



بررسی اثر استفاده از پوشش پروتئینی ژلاتین به همراه عصاره گل میخک برای افزایش کیفیت نگهداری

فیله ماهی قزل‌آلای سرد شده در دمای  $4^{\circ}\text{C}$

حمیده صالحی<sup>۱</sup>، محمدعلی سحری<sup>۲\*</sup>

۱- دانش آموخته ارشد موسسه آموزش عالی تجن

۲- استاد دانشگاه تربیت مدرس

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۰۶

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۰۱

کلمات کلیدی:

پوشش پروتئینی ژلاتین،

عصاره گل میخک،

فیله ماهی قزل‌آلای سرد شده،

مدت ماندگاری.

مطالعه حاضر به منظور بررسی تاثیر پوشش ژلاتینی و عصاره گل میخک طی یک دوره ۱۲ روزه بر حفظ کیفیت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در دمای یخچال طراحی شده است. بر این اساس سه تیمار شامل تیمار شاهد، تیمار حاوی ۲٪ عصاره گل میخک و تیمار حاوی ۴٪ ژلاتین به همراه ۲٪ عصاره گل میخک آماده سازی و در یخچال نگهداری شدند. آزمایش‌های شیمیایی (اسیدهای چرب آزاد، pH، مجموع کل بازهای فرار و تیوباربیتوریک اسید)، میکروبی (مجموع کل بار میکروبی، باکتری‌های سرمادوست و انتروباکترها) و آزمایشات حسی به صورت دوره ای روی تیمارها انجام گرفت. بر این اساس، نتایج بار میکروبی، باکتری‌های سرمادوست و انتروباکترها برای تیمار شاهد به طور معنی داری بیشتر از تیمارهای پوشش دار بود ( $P < 0.05$ ). میزان بار کل میکروبی در انتهای دوره (روز ۱۲) در تیمارهای حاوی ژلاتین و عصاره گل میخک در حد مجاز و نمونه ها قابل مصرف بودند، اما میزان بار میکروبی در تیمار شاهد از حد مجاز تجاوز کرد. طی دوره آزمایش، تغییرات اندکی در میزان pH مشاهده شد. در تیمارهای پوشش داده شده نیز تغییر در میزان اسیدهای چرب آزاد نسبت به تیمارهای شاهد اندک بود. ویژگی‌های حسی نیز در تیمارهای ژلاتین و عصاره گل میخک از مطلوبیت لازم تا انتهای دوره برخوردار بودند. بر اساس نتایج به دست آمده استفاده از پوشش ژلاتینی به همراه عصاره گل میخک قادر است در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری فیله‌های ماهی قزل‌آلای تا ۱۲ روز در دمای یخچال مؤثر باشد.

DOI: 10.29252/fsct.18.01.02

\*مسئول مکاتبات:

sahari@modares.ac.ir

## ۱- مقدمه

امروزه با توجه به رشد جمعیت و افزایش بیماری‌ها، نیاز بشر به استفاده از غذای سالم و ایمن بالا رفته است. یکی از غذاهایی که تأثیر مهمی در سلامت انسان و پیشگیری از بیماری‌ها دارد، ماهی‌ها و آبزیان هستند. این مواد دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی هستند که در سلامت انسان نقش بسیار مهمی ایفا می‌کنند. مصرف ۲ الی ۳ بار در برنامه غذایی هفتگی یکی از راه‌های در امان ماندن از بیماری‌هایی نظیر چاقی، بالا بودن کلسترول، ضعف بینایی، بیماری گواتر، پوسیدگی دندان، روماتیسم، ذات الریه، سردردهای میگرنی، آسم، بیماری‌های کلیوی و بیماری‌های عفونی است؛ همچنین در رشد و تکامل مغز و سیستم عصبی و کنترل وزن جنین و کودک شیرخوار مؤثر است. ماهی یکی از فسادپذیرترین محصولات غذایی است که علت این امر می‌تواند بالا بودن میزان آب، بالا بودن میزان اسید آمینه‌های آزاد، کمتر بودن بافت پیوندی، داشتن مقادیر بیشتر اسیدهای چرب غیراشباع و فعالیت‌های آنزیمی بیشتر نسبت به گوشت چهارپایان باشد. علاوه بر این، پس از صید نیز میزان نگهداری این محصول در مقابل فساد بایستی بسیار مناسب و منظم باشد، چون تغییرات سریع بیوشیمیایی و آنزیمی در ماهیچه‌های آن و فعالیت میکروبی سبب تسریع در تجزیه و فساد ماهی می‌گردد. ماهیان آب شیرین به دلیل ویژگی‌های زیستی خاصی که دارند، محصولات با فسادپذیری بالا هستند. فساد گوشت ماهی در نتیجه تغییرات متفاوتی در ویژگی‌های زیستی آن است. این تغییرات شامل اکسیداسیون در سطح چربی‌ها، فعالیت مربوط به آنزیم‌ها در ماهی و فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم‌های موجود در گوشت است. نتیجه این تغییرات، کاهش در مدت زمان نگهداری ماهی و دیگر محصولات غذایی است [۱].

اکسیداسیون یا فساد چربی‌ها در مجاورت هوا یکی از مشکلاتی است که پس از صید ماهی زمان نگهداری آن را محدود می‌کند. در اثر پیشرفت اکسیداسیون، مقادیر ویتامین‌های A, D, E آنتی‌اکسیدان‌ها از جمله کارتنوئیدها کاهش می‌یابد. به‌علاوه در ترکیبات پروتئینی و آمینواسیدها و ترکیب پروتئین-لیپید آسیب‌هایی ایجاد می‌شود که در کل باعث کاهش ارزش تغذیه‌ای محصول می‌شود. محصولات حاصل از واکنش‌های اکسیداسیون (همچون هیدروپراکسیدها، آلدئیدها، کتون‌ها و...) طعم، بافت، رنگ، بو را نیز تغییر داده و باعث عدم مطلوبیت محصول می‌شود [۲]. اکسیداسیون به‌وسیله شناