰/۰۴ Ca	۹/۰۱±۰/۱۲ Da	۹/۶۷±۰/۰۸ Ea	۱۱/۲۹±۰/۱۱ Fa
پوشش ژلاتین + ۳٪ روغن فرار نارنج	۳/۳۹±۰/۰۴ Aa	۴/۹۳±۰/۰۱ Bc	۶/۰۳±۰/۰۲ Cc	۷/۰۷±۰/۰۱ Dc	۸/۱۵±۰/۰۳ Ec	۱۰/۰۸±۰/۲ Fb
پوشش ژلاتین + ۵٪ روغن فرار نارنج	۳/۴۱±۰/۰۱ Aa	۴/۸۶±۰/۰۳ Bc	۵/۴۷±۰/۰۱ Ce	۶/۶۸±۰/۰۲ Dd	۷/۱۸±۰/۰۹ Ee	۷/۶۸±۰/۰۵ Fd
پوشش ژلاتین + ۳٪ روغن فرار لیموترش ایرانی	۳/۳۷±۰/۰۳ Aa	۵/۱۸±۰/۰۵ Bb	۶/۴۲±۰/۰۴ Cb	۸/۱۶±۰/۰۰۲ Db	۸/۸۱±۰/۱۱ Eb	۹/۲۱±۰/۱۳ Fc
پوشش ژلاتین + ۵٪ روغن فرار لیموترش ایرانی	۳/۳۸±۰/۰۶ Aa	۴/۹۵±۰/۰۳ Bc	۵/۷۱±۰/۰۳ Cd	۶/۹۴±۰/۰۲ Dc	۷/۴۵±۰/۰۲ Ed	۷/۹۳±۰/۰۴ Fd

حروف بزرگ غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است؛ حروف کوچک غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۳- شمارش تعداد باکتری‌های سرمادوست نمونه‌های میگو پوشش‌داده شده با ژلاتین حاوی اسانس نارنج و لیموترش ایرانی

تعداد باکتری‌های سرمادوست (Log cfu/g)						
تیمار	دوره نگهداری (روز)					
	۰	۵	۹	۱۳	۱۸	۲۱
ژلاتین (کنترل)	۲/۶۲±۰/۱۱ Aa	۵/۱۷±۰/۰۵ Ba	۸/۱۹±۰/۰۱ Ca	۸/۹۸±۰/۰۴ Da	۱۰/۰۶±۰/۱۲ Ea	۱۱/۱۴±۰/۰۹ Fa
پوشش ژلاتین + ۳٪ روغن فرار نارنج	۲/۶۴±۰/۱۹ Aa	۴/۲۷±۰/۰۵ Bb	۵/۷۴±۰/۱۱ Cb	۸/۳۸±۰/۰۵ Db	۸/۹۷±۰/۰۵ Eb	۹/۹۱±۰/۰۷ Fb
پوشش ژلاتین + ۵٪ روغن فرار نارنج	۲/۷۶±۰/۱۹ Aa	۴/۱۱±۰/۰۸ Bbc	۴/۹۹±۰/۱۲ Cd	۶/۱۹±۰/۲۱ Dd	۷/۳۲±۰/۰۱ Ed	۸/۳۲±۰/۰۴ Fd
پوشش ژلاتین + ۳٪ روغن فرار لیموترش ایرانی	۲/۶۴±۰/۲۷ Aa	۴/۰۷±۰/۰۶ Bc	۵/۲۸±۰/۱۰ Cc	۶/۷۹±۰/۲۴ Dc	۸/۲۶±۰/۰۵ Ec	۸/۹۶±۰/۰۹ Fc
پوشش ژلاتین + ۵٪ روغن فرار لیموترش ایرانی	۲/۵۰±۰/۰۸ Aa	۴/۲۰±۰/۰۶ Bbc	۴/۵۹±۰/۱۱ Be	۵/۷۲±۰/۰۱ Ce	۷/۰۲±۰/۲۱ Dd	۷/۹۲±۰/۳۹ Ed

حروف بزرگ غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است؛ حروف کوچک غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

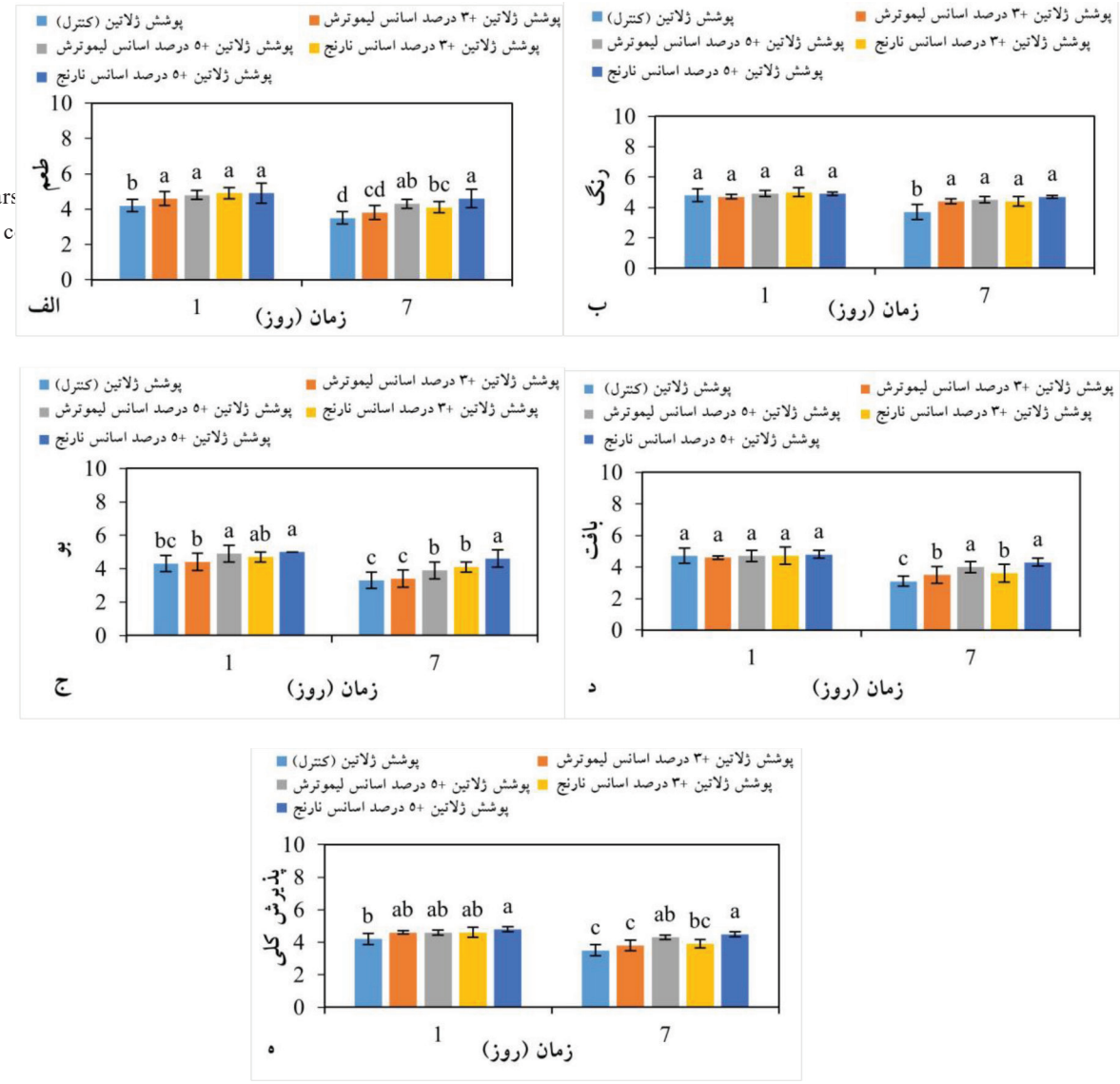
مقدار pH یکی از پارامترهای مهم برای تعیین کیفیت میگو است، طبق گزارشات، مقادیر pH کمتر از ۷/۷، بین ۷/۷-۷/۹۵ و بیشتر از ۷/۹۵ به ترتیب نشان‌دهنده کیفیت قابل‌قبول، کیفیت پایین و کیفیت غیرقابل قبول است (۱). افزایش pH در طول دوره نگهداری می‌تواند به دلیل افزایش تشکیل بازهای‌نیتروژنی‌فرار ناشی از فعالیت باکتری‌های فاسدکننده و یا آنزیم‌های موثر در فرآیند فساد پروتئین‌ها باشد (۲۰). پایداری بالاتر مقدار pH در میگوهای پوشش‌شده با ژلاتین حاوی ۵ درصد روغن فرار لیموترش و نارنج، می‌تواند به اثر بازدارندگی روغن فرار بر رشد باکتری‌ها، انحلال دی‌اکسیدکربن و تغییر آن به اسیدکربنیک نسبت داده شود (۱۹). به طور مشابه در مطالعه آلپارسلان و همکاران (۳) بیان شد که مقدار pH میگو پوشش داده شده توسط فیلم ژلاتینی فاقد روغن فرار در روز دوازدهم نگهداری در یخچال از حد قابل قبول بالاتر رفت. اما مقدار pH میگو پوشش داده شده توسط فیلم ژلاتینی حاوی روغن فرار پوست پرتقال حتی بعد از روز ۱۸ نیز همچنان در محدوده قابل قبول باقی ماند. در مطالعه زمانی و همکاران (۲۴) نیز تاثیر فیلم بر پایه صمغ عربی حاوی عصاره زیره بر مقدار pH محصولات دریایی مورد بررسی قرار گرفت و حضور عصاره در پوشش باعث پایداری بالاتر مقدار pH طی نگهداری در مقایسه با پوشش‌های فاقد عصاره شد. حق‌پرست و همکاران (۱۸) از عصاره چاي و آب پياز به عنوان ضداکسیدان براي حفظ کیفیت فیله ماهي (Acipenser persicus) به هنگام نگهداري در شرايط سرد استفاده و بيان کردند که اين مواد باعث تاخير در فساد ماهي شده به طوري که باعث کاهش معني‌دار در pH، شاخص پراکسید، شاخص تيوباربيتوريک‌اسيد و اسيدهاي چرب آزاد شده و ماهي‌هاي داراي پوشش از نظر حسي هم داراي امتياز بالاتري نسبت به نمونه کنترل بودند. اکسیداسیون لیپیدها یکی از عوامل اصلی فساد محصولات غذایی در زمان نگهداری است که باعث ایجاد طعم ناخوشایند، تغییر بو و کاهش ارزش غذایی آن‌ها می‌شود (۲۳). مقدار پراکسید