تاثیر پوشش خوراکی ژلاتین - اسانس پوست لیموترش بر خصوصیات کیفی فیله ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)

سید جواد ابوالقاسمی*، الناز نامی خسمخی، محمدرضا رضایی ارده، رحیم شفقتی

۱گروه شیلات، واحد تالش، دانشگاه آزاد اسلامی، تالش، ایران

۲ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی ، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران

* مسئول مکاتبات: abolghasemisj@yahoo.com

چکیده:

استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی یکی از روش‌های نگهداری آبزیان می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر پوشش خوراکی ژلاتین به همراه اسانس پوست لیمو ترش بر ارزش غذایی، فساد شیمیایی و ارزیابی حسی فیله ماهی کپور نقره‌ای طی نگهداری در یخچال (۴°C) می‌باشد. بدین منظور ماهی‌ها پس از آماده‌سازی اولیه، با دو محلول ژلاتین و ترکیب ژلاتین واسانس پوست لیمو ترش پوشش‌دهی شدند و به مدت ۲۰ روز، در بازه‌ی زمانی ۵ روزه مورد ارزیابی قرار گرفتند. تیمارهای تحقیق شامل: تیمار ۱ یا شاهد (محلول ژلاتین)، تیمار ۲ (محلول ژلاتین حاوی ۰/۵٪ اسانس پوست لیمو ترش) و تیمار ۳ (محلول ژلاتین حاوی ۱٪ اسانس پوست لیمو ترش) بودند. شاخص‌های فساد (pH و TVB-N)، ارزیابی میکروبی (TVC) و ارزیابی حسی (رنگ، بو، طعم، مزه و بافت) طی دوره نگهداری اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد میزان شاخص‌های pH و TVB-N در تیمارهای پوشش-دهی شده به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بود ($p<۰/۰۵$). نتایج میکروبی تایید کرد که میزان شمارش کلی باکتری‌ها (TVC)، در تیمار ۲ و ۳ نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری داشته است ($p<۰/۰۵$). نتایج ارزیابی حسی نشان داد که تیمارهای پوشش‌دار در ابتدای دوره، امتیاز حسی بالاتر و سپس در انتهای دوره امتیاز حسی پایین‌تری کسب کردند. بر طبق نتایج به دست آمده تیمارهای پوشش‌دهی شده نسبت به تیمار شاهد طی نگهداری در یخچال از کیفیت بهتری برخوردار بوده و تیمار ۳ مناسب-ترین تیمار ارزیابی گردید.

کلمات کلیدی: پوشش خوراکی، ژلاتین، اسانس پوست لیمو ترش، خصوصیات کیفی

۱-مقدمه

آبزیان به دلیل دارا بودن منابع مهم تغذیه‌ای از قبیل اسیدهای چرب غیر اشباع، در برابر انواع فسادهای اکسایشی و میکروبی حساس می‌باشند، لذا محافظت از گوشت آبزیان از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. امروزه یک مشکل جهانی در ارتباط با استفاده از مواد بسته‌بندی مشتق شده از مواد نفتی وجود دارد. مشکل اصلی این بسته‌بندی‌ها زیست تخریب پذیر نبودن آنهاست که دلیل اصلی آلودگی محیطی بوده که این امر یک مشکل جدی محسوب می‌گردد. لذا روش نوینی که عبارت است از استفاده از بسته‌بندی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در سال‌های اخیر، توسعه بسیاری یافته است که می‌تواند از پلیمرهای زیستی مانند پروتئین‌ها (۱۵ و ۳۲)، کربوهیدرات‌ها (۹، ۱۰ و ۴۱) ، لیپیدها (۴۸ و ۴۹) و یا مخلوطی از آنها (۱۵ و ۳۰) تهیه شود.

در حال حاضر تمایل زیادی به استفاده از بسته‌بندی مواد غذایی مناسب برای محیط زیست بر پایه پلیمرهای طبیعی به عنوان جایگزینی برای پلیمرهای زیست تخریب ناپذیر معمولی وجود دارد. علاوه بر این، توسعه بسته‌بندی از طریق ترکیب مواد زیست فعال با اثرات دوگانه ضد میکروبی و ضد اکسیدانی در قالب ماتریس‌های پلیمری ادامه دارد و تا به امروز به تدریج افزایش یافته است. این بسته بندی‌های فعال می‌توانند برای حفظ محصولات غذایی فاسد شدنی و در نتیجه بهبود زمان ماندگاری و کیفیت حسی آنها بسیار قابل استفاده باشند (۴، ۹ و ۱۲). یک مزیت بزرگ این است که این ترکیبات را می‌توان از محصولات جانبی صنایع غذایی مانند پروتئین آب پنیر، شیر، پکتین از پوست مرکبات یا کیتوزان از پوسته میگو، ژلاتین از ضایعات ماهی به دست آورد که این امر موجب دست‌یابی به هدف کاهش بیشتر ضایعات تولید شده توسط صنایع مختلف است. این مواد بسته بندی را می‌توان با استفاده از تکنیک‌های مختلف تولید کرد. بطور مثال برای تولید فیلم‌ها بطور معمول از روش ریخته‌گری استفاده می‌گردد که شامل تبخیر حلال از یک محلول تولید فیلم است (۴۴). در حالی که، برای پوشش‌های خوراکی، می‌توان آنها را با روش غوطه‌وری تولید نمود که شامل یک نمونه غذا قرار گرفته شده در محلول پوششی (۳۵ و ۳۸) یا به صورت اسپری کردن محلول بر روی سطح غذا است (۲۳و ۴۶).

یکی از ترکیباتی که به عنوان پوشش خوراکی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد ژلاتین است. ژلاتین پلی پپتیدی است که در اثر هیدرولیز کلاژن تولید می‌شود و کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی، دارویی و صنعت دارد (۱۷ و ۳۵). منبع اصلی تولید ژلاتین، پوست خوک و گاو است، اما به دلیل احتمال وجود انواع بیماری‌های دامی و نیز وجود محدودیت برای استفاده از گوشت و محصولات جانبی خوک، بررسی و استفاده از سایر منابع به منظور جایگزینی تولید ژلاتین مد نظر قرار گرفته است. (۲۰). ژلاتین آبزیان یک جایگزین مناسب برای ژلاتین مشتق شده از پستانداران جهت تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می-

باشد. ژلاتین ماهی بی مزه و بی‌رنگ بوده و از ویژگی‌های قابلیت فیلم‌سازی و نیز زیست تخریب پذیر بودن عالی برخوردار است بخصوص از خواص مکانیکی ویژه‌ای در حضور برخی از عوامل مانند پیوند متقابل محرک‌های چسبندگی، سایر پروتئین‌ها و نیز پلی ساکاریدها برخوردار بوده و عملکرد آن را بهبود می‌بخشد (۵). ژلاتین به دلیل تشکیل لایه‌هایی با ویژگی مکانیکی مناسب و مقاوم در برابر نفوذ هوا، مورد توجه بسیاری از صاحبان صنایع غذایی قرار گرفته است (۳۴). از دیگر موادی که می‌توان به عنوان جایگزینی برای برخی ترکیبات شیمیایی مورد بررسی قرار داد پوست میوه لیمو ترش است. لیمو ترش، میوه رسیده گیاه سیتروس لیمونن (*Citrus limonum*) از خانواده روتاسه است که دارای روغن فرار می‌باشد و منبع غنی از ویتامین‌ث بوده که یکی از مهم‌ترین ضد اکسیدان‌های شناخته شده است (۲۷). اثر ترکیبات فنولیک لیموترش بر رشد میکروب‌ها در تغییرپذیری دیواره سلولی و خروج ماکرومولکول‌ها از درون سلول است و به نابودی برخی میکروارگانیسم‌ها منجر می‌گردد (۲۱ و ۳۹). ضد اکسیدان‌های طبیعی مانند ترکیبات فنولی به دلیل فواید آنها برای سلامتی انسان، کاهش ریسک بیماری‌های کشنده توسط کاهش استرس و نیز جلوگیری از اکسیداسیون ماکرومولکول‌ها اهمیت بسیار زیادی دارند (۴۲). وبژگی‌های ضد اکسیدانی ترکیبات فنلی عمدتاً ناشی از قدرت احیاءکنندگی و ساختار شیمیایی آنهاست که آنها را قادر به خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، تشکیل کمپلکس و یون‌های فلزی می‌سازد. ترکیبات فنلی از طریق اهداء الکترون به رادیکال‌های آزاد، واکنش‌های اکسیداسیون چربی را مهار می‌کنند. علاوه بر فعالیت ضد اکسیدانی مطالعات متعددی وجود دارد که فعالیت ضد میکروبی فنول-ها و عصاره‌های فنولی را اثبات کرده است و این امر باعث می‌شودکه این مواد جایگزین‌های خوبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها و نگهدارنده‌های شیمیایی باشند (۳۷). در تحقیقات به عمل آمده جهت ارزیابی پوشش‌های یاد شده از فیله‌های ماهیان مختلف از جمله ماهیان پرورشی استفاده شده است. در بین گونه‌های متفاوت پرورشی، ماهی کپور نقره‌ای یکی از مهم‌ترین ماهیان گرمابی ایران می‌باشد که غالباً ۵۰ تا ۶۰ درصد ترکیب را در سیستم کشت چند گونه‌ای ماهیان گرمابی به خود اختصاص می‌دهد. ویژگی‌هایی مانند تولید بالای سالانه، مرغوبیت گوشت و در پی آن بازار پسندی، میزان تولید بالا و ارزش بالای اقتصادی آن سبب شده است تا بررسی کیفیت و تعیین ماندگاری این گونه با استفاده از روش‌های مختلف از جنبه‌های مهم مطالعات کیفی در بهداشت و تغذیه انسان به شمار رود (۱۶). کپور نقره‌ای سرشار از اسیدهای چرب اشباع به مقدار ۲۷/۵٪ و اسیدهای چرب مونو غیر اشباع به مقدار ۴۶/۳۹٪ می‌باشد (۳۱) بنابراین در طول مدت نگهداری بدلیل اکسیداسیون چربی که سبب کاهش کیفیت و تشکیل بوی نامطبوع آن می‌گردد محصولی بسیار حساس است (۳۱). از این حیث حفظ و نگهداری محصولات آبزیان جهت جلوگیری از فساد اکسیداتیو و میکروبی و ارتقاء کیفیت حسی محصول از اهمیت بالایی برخوردار است.

به همین علت تحقیق برای استفاده از انواع فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در صنایع غذایی و شیلاتی جهت حفظ ارزش غذایی و افزایش مدت زمان نگهداری این‌گونه محصولات مورد توجه می‌باشد.

۲- مواد و روش

۲-۱-تولید و آماده‌سازی نمونه

تعداد ۳۰ عدد ماهی کپور نقره‌ای با میانگین وزن ۳۵±۸۲۰ گرم از بازار ماهی فروشان بندر انزلی خریداری و بلافاصله توسط جعبه-های یونولیتی به همراه پودر یخ به آزمایشگاه مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان واقع در بندر انزلی منتقل گردیدند. بعد از عملیات سرزنی و تخلیه شکم، ماهیان، فیله شده و دوباره شستشو شدند. اسانس پوست لیموترش (*Citrus limonum*) مورد استفاده جهت پوشش دهی نیز از شرکت باریج اسانس، ایران، که بر اساس ۱۹-۱۴ میلی‌گرم در میلی لیتر لیمونن استاندارد شده بود(هر میلی لیتر اسانس مایع پوست لیموترش محتوی ۱۹-۱۴ میلی‌گرم ماده موثر لیمونن) (۳) تهیه گردید.

۲-۲- تهیه پوشش خوراکی

برای تهیه پوشش خوراکی از ژلاتین ۴٪ استفاده گردید. محلول ژلاتین از طریق حل شدن۴۰ گرم پودر ژلاتین در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر (محلول۴٪ ژلاتین) همراه با هم زدن و گرمای ملایم (۵ ± ۵۵ درجه سلسیوس) تهیه شد (۴۷). از آنجا که این پوشش شکننده است میزان ۰/۷۵٪ گلیسرول (تهیه شده از شرکت مرک، آلمان) نسبت به وزن محلول به عنوان پلاستی‌سایزر به محلول‌ها اضافه گردید (۴۷). پس از خنک شدن محلول ژلاتین در دو فضای جداگانه، به ازای هر ۱۰۰۰ میلی لیتر آب ۵ میلی‌لیتر مایع اسانس پوست لیموترش در تیمار ۲ (محلول ۴٪ ژلاتین به همراه ۰/۵ درصد اسانس پوست لیموترش) و در تیمار ۳، به ازای هر ۱۰۰۰ میلی لیتر آب ۱۰ میلی‌لیتر اسانس پوست لیموترش (محلول ۴٪ ژلاتین به همراه ۱ درصد اسانس پوست لیموترش) بصورت جداگانه اضافه و آماده سازی شدند، فیله‌های تحقیق به مدت ۱ دقیقه در محلول‌های تهیه شده در دمای اتاق غوطه‌ور گردیدند، سپس فیله‌ها از محلول‌ها خارج شده و به مدت ۳۰ ثانیه اجازه داده شد تا عمل آب چک انجام شود. پس از آن فیله‌های بدون پوشش (شاهد یا تیمار ۱) و فیله‌های پوشش‌دهی شده (تیمار ۲ و ۳) در کیسه‌های پلی‌اتیلنی با ضخامت ۲۵×۳۵ سانتی‌متر با روش بسته‌بندی معمولی بسته‌بندی شدند.

۲-۳-آزمون‌های فیزیکوشمیایی

۲-۳-۱-آزمون سنجشpH و فساد

جهت اندازه‌گیری pH (با استفاده از دستگاه مدل Kitrolin ساخت کشور فرانسه) مقدار ۲۰ گرم نمونه در ۱۰۰ سی سی آب مخلوط شد. بعد از گذشت ۵ تا ۱۰ دقیقه در حرارت معمول آزمایشگاه، میزان pH به وسیله قرار دادن سر الکترود در مایع حاوی نمونه، اندازه‌گیری شد (۱). جهت ارزیابی مجموعه بازهای نیتروژنی فرار TVB-N، میزان ۱۰ گرم از نمونه برداشت و سپس با ۲

گرم اکسید منیزیم، ۳۰۰ میلی لیتر آب و چند قطعه سنگ جوش به بالن کلدال منتقل گردید. پس از آن محلول ۲ ٪ اسید بوریک و چند قطره معرف متیل قرمز به ارلن ml ۲۵ اضافه شده و در زیر قیف کندانسور قرار گرفتند. پس از انجام این عمل به مدت ۲۵ دقیقه عمل تقطیر در نقطه جوش صورت گرفت. سپس حرارت قطع شد و پس از سرد شدن، محلول تقطیر شده با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر گردید. محاسبه TVB-N برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه از طریق فرمول زیر محاسبه شد (۲ و ۸).

$$\text{میلی گرم } TVB-N = \frac{\text{میزان اسید سولفوریک مصرفی} \times 1/4 \times 100}{\text{وزن نمونه}}$$

٤-۲- آزمون میکروبی

جهت شمارش میزان کل باکتری‌ها (TVC) در رقت‌های تهیه شده، از محیط کشت پلیت کانت آگار استفاده گردید. پلیت‌های کشت داده شده بعد از ۴۸ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، بطور چشمی شمارش شدند. پس از آن داده‌های حاصل از شمارش در عکس رقت استفاده شده ضرب شده و بر وزن نمونه برداشت شده (۱۰ گرم) تقسیم و از عدد بدست آمده لگاریتم گرفته شد تا لگاریتم تعداد کلنی در واحد وزن (Log cfu/g) به دست آید (۱).

٥-۲- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی طی ۵ مرحله نمونه‌برداری در روزهای صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، با سه تکرار، طی ۲۰ روز نگهداری در یخچال ($4^{\circ}C$) انجام شدند. لازم به ذکر است جهت ارزیابی طعم و مزه، در هر نوبت از آزمایش به صورت جداگانه، نمونه‌ها ابتدا به اندازه‌های مورد نظر قطعه‌بندی و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در تویستر (کباب‌پز) با دمای $250^{\circ}C$ کباب‌پز شدند (۴۵). جهت اندازه‌گیری درجه مقبولیت و ارزیابی کیفی شاخص‌های بو ، طعم و مزه ، بافت، رنگ و پذیرش کلی از شاخص ۵ رده‌ای که شامل رتبه‌های ۵ (عالی)، ۴ (خیلی خوب)، ۳ (خوب)، ۲ (قابل قبول) و ۱ (غیر قابل قبول) بود استفاده گردید (۴۵).

٦-۲-تجزیه و تحلیل آماری

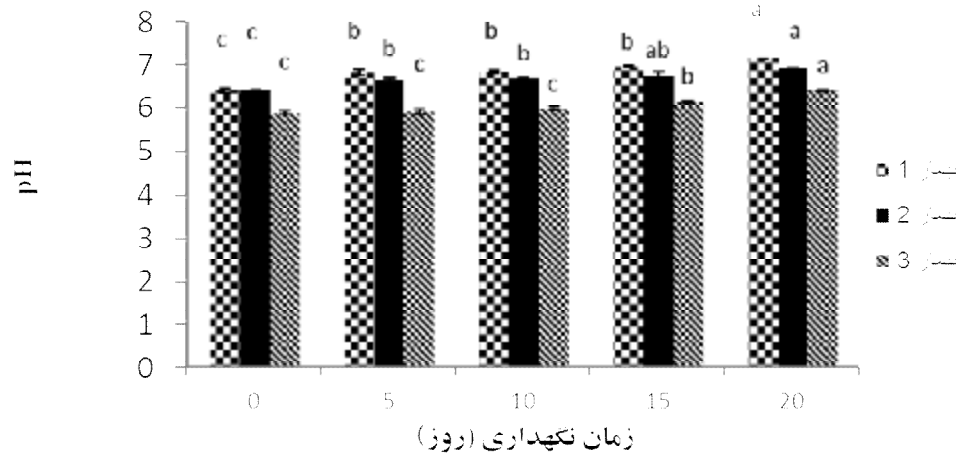
پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها طبق آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، برای بررسی تاثیر پوشش خوراکی بر کیفیت محصول و همچنین تاثیر زمان نگهداری از تجزیه واریانس دو طرفه (Two-way ANOVA) و برای بررسی تفاوت معنی‌دار بین تیمارها از آزمون LSD در سطح معنی‌دار پنج درصد استفاده شد.

۳-نتایج و بحث

۱-۳- بررسی pH

در بررسی تاثیر پوشش خوراکی روی مقدار pH، فیله‌های تیمار ۲ (ژلاتین و اسانس ۰/۵٪ پوست لیموترش) و تیمار ۳ (ژلاتین و اسانس ۱٪ پوست لیموترش) در تمامی فازهای اندازه‌گیری مقادیر کمتری را نسبت به تیمار شاهد (پوشش دهی شده با ژلاتین)

نشان دادند و تفاوت معنی‌داری داشتند ($p<۰/۰۵$). همچنین نتایج نشان داد که مقدار pH در طول دوره نگهداری با گذشت زمان، برای همه تیمارها افزایش یافته و از نظر آماری تفاوت بین تیمارها معنی‌دار بوده است ($p<۰/۰۵$). با این حال، Abdelhedi و همکاران. (۲۰۱۹) گزارش کردند که افزایش pH فیله ماهی در ابتدای دوره نگهداری در یخچال، می‌تواند به دلیل تشکیل ترکیبات قلیایی توسط فعالیت میکروبیولوژیکی یا آنزیم‌های درون زا باشد (۴). بررسی پوشش‌های خوراکی فعال بر پایه ژلاتین ماهی غنی شده با عصاره مورینگا اولیفرا بر نگهداری فیله ماهی *Mustelus mustelus* نتایج مشابهی در ارتباط با تغییرات pH داشت (۲۹). همچنین نتایج مشابهی در بررسی توسط Herrera-Vazquez و همکاران در سال ۲۰۲۲ بدست آمد که نشان می‌داد میزان pH در نمونه‌های کپور نقره‌ای دارای پوشش کیتوزان، افزایش کندتری نسبت به نمونه‌های شاهد داشت و همچنین نتایج مطالعه ذکر شده همسو با نتایج Manju و همکاران (۲۰۰۷) بود (۱۸ و ۲۸).

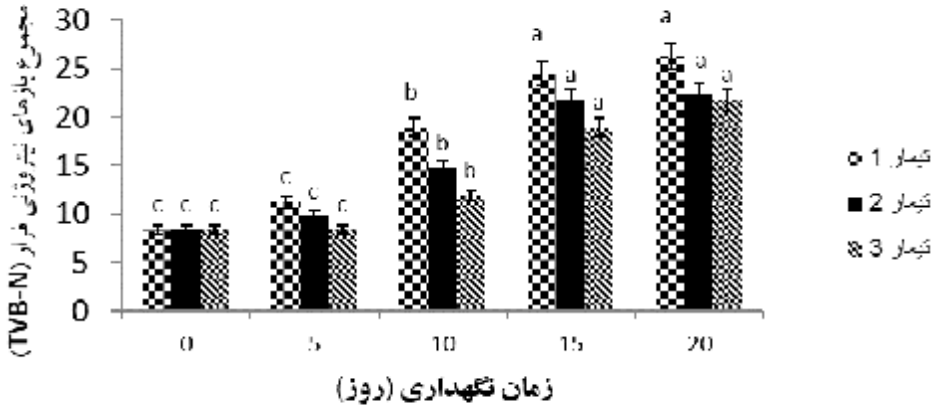


شکل ۱. بررسی مقایسه‌ای میزان pH در تیمارهای پوشش دهی شده و تیمار شاهد طی ۲۰ روز نگهداری

۲-۳- مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

در بررسی تاثیر پوشش خوراکی روی مقدار TVB-N، فیله‌های تیمار ۲ و تیمار ۳ از روز پنجم تا پایان روز ۲۰ در تمامی فازهای اندازه‌گیری مقادیر TVB-N کمتری را نسبت به تیمار شاهد نشان داد و تفاوت معنی‌داری داشتند ($p<۰/۰۵$). در روز صفر تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری نبودند. تیمارهای تحقیق پس از ۱۰ روز از محدوده استاندارد (۱۹/۶ میلی گرم /۱۰۰ گرم گوشت)، (۲۲) خارج شدند. همچنین نتایج نشان داد که مقدار TVB-N در طول دوره نگهداری با گذشت زمان، در همه تیمارها به طور معنی-داری افزایش داشته است ($p<۰/۰۵$). TVB-N به طور عمومی مرتبط با فعالیت و فساد میکروبی می‌باشد (۲۲). افزایش محتوای TVB-N را می‌توان به بسیاری از ترکیبات نیتروژنی مانند آمونیاک، تری متیل آمین، و دی متیل آمین تولید شده توسط باکتری-

های فاسد کننده و آنزیم‌های گوارشی درون زا نسبت داد (۲۲). اثر مشابهی از پوشش ژلاتین غنی شده با روغن دارچین (۶) و پونه کوهی (۱۹) در کاهش محتوای TVB- N ماهی قزل آلای رنگین کمان نگهداری شده در یخچال مشاهده گردید. در همین زمینه، پوشش نانوالیاف کازئینات سدیم-ژلاتین حاوی اسانس نعنا سبب کاهش محتوای TVB-N در فیله قزل آلای رنگین‌کمان گردید (۱۲). نتایج تغییرات TVB-N مشابه نتایج پوشش‌های خوراکی فعال بر پایه ژلاتین ماهی غنی شده با عصاره مورینگا اولیفرا بر نگهداری فیله ماهی بود (۳۰). روند تغییرات TVB-N در نتایج این تحقیق با نتایج Lu *et al* (2009) و Chan *et al* (2002) که میزان تاثیر این پوشش روی کیفیت تیلاپیا را اندازه‌گیری کردند مطابقت داشت (۱۱و ۲۶). همچنین نتایج تحقیق مشابه با بررسی Yongling و همکاران (۲۰۱۱) بود که دریافتند پوشش آلژینات سدیم حاوی ویتامین C طی دوره نگهداری سبب کاهش TVB-N گوشت ماهی نسبت به تیمار شاهد می گردد (۴۷).

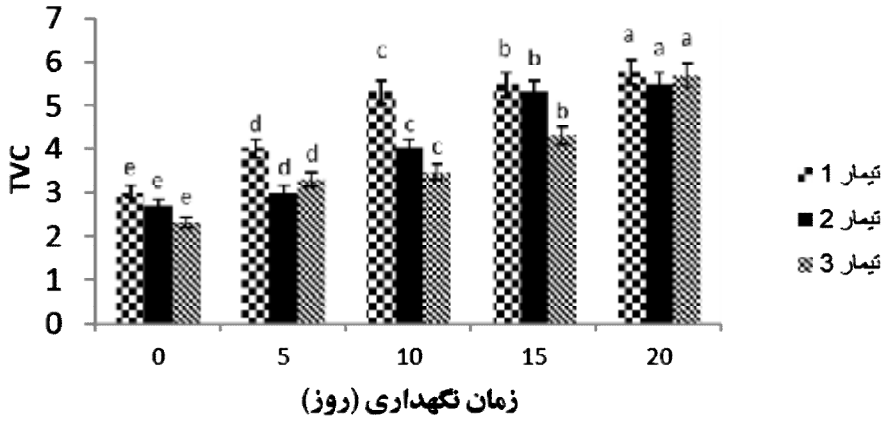


شکل ۲. بررسی مقایسه‌ای میزان TVB-N در تیمارهای پوشش دهی شده و تیمار شاهد طی ۲۰ روز نگهداری

۳-۳-ارزیابی میکروبی (شمارش کلی باکتری‌ها (TVC)

در مقایسه بین تیمارها مشخص شد که میزان شمارش کلی باکتری‌ها (TVC) در تیمارهای پوشش دهی شده (تیمار ۲ و ۳) به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بوده و این شاخص در تیمار ۳ (ژلاتین و اسانس ۱٪ پوست لیموترش) کمترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها نشان داد و تفاوت بین تیمارها معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). همچنین نتایج حاکی از آن بود که مقدار TVC در طول دوره نگهداری با گذشت زمان، در همه تیمارها به طور معنی‌داری افزایش داشته است ($p<۰/۰۵$). نتایج مشابهی توسط Eghbalian و همکاران (۲۰۲۱) در فیله ماهی قزل آلای رنگین‌کمان حاوی پوشش نانوالیاف کازئینات سدیم-ژلاتین حاوی اسانس نعنا گزارش شد که طی دوره نگهداری (روز ۱۳)، نمونه‌های قزل آلای بسته‌بندی شده با مواد فعال دارای جمعیت میکروبی (انتروباکتریاسه و

مزوفیل، سایکروتروف، اسید لاکتیک و باکتری تولید کننده H_2S) کمتری نسبت به گروه شاهد بودند (۱۲). Shahbazi و همکاران (۲۰۲۱) در به‌کارگیری از فیلم‌های نانوالیافی کربوکسی متیل سلولز-ژلاتین کپسوله شده با روغن ضروری اسانس پونه (*Mentha longifolia*) جهت ماندگاری میگوهای آب شیرین پوست کنده به مدت ۱۴ روز نگهداری در یخچال به نتایج مشابهی دست یافتند و در آن شمارش کلی میکروبی در نمونه‌های دارای پوشش، کمتر از نمونه شاهد بود (۴۰). طبق نتایج صداقت و همکاران (۱۳۹۳) فیلم و پوشش خوراکی کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس پوست لیموترش سبب کاهش بار میکروبی و باکتری‌های سودوموناس، کلی فرم و استافیلوکوکوس گوشت گردید (۳). نتایج Ou و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی تاثیر پوشش ژلاتین و اسیدبنزوئیک (عامل ضد میکروبی) بر فیله ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) نشان داد که این پوشش می‌تواند سبب به تاخیر افتادن رشد باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی اختیاری شود (۳۳). همچنین Lopez-Caballero و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که پوشش خوراکی کیتوزان-ژلاتین سبب کاهش رشد باکتری‌های *Enterobacteriaceae* و *Pseudomonasae* طی دوره نگهداری می‌گردد (۲۵).



شکل ۳. بررسی مقایسه‌ای میزان TVC در تیمارهای پوشش دهی شده و تیمار شاهد طی ۲۰ روز نگهداری

٤-۳-ارزیابی حسی

جدول ۱. نتایج حاصل از ارزیابی حسی (رنگ، بو، طعم و مزه و بافت) فیله ماهی کپور نقره‌ای پوشش‌دهی شده در طول ۲۰ روز نگهداری در یخچال

	صفر	روز پنجم	روز دهم	روز پانزدهم	روز بیستم
تیمار ۱	٤/٧٩ ±۰/۰٦ ^{Aa}	٤/٧٠ ± ۰/۰۹ ^{Ba}	٤/٥٠ ± ۰/۰۷ ^{Bb}	٤/١٢ ± ۰/۰٥ ^{Bc}	٣/٨٥ ±۰/۰۸ ^{Bd}

رنگ	تیمار ۲	٤/٨٢ ±٠/٠٩ ^{Aa}	٤/٨٠ ±٠/١٠ ^{Aa}	٤/٦٢ ±٠/٠٨ ^{Ab}	٤/٣٧ ± ٠/٠٨ ^{Ac}	٤/٠٠ ±٠/٠٥ ^{Ad}
	تیمار ۳	٤/٨٩ ± ٠/٠١ ^{Aa}	٤/٨١ ± ٠/٠٢ ^{Aa}	٤/٧١ ± ٠/٠١ ^{Ab}	٤/٣٩ ± ٠/٠٢ ^{Ac}	٤/١٢ ± ٠/٠٣ ^{Ad}
بو	تیمار ۱	٤/٢٢ ± ٠/١١ ^{Ba}	٤/١٧ ±٠/٠٥ ^{Ba}	٤/٠٠ ± ٠/٠٩ ^{Bb}	٣/٨٣ ± ٠/٠٢ ^{Bc}	٣/٥٢ ±٠/٠١ ^{Bd}
	تیمار ۲	٤/٧٥ ± ٠/٠٥ ^{Aa}	٤/٦١ ± ٠/٠٨ ^{Aa}	٤/٥٣ ± ٠/٠٢ ^{Ab}	٤/٠٠ ± ٠/٠٤ ^{Ac}	٣/٩٥ ± ٠/٠١ ^{Ac}
	تیمار ۳	٤/٧٥ ± ٠/٠٩ ^{Aa}	٤/٦٥ ± ٠/٠٥ ^{Aa}	٤/٦٠ ±٠/٠٩ ^{Aab}	٤/٠٨ ± ٠/٠٥ ^{Ab}	٤/٠٠ ± ٠/٠٣ ^{Ab}
طعم و مزه	تیمار ۱	٤/٦٢ ± ٠/١١ ^{Aa}	٤/٤٣ ± ٠/٠٨ ^{Ca}	٤/١٠ ± ٠/١١ ^{Cb}	٤/٠٠ ± ٠/٠٢ ^{Cb}	٣/٥٨ ±٠/٠١ ^{Cc}
	تیمار ۲	٤/٦٢ ± ٠/١٠ ^{Aa}	٤/٥٣ ± ٠/٠٠ ^{Ba}	٤/٤٠ ± ٠/٠٢ ^{Bb}	٤/٢٢ ± ٠/١٢ ^{Bb}	٤/٠١ ± ٠/٠٤ ^{Bc}
	تیمار ۳	٤/٦٨ ± ٠/١٢ ^{Aa}	٤/٦٠ ± ٠/٠٢ ^{Aa}	٤/٥٧ ± ٠/٠١ ^{Ab}	٤/٣٧ ± ٠/٠٢ ^{Ac}	٤/١٢ ± ٠/٠٣ ^{Ad}
بافت	تیمار ۱	٤/٧١ ± ٠/١١ ^{Aa}	٤/٥٥ ± ٠/٠٥ ^{Ab}	٤/٣٣ ± ٠/١٤ ^{Ac}	٣/٩٩ ± ٠/٠٩ ^{Ad}	٣/٧٦ ±٠/٠١ ^{Ae}
	تیمار ۲	٤/٧١ ± ٠/٠٨ ^{Aa}	٤/٦١ ± ٠/٠٧ ^{Ab}	٤/٤٨ ± ٠/٠٦ ^{Ac}	٤/٢٠ ± ٠/٢٠ ^{Ac}	٤/٠٨ ± ٠/١٣ ^{Ad}
	تیمار ۳	٤/٨٥ ± ٠/١ ^{Aa}	٤/٧٥ ± ٠/١٢ ^{Aa}	٤/٥٨ ± ٠/٠٩ ^{Ab}	٤/٣٤ ± ٠/٠٢ ^{Ac}	٤/١٥ ± ٠/٠٩ ^{Ad}

اعداد داخل جدول بیانگر میانگین و انحراف معیار (Mean ± SD) سه تکرار می‌باشد. حروف کوچک متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین روزهای نگهداری در سطح ۵ درصد ($p<٠/٠٥$) می‌باشند و

حروف بزرگ متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد ($p<٠/٠٥$) را نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج ارزیابی حسی (جدول ۱) مشخص گردید که با گذشت زمان طی ۲۰ روز نگهداری، امتیاز حسی در همه تیمارها بطور معنی‌داری کاهش یافته است ($p<٠/٠٥$). همچنین در مقایسه تیمارها با یکدیگر نمرات حسی شاخص‌های حسی رنگ، بو، طعم و مزه در تیمارهای پوشش دهی شده بیشتر از تیمار شاهد بود. اما از نظر شاخص بافت، تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی داری نشان ندادند ($p>٠/٠٥$). شاخص رنگ از جنبه‌های کیفی مهم غذاهای فرآوری شده یا حتی فرآوری نشده می‌باشد (۴۳). تغییر رنگ فیله ماهی در طول نگهداری یا ناشی از پروسه اکسیداسیون میوگلوبین بوده و یا می‌تواند ناشی از واکنش آن با سایر ترکیبات عضله باشد (۷). به طور مشابه، طبق یافته‌های Feng و همکاران (۲۰۱۶) پوشش ترکیبی ژلاتین ماهی- کیتوزان، رنگ فیله ماهی پومفرت طلایی را در طی نگهداری در شرایط سرد حفظ کرد. در واقع، تغییرات رنگ کمتری در نمونه‌های پوشش‌دار در مقایسه با نمونه بدون پوشش مشاهده گردید (۱۳). تغییرات رنگ عمدتا برای گونه ماهیان تیره گوشت ایجاد می‌شود، اما با توجه به

آن در نمونه‌هایی مانند گونه سگ‌ماهی که ماهی‌های سفید گوشتی هستند نیز حفظ رنگ سفید در حفظ ظاهر بهتر آن‌ها نقش مهمی دارد، در تحقیقات به عمل آمده پوشش خوراکی خاص مانند پوشش ژلاتین غنی‌سازی شده با عصاره گز روغنی (*Moringa oleifera*) با حفظ سطح فیله، رنگ این گونه از ماهیان را بهبود بخشید که می‌تواند به دلیل کاهش تغییرات در بافت آن و محافظت از آن در برابر اثرات محیطی باشد (۲۹). طعم و مزه از دیگر خصوصیات حسی فرآورده غذایی محسوب شده و در پذیرش فرآورده توسط مصرف کننده بسیار موثر است (۴۳). تحقیقات مشابه‌ای در این زمینه صورت گرفته است از جمله Gallego و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که پوشش خوراکی ژلاتین غنی‌سازی شده با ضد اکسیدان ضایعات حاصل از گوجه فرنگی، خواص حسی بافت گوشت خوک را در مقایسه با نمونه بدون پوشش تغییر نداد اما سایر خصوصیات حسی از قبیل طعم و مزه از کیفیت حسی بالاتری نسبت به تیمار شاهد برخوردار بودند (۱۴).

٤-نتیجه گیری کلی

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که استفاده از پوشش ژلاتین به همراه ترکیبات ضد اکسیدانی و ضد میکروبی مانند اسانس پوست لیموترش سبب افزایش خواص ضد اکسیدانی و ضد میکروبی شده و شدت فعالیت اکسیداسیونی و ضد میکروبی درگوشت ماهی را کاسته است، به طوری که روند فساد اکسیداسیون و میکروبی در فیله پوشش‌دار همراه اسانس پوست لیموترش بطور معنی‌داری بالاتر از فیله ماهی با پوشش ژلاتین بود. با توجه به نتایج این تحقیق، بهترین زمان ماندگاری فیله کپور نقره‌ای پوشش‌دار تا روز ۱۰ نگهداری در دمای یخچال، در تیمار ۱ درصد اسانس پوست لیموترش مشاهده گردید.

٥-منابع

۱. استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۲۹. ۱۳۸۶. *گوشت و فرآورده‌های آن، شمارش باکتری‌های سرمادوست*، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۲. پروانه ویدا، ۱۳۸۳. *کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی*، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۲۵.

۳. صداقت ناصر، محمد حسینی مهدی، خشنودی نیا سارا، حبیبی نجفی محمد باقر، کوچکی آرش. بررسی خواص ضد میکروبی فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس گشنیز و پوست لیموترش و تأثیر آن بر افزایش زمان ماندگاری گوشت گوسفند در دمای یخچال. *مجله علوم و صنایع غذایی*. ۱۳۹۳: ۹ (۴): ۶۳-۵۲.

4. Abdelhedi O, Jridi M, Nasri R, Mora L, Toldrá F, Nasri M. Rheological and structural properties of Hemiramphus far skin gelatin: Potential use as an active fish coating agent. *Food hydrocolloids*. 2019; 87: 331–341. DOI:10.1016/j.foodhyd.2018.08.005.

5. Alfaro AT, Balbinot E, Weber CI, Tonial IB, Machado-Lunkes A. Fish gelatin: Characteristics, functional properties, applications and potential. *Food Engineering reviews*. 2014;7:33–44. DOI:10.1007/s12393-014-9096-5.

6. Andevari GT, 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 and technology*. 2011;46: 2305–2311. DOI:10.1111/j.1365-2621.2011.02750.

7. Antoniewski MN, Barringer SA. Meat shelf-life and extension using collagen/gelatin coatings: *A review. Critical reviews in Food science and nutrition*. 2010;50: 644–653. DOI: 10.1080/10408390802606691 .

8. AOAC. Official Method of Analysis (17thed). Washington, DC: *Association of official analytical chemists*. 2005.

9. Araghi M, Moslehi Z, Mohammadi Nafchi A, Mostahsan A, Salamat N, Daraei Garmakhany A. Cold water fish gelatin modification by a natural phenolic cross-linker (ferulic acid and caffeic acid). *Food science and nutrition*. 2015;3: 370–375. DOI: 10.1002/fsn3.230.