به عنوان شاخصی برای تعیین هیدروپراکسیدهای تشکیل شده در نتیجه اکسیداسیون در نظر گرفته می‌شود (۱۵). مقدار پراکسید به عنوان شاخصی برای تعیین تازگی محصول غذایی پیشنهاد شده است و مقادیر پراکسید kg/meq O۲ ۲-۰، ۵-۲، ۸-۵ و ۱۰-۸ به ترتیب نشان‌دهنده کیفیت بسیار خوب، خوب، قابل قبول و بد در محصول غذایی است (۱). روند کندتر افزایش مقدار پراکسید در نمونه‌های تیمارشده با ژلاتین و روغن فرار دو گیاه را می‌توان به فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن های فرار و همچنین اثر محافظتی ژلاتین به عنوان مانع نفوذ اکسیژن نسبت داد (۳). بر اساس نتایج، پوشش میگو با غلظت‌های بالاتر روغن فرار، قابلیت بهتری برای جلوگیری از اکسیداسیون نشان دادند و این یافته‌ها با مطالعات قبلی مطابقت داشت (۲۰). به طور مشابه، در مطالعه شکور و همکاران (۷)، گزارش شد که مقدار پراکسید در نمونه‌های پوشش داده شده با فیلم کیتوزان غنی‌شده با روغن فرار کاکوتی نسبت به نمونه‌های پوشش داده شده با فیلم بدون روغن فرار پایداری بالاتری طی زمان نگهداری داشت. در مطالعه دیگری گزارش شد که فیلم بر پایه کیتوزان حاوی روغن فرار پوست پرتقال دارای پتانسیل بالایی برای جلوگیری از افزایش پراکسید بود (۱). بازهای نیتروژني فرار که محصول فرآیندهای آنزیمی مختلف و فساد باکتریایی (شامل دآمیناسیون اسیدهای آمینه آزاد، اکسیداسیون آمین و تجزیه نوکلئوتیدها) است، به عنوان شاخص مهم دیگری برای بحث در مورد کیفیت نگهداری و ماندگاری محصولات شیلاتی بیان شده است (۱۰, ۱۹). تجزیه و تخریب غذاهاي دريايي يک فرآيند پروتئوليتيک است که غالباً توسط فعالیت میکروارگانیسم‌ها و به میزان کمتر توسط آنزیم‌هاي اتوليتيک انجام مي‌شود (۱۳). برای محصولات دریایی، مقادیر بازهای آلی فرار بالاتر از ۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم، فساد محصول را نشان می‌دهد (۱). زمانی و همکاران (۲۴) گزارش کردد که غنی‌سازی فیلم کیتوزان با عصاره زیره منجر به افزایش پایداری در مقدار بازهای

نیتروژني فرار در نمونه فیله ماهی در طول دوره نگهداری در یخچال شد. پتانسیل بازدارندگی روغن فرار منجر به کاهش رشد باکتری‌ها و کاهش دآمیناسیون اکسیداتیو پروتئین‌ها می‌شود و می‌توان آن را به عنوان عامل پایداری بالاتر مقدار بازهای آلی فرار در نمونه‌های تیمارشده با ژلاتین حاوی روغن فرار بیان کرد (۳). تیوباربیتوریك‌اسید یکی از شاخص‌هاي مهم فساد ثانویه اکسیداسیون چربي است که افزایش آن در مدت زمان نگهداري محصولات دریایی در مطالعات متعددي گزارش شده و مقدار بالاتر از ۴-۳ میلي‌گرم مالون‌آلدئید در هر کیلوگرم نشان‌دهنده افت کیفیت است. لیپازهاي مقاوم به سرما و همچنین اکسیژن منجر به ایجاد طعم و بوي نامطبوع در چربي‌ها می‌شوند. جلوگیري از گسترش طعم تند که مهم‌ترین عامل کاهش ماندگاري محصولات دریایی است کاري بسیار مشکل است که پوشش‌هاي غیرقابل نفوذ به اکسیژن یکی از روش‌های موثر است. هیدرولیز و اکسیداسیون چربي محصولات دریایی در زمان نگهداري (حتي به حالت منجمد) هم اتفاق مي‌افتد که بر ماندگاري محصول و پذیرش آن توسط مصرف‌کننده تاثیر می‌گذارد. به طور مشابه در مطالعه ریحانی‌پول و همکاران (۱۷) تاثیر پوشش ژلاتین با روغن فرار آویشن بر اندیس تیوباربیتوریک‌اسید میگو در طول ۹ روز نگهداری در یخچال مورد بررسی قرار گرفت. روند افزایش در نمونه‌های تیمارشده حاوی ژلاتین غنی‌شده با روغن فرار آویشن کمتر بود. چنگ و همکاران (۶) تغییرات اکسیداتیو ماهی کپور طی ۸ روز نگهداری در دمای یخچال مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها بیان کردند مقدار اندیس تیوباربیتوریک‌اسید ممکن است نشان‌دهنده درجه واقعي اکسید شدن چربي‌ها زماني که مالون دي‌آلدئیدها بتوانند با سایر ترکیبات بدن ماهي واکنش انجام دهند، نباشد. چنین ترکیباتي مي‌توانند شامل آمین‌ها، نوکلئوتیدها و اسیدنوکلئیك، پروتئین‌ها، فسفولیپیدها و دیگر آلدئیدهاي تولیدشده در پایان اکسیداسیون چربي باشند. چنین رویکردي در بسیاري از ماهیان دیده شده است. افزایش اندیس تیوباربیتوریک‌اسید طي نگهداري در یخچال و سردخانه همچنین ممکن است ناشي از دهیدروژن شدن جزئي بافت ماهي و افزایش اکسیداسیون اسیدهاي‌چرب-غیراشباع باشد (۲). تأثیر فیلم پوشش ژلاتین حاوی روغن فرار پوست پرتقال بر نگهداری میگو در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در طول ۱۴ روز مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که بکارگیری ژلاتین به تنهایی یا همراه روغن فرار منجر به کاهش تعداد کل باکتری‌های زنده نسبت به نمونه کنترل شد. این ممکن است به دلیل پپتیدهای ضدمیکروبی ژلاتین باشد که می‌تواند به سطح میگو رها شود. با این حال استفاده از روغن فرار پرتقال در فیلم ژلاتین باعث تشدید تاثیر آن بر کاهش تعداد کل باکتری‌های زنده شد (۴). باکتري‌هاي سرمادوست به‌ویژه، گونه‌هاي سودوموناس‌ها، آنزیم‌هاي لیپاز و فسفولیپاز تولید مي‌کنند که سبب افزایش اسیدهای‌چرب‌آزاد می‌شوند. باکتری‌های سرمادوست در مقایسه با سایر باکتری‌ها در ایجاد فساد موثرترند و با تولید آلدئیدها و کتون‌ها منجر به تغییر بو، بافت و مزه موادغذایی می‌شوند (۲۴). بار باکتریایي