10. Bernhardt DC, Pérez CD, Fissore EN, De'Nobili MD, Rojas AM. Pectin-based composite film. Effect of corn husk fiber concentration on their properties. *Carbohydrate polymers*. 2017;164: 13–22. DOI.org/10.1016/j.carbpol.2017.01.031.

11. Chan YO, Shwu FT, Chieh HL. Using gelatin-based antimicrobial edible coating to prolong shelf-life of tilapia fillets. *Journal of food quality*. 2002;25: 213-222. DOI:10.1111/j.1745-4557.2002. tb01020.

12. Eghbalian M, Shavisi N, Shahbazi Y, Dabirian F. Active packaging based on sodium caseinate-gelatin nanofiber mats encapsulated with Mentha spicata L. essential oil and MgO nanoparticles:N Preparation, properties, and food application. *Food packaging and Shelf life*. 2021;29: 103-117. DOI.org/10.1016/j.fpsl.2021.100737.

13. Feng X, Bansal N, Yang H. Fish gelatin combined with chitosan coating inhibits myofibril degradation of golden pomfret (*Trachinotus blochii*) fillet during cold storage. *Food chemistry*. 2016;200: 283‑292. DOI.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.030.

14. Gallego M, Arnal M, Talens P, Toldrá F, Mora L. Effect of gelatin coating enriched with antioxidant tomato by-products on the quality of pork meat. *Polymers journal*. 2020;12: 1032. DOI.org/10.3390/polym12051032.

15. Galus S, Lenart A. mechanical, and moisture sorption properties of whey protein edible films. *Journal of food processing*. 2019;42: 132-145. DOI:10.1111/jfpe.13245.

16. Gholamzadeh M, Hosseini E, Eskandari S, Hosseini H. Chemical, microbial and sensory changes of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fish treated with Black cumin (*Nigella sativa* L.) extract during storage at refrigerator. *Iranian scientific fisheries journal*. 2013;22(1): 71-84. [in persian].

17. Gudmundsson M. Rheological properties of fish gelatins. *Journal of Food Science*. 2002;67(6): 2172-2176. DOI:10.1111/j.1365-2621. 2002.tb09522.

18. Herrera-Vázquez SE, Dublán-García O, Arizmendi-Cotero D, Gómez-Oliván LM, Islas-Flores H, Hernández-Navarro MD. and et al. Optimization of the physical, optical and mechanical properties of composite edible films of gelatin, whey protein and chitosan. *Journal of molecules*. 2022;27: 869-876. DOI:org/10.3390/molecules27030869.

19. Hosseini SF, Rezaei M, Zandi M, Ghavi FF. Effect of fish gelatin coating enriched with oregano essential oil on the quality of refrigerated rainbow trout fillet. *Journal of aquatic food product technology*. 2016;25: 835–842. DOI:10.1080/10498850.2014.943917.

20. Karayannakidis PD, Zotos A. Fish processing byproducts as a potential source of gelatin: A review. *Journal of aquatic food product technology*. 2016;25(1): 65-92. DOI:10.1080/10498850.2013.827767.

21. Kouidhi BAl, Qurashi YMA, Chaieb K. Drug resistance of bacterial dental biofilm and the potential use of natural compounds as alternative for prevention and treatment. *Microbial pathogenesis*. 2015;80: 39-49. DOI: 10.1016/j.micpath.2015.02.007.

22. Kykkidou S, Giatrakou V, Papavergou A, Kontominas MG, Savvaidis IN. Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4°C. *Journal of food chemistry*. 2009;115: 169–75. DOI:10.1016/j.foodchem.2008.11.083.

23. Lara G, Yakoubi S, Villacorta CM, Uemura K, Kobayashi I, Takahashi C. and et al. Spray technology applications of xanthan gum-based edible coatings for fresh-cut lotus root (*Nelumbo nucifera*). *Food research international*. 2020;137: 723-746. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109723.

24. Li Y, Wu C, Wu T, Yuan C, Hu Y. Antioxidant and antibacterial properties of coating with chitosan–citrus essential oil and effect on the quality of Pacific mackerel during chilled storage. *Food science and nutrition*. 2019;7: 1131–1143. DOI.org/10.1002/fsn3.958.

25. Lopez-Caballero ME, Go´mez-Guillen MC, Pe´rez-Mateos M, Montero P. A chitosan–gelatin blend as a coating for fish patties. *Food hydrocolloids*. 2005;19: 303–311. DOI:10.1016/j.foodhyd.2004.06.006.

26. Lu F, Liu DH, Ye XQ. Alginate-calcium coating incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead *(Channa argus*) fillets stored at 4˚C. *Journal science food agriculture*. 2009;89: 848-854. DOI:10.1002/jsfa.3523.

27. Mahmud S, Saleem M, Siddique S, Ahmed R, Khanum R, Perveen Z. Volatile components, antioxidant and antimicrobial activity of Citrus acida var. sour lime peel oil. *Journal of saudi chemical society*. 2009;13(2): 195-198. DOI:10.1016/j.jscs.2009.03.001.

28. Manju S, Jose L, Srinivasa Gopal TK. Effects of sodium acetate dip treatment and vacuum-packaging on chemical, microbiological, textural and sensory changes of pearl spot (*Etroplus suratensis*) during chill storage. *Food chemistry*. 2007;102: 27-35. DOI:10.1016/j.foodchem.2006.04.037.

29. Mezhoudi M, Salem A, Abdelhedi O, Fakhfakh N, Mabrouk M, Khorchani T. and et al. Development of active edible coatings based on fish gelatin enriched with Moringa oleifera extract:

Application in fish (*Mustelus mustelus*) fillet preservation. *Food science and nutrition*. 2022;10: 3979-3992. DOI:org/10.1002/fsn3.2993.

30. Mohammadi M, Mirabzadeh S, Shahvalizadeh R, Hamishehkar H. Development of novel active packaging films based on whey protein isolate incorporated with chitosan nanofiber and nano-formulated cinnamon oil. *International Journal of biological*. 2020;149: 11–20. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.01.083.

31. Moini S, Rafie M, Ghazvini P, Jalili S. A study on the effect of dry salting on fatty acids of silver carp (*hypophthalmichthys molitrix*) and the shelf life under the environmental condition. *Iranian Journal of Natural Resources*. 2013;65(4): 429-438. DOI:10.22059/jfisheries.2013.30546.

32. Mouzakitis CK, Sereti V, Matsakidou A, Kotsiou K, Biliaderis CG, Lazaridou A. Physicochemical properties of zein-based edible films and coatings for extending wheat bread shelf life. *Food hydrocoll*. 2022;132: 856-867. DOI:10.1016/j.foodhyd.2022.107856.

33. Ou CY, Stay S, Lai CH, Weng YM. Using Gelatine-Based Antimicrobial Edible Coating To Prolong Shelf-Life Of Tilapia fillets. Journal of food quality. 2001;25: 213-222. DOI:10.1111/j.1745-4557. 2002.tb01020.

34. Pereda M, Ponce AG, Marcovich NE, Ruseckaite RA, Martucci JF. Chitosan-gelatin composites and bi-layer films with potential antimicrobial activity. *Food hydrocolloids*. 2011;25(5): 1372-1381. DOI:10.1016/j.foodhyd.2011.01.001.

35. Pirozzi A, Del Grosso V, Ferrari G, Donsì F. Edible coatings containing oregano essential oil nanoemulsion for improving postharvest quality and shelf life of tomatoes. *Foods journal*. 2020;9: 1605-1615. DOI: 10.3390/foods9111605 .

36. Pizato S, Chevalier RC, Dos Santos MF, Da Costa TS, Arévalo Pinedo R. Cortez Vega, W.R. Evaluation of the shelf-life extension of fresh-cut pineapple (*Smooth cayenne*) by application of different edible coatings. *British food journal*. 2019;121: 1592–1604. DOI:10.1108/BFJ-11-2018-0780.

37**.** Pokorny J. Are natural antioxidants better–and safer–than synthetic antioxidants? *European journal of lipid science and technology*. 2007;109(6): 629-642. DOI.org/10.1002/ejlt.200700064.

38. Rossi-Márque G, Dávalos-Saucedo CA, Mayek-Pérez N, Di Pierro P. Multilayered Edible Coatings to enhance some quality attributes of ready-to-eat cherimoya (*Annona cherimola*). *Coatings journal*. 2022;13: 41-49. DOI.org/10.3390/coatings13010041.

39. Sadegh pour M. Antibacterial effect of hydroalcoholic extract of orange peel (citrus sinensis peel) in laboratory conditions. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2017;27(147): 392-397.

40. Shahbazi Y, Shavisi N, Karami N, Lorestani R, Dabirian F. Electrospun carboxymethyl cellulose-gelatin nanofibrous films encapsulated with Mentha longifolia L. essential oil for active packaging of peeled giant freshwater prawn. LWT-*Food science and technology*. 2021;152: 112-119. DOI:10.1016/j.lwt.2021.112322.

41. Shivangi S, Dorairaj D, Negi PS, Shetty NP. Development and characterisation of a pectin-based edible film that contains mulberry leaf extract and its bio-active components. *Food hydrocoll.* 2021;121: 107-120. DOI:10.1016/j.foodhyd.2021.107046.

42. Silva BM, Andrade PB, Valentão P, Ferreres F, Seabra RM, Ferreira MA. Quincen (*Cydonia oblonga Miller*) fruit (pulp, peel,n and seed) and jam: antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2004; 52(15): 4705-12. DOI: 10.1021/jf040057.

43. Stodoling L, Stawicka A, Szczepanic G, Aubourg SP. Rancidity inhibition study in frozen whole mackerel (*Scomber scomberous*) following flaxseed (*Linum asitatissimum*) extract treatment. *Grassay aceites journal*. 2005;56(3):195-204. DOI:10.3989/gya. 2005.v56. i3.108.

44. Suhag R, Kumar N, Petkoska AT, Upadhyay A. Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review. *Food research international*. 2020;136: 109-119. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109582 .

45. Watts BM, Ylimaki GL, Jeffery LE, Elias LG. Basic sensory methods for food evaluation. ottawa, ontario (Canada): *International development research centre*. 1989;11 (2): 36-45.

46. Wibowo C, Haryanti P, Wicaksono R. Effect of edible coating application by spraying method on the quality of red chili during storage. In IOP Conference series: earth and environmental science; *IOP Publishing Eds: Bristol, UK*. 2021;746 p. DOI:10.1088/1755-1315/746/1/012004.

47. Yongling S, Lei L, Huixing S, Juan Y, yongkang L. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food control*, 2011;22: 608-615. DOI:10.1016/j.foodcont.2010.10.012.

48. Yousuf B, Sun Y, Wu S. Lipid and lipid-containing composite edible coatings and films. *Food reviews international*. 2022;38 (1): 574–597. DOI:10.1080/87559129.2021.1876084

49. Zambrano-Zaragoza ML, Quintanar-Guerrero D, Del Real A, González-Reza RM, Cornejo-Villegas MA, Gutiérrez-Cortez E. Effect of nano-edible coating based on beeswax solid lipid nanoparticles on strawberry's preservation. *Coatings journal*.
2020;10: 253-259. DOI.org/10.3390/coatings10030253.

Effect of edible gelatin coating-lemon (*Citrus limonum*) peel essential oil on qualitative characteristics of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillet

SeyedJavad Abolghasemi[1*], Elnaz Nami Khasmakhi[2], Mohamad reza rezai ardeh[1], Rahim Shafaqati[1]

1. Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh, Iran.

2. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Guilan, Iran

***** Corresponding Author: abolghasemisj@yahoo.com

Abstract:

Use of edible films and coatings is one of the methods of keeping aquatic animals. The purpose of this research is to evaluate the effect of edible coating of gelatin along with essential oil of lemon peel on nutritional value, chemical spoilage and sensory evaluation of silver carp fillet during storage in refrigerator (4°c). For this purpose, after the initial preparation, the fish were covered with two gelatin solutions and a combination of gelatin and lemon peel essence and were evaluated for 20 days in a 5-day periods. Experimental treatments are including: treatment 1 control (gelatin solution), treatment 2 (gelatin solution containing 0.5% lemon peel essential oil), and treatment 3 (gelatin solution containing 1% lemon peel essential oil). Spoilage indices (pH and TVB-N), microbial evaluation (TVC) and sensory evaluation (color, odor, taste, and texture) were measured during the storage period. The results showed that the pH and TVB-N indices in the coated treatments were significantly lower than the control treatment ($p<0.05$). Microbial results confirmed that the total viable count (TVC) in treatments 2 and 3 decreased significantly compared to the control treatment ($p<0.05$). The results of the sensory evaluation showed that the treatments with coating obtained higher sensory scores at the beginning of the period and then lower sensory scores at the end of the period. According to the results, the coated treatments had better quality than the control during storage in the refrigerator and treatment 3 had the best quality.

Key words: Edible coating, Gelatin, Lemon peel essential oil, Qualitative characteristics