مجاز براي محصولات غذایی ۷ Log CFU/g گزارش شده است (۴). لذا با توجه به اهمیت این گروه از میکروارگانیسم‌ها در تعیین ماندگاري محصولات دریایی، بررسی آن‌ها در طول دوره نگهداری از اهمیت بالایی برخوردار است. یافته‌های حاصل نشان داد که پوشش‌دهی میگو سبب افزایش ماندگاری آن شده است. یافته‌های حاصل نشان داد که نمونه‌های میگو پوشش‌دهی‌شده حاوی غلظت‌های ۳ و ۵ درصد روغن فرار به‌ترتیب ۱۳ و ۱۸ روز ماندگاری میگو را در یخچال، نسبت به نمونه شاهد، افزایش داد. ویژگی‌های ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی روغن فرار، ناشي از ترکیبات فنلی و مشتقات پلي‌فنولیک موجود در آنها، در کاهش میزان باکتری‌ها موثر بود (۱۱, ۲۴). در مطالعه بهبهانی و همکاران (۵) علت کاهش باکتری‌های سرمادوست در نمونه‌های پوشش‌داده‌شده نسبت به نمونه فاقدپوشش، ممانعت از نفوذ اکسیژن بیان شد. مطابق با نتایج این مطالعه، امتیاز ارزیابی حسی نمونه میگو پوشش‌داده‌شده با روغن فرار بیشتر از نمونه‌های بدون پوشش بود و این نتایج به پتانسیل آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی پوشش‌های خوراکی و روغن فرار نسبت داده شده است (۱). اثر فیلم کیتوزان با اسانس کاکوتی بر کیفیت و پذیرش کلی فیله ماهی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های پوشش داده شده توسط فیلم حاوی روغن فرار قابلیت بالاتری در حفظ کیفیت و پذیرش کلی نمونه داشت (۲۱). حضور اسانس در تغییرات بافت میگو و کاهش امتیاز آن در طول دوره نگهداری بدلیل تغییر در پروتئین‌های میوفیبریل، pH و کاهش رطوبت در بافت میگو است که باعث آب انداختگی در بافت عضلانی می‌شود اما در نمونه‌های حاوی مقدار بیشتر روغن فرار به دلیل مهار رشد باکتریایی و اکسیداسیون، تغییرات پروتئین و ظرفیت نگهداری آب کمتر است و آب‌اندازی و خروج ترکیبات مولد طعم و بو کمتر ایجاد می‌شود (۱۸). ایجاد مواد فرار حاصل از اکسیداسیون به عنوان عوامل ایجادکننده تغییرات شاخص بو مطرح شده‌اند. تیمارهای حاوی روغن فرار امتیاز خود را پس از فرآیند پخت در شاخص‌های رنگ، بافت، بو و پذیرش کلی حفظ کردند. روند تغییر وضعیت ویژگی‌های حسي در تیمارها هماهنگ و همسو با تغییرات فساد میکروبی و اکسیداسیون در تیمارهاي مورد آزمایش بود که مي‌تواند به اکسیداسیون چربي‌ها و در نتیجه تخریب و افت کیفیت حسي و کاهش مقدار مواد مغذي از جمله اسیدهاي چرب چند غیراشباع ضروري و تولید محصولات نامطلوب حاصل اکسیداسیون باشد (۷).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آزمون‌های میکروبیولوژی نشان داد که پوشش ژلاتین حاوی روغن‌های فرار نارنج و لیموترش ایرانی به خوبی توانسته است سبب کاهش بار میکروبی در طول دوره نگهداری شود. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که بیشترین پذیرش به ترتیب در پوشش ژلاتین با غلظت ۵ درصد روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی مشاهده شد. پوشش ژلاتین حاوی روغن فرار نارنج و لیموترش ایرانی را می‌توان به عنوان یک بسته‌بندی فعال مناسب و سازگار با محیط‌زیست با پتانسیل بالا برای افزایش ماندگاری محصولات دریایی معرفی کرد.

1- Alpars
coating c



شکل ۵ - تغییرات در ویژگی‌های حسی میگو پوشش داده شده با ژلاتین حاوی روغن فرار نارنج و روغن فرار لیموترش ایرانی در دمای ۴ درجه سانتیگراد. الف: طعم، ب: رنگ، ج: بو، د: بافت، ه: پذیرش کلی. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در تیمارهای مختلف در یک زمان است ($P<0/05$).

of deepwater pink shrimp. Food and bioprocess technology 10: 842-853.

2- Alparslan, Y., T. Baygar, C. Metin, H.H. YAPICI and T. Baygar. 2019. The role of gelatin-based film coating combined with orange peel essential oil on the quality of refrigerated shrimp. Acta Aquatica Turcica 15: 197-212.

3- Alparslan, Y., C. Metin, H.H. Yapıcı, T. Baygar, A. Günlü and T. Baygar. 2017. Combined effect of orange peel essential oil and gelatin coating on the quality and shelf life of shrimps. J Food Saf Food Qual 68: 69-78.

4- Alparslan, Y., H.H. Yapıcı, C. Metin, T. Baygar, A. Günlü and T. Baygar. 2016. Quality assessment of shrimps preserved with orange leaf essential oil incorporated gelatin. LWT-Food Science and Technology 72: 457-466.

5- Behbahani, B. A., F. Shahidi, F.T. Yazdi, S. A. Mortazavi and M. Mohebbi. 2017. Use of Plantago major seed mucilage as a novel edible coating incorporated with Anethum graveolens essential oil on shelf life extension of beef in refrigerated storage. International journal of biological macromolecules 94: 515-526.

6- Cheng, J.H., D.W. Sun, H.B. Pu, Q.J. Wang and Y.N. Chen. 2015. Suitability of hyperspectral imaging for rapid evaluation of thiobarbituric acid (TBA) value in grass carp (Ctenopharyngodon idella) fillet. Food Chemistry 171: 258-265.

7- Chouliara, I., I. Savvaidis, N. Panagiotakis and M. Kontominas. 2004. Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated sea bream (Sparus aurata) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes. Food Microbiology 21: 351-359.

8- Gan, C. Y., N. H.A. Manaf and A.A. Latiff. 2010. Optimization of alcohol insoluble polysaccharides (AIPS) extraction from the Parkia speciosa pod using response surface methodology (RSM). Carbohydrate Polymers 79: 825-831.

9- Gunalan, B., T.S. Nina, P. Soundarapandian and T. Anand. 2013. Nutritive value of cultu red white leg shrimp Litopenaeus vannamei.

10- Jouki, M., F. T. Yazdi, S. A. Mortazavi and A. Koocheki. 2014. Quince seed mucilage films incorporated with oregano essential oil: Physical, thermal, barrier, antioxidant and antibacterial properties. Food Hydrocolloids 36: 9-19.

11- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2015. Microbiology of the food chain Horizontal method for the enumeration of microorganisms -Part 1:Colony count at 30 °C by the pour plate techniqu. ISIRI no 5272-1. (1st ed.). Karaj, Iran. (Persian) http://standard.isiri. gov.ir/StandardView.aspx?Id=43263

12- King, T., M. Cole, J. M. Farber, G. Eisenbrand, D. Zabaras, E. M. Fox and J. P. Hill. 2017. Food safety for food security: Relationship between global megatrends and developments in food safety. Trends in Food Science & Technology 68: 160-175.

13- Majdinasab, M., S.M.H. Hosseini, M. Sepidname, M. Negahdarifar and P. Li. 2018. Development of a novel colorimetric sensor based on alginate beads for monitoring rainbow trout spoilage. Journal of food science and technology 55: 1695-1704.

14- Mancini, S., I. Medina, V. Iaconisi, F. Gai, A. Basto and G. Parisi. 2018. Impact of black soldier fly larvae meal on the chemical and nutritional characteristics of rainbow trout fillets. Animal 12: 1672-1681.

15- Okpala, C.O.R., W.S. Choo and G.A. Dykes. 2014. Quality and shelf life assessment of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) freshly harvested and stored on ice. LWT-Food Science and Technology 55: 110-116.

16- Ramtin, M., F. Sharifnia, M. Larypoor, M. Mirpour and S. Zarrabi. 2022. Antimicrobial and antioxidant activity of Carum copticum (L.) link and Iris pseudacorus L. essential oils before and after the encapsulation in polyamide. Journal of Food Processing and Preservation 46: e16447.

17- Reyhani Poul, S. and A. Alishahi. 2021. Comparison of the effect of sodium alginate, sodium caseinate and gelatin coatings in combination with thyme essential oil on shrimp shelf life. Journal of Food Processing and Preservation 13: 15-30.

18- Sarah, H., K. Hadiseh, A. Gholamhossein and S. Bahareh. 2010. Effect of green tea (Camellia sinenses) extract and onion (Allium cepa) juice on lipid degradation and sensory acceptance of Persian sturgeon (Acipenser persicus) fillets. International Food Research Journal 17: 751-761.

19- Shahinfar, R., S. Khanzadi, M. Hashami, M. Azizzadeh and A. Bostan. 2017. The effect of Ziziphora clinopodioides essential oil and nisin on chemical and microbial characteristics of fish burger during refrigerated storage. Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering (IJCCE) 36: 65-75.

20- Shakour, N., Z. Khoshkhoo, A. Akhondzadeh Basti, A. Khanjari and P. Mahasti Shotorbani. 2021. Investigating the properties of PLA-nanochitosan composite films containing Ziziphora Clinopodioides essential oil and their impacts on oxidative spoilage of Oncorhynchus mykiss fillets. Food Science & Nutrition 9: 1299-1311.

21- Shakour, N., Z. Khoshkhoo, A.A. Basti, A. Khanjari and P.M. Shotorbani. 2021. Integration of nanochitosan and Ziziphora clinopodioides essential oil into poly lactic acid films; a new method for extending the shelf life of Oncorhynchus mykiss fillets. Journal of Food Measurement and Characterization 15: 2922-2931.

22- Singh, G., S. Maurya, C. Catalan and M. De Lampasona. 2004. Chemical constituents, antifungal and antioxidative effects of ajwain essential oil and its acetone extract. Journal of agricultural and food chemistry 52: 3292-3296.

23- Valipour Kootenaie, F., P. Ariaii, D. Khademi Shurmasti and M. Nemati. 2017. Effect of chitosan edible coating enriched with eucalyptus essential oil and α-tocopherol on silver carp fillets quality during refrigerated storage. Journal of food safety 37: e12295.

24- Zamani, F., Z. Khoshkhoo, S. E. Hosseini, A.A. Z. Basti and M.H. Azizi. 2022. Chitosan nano-coating incorporated with green cumin (Cuminum cyminum) extracts: An active packaging for rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) preservation. Journal of Food Measurement and Characterization 16: 1228-1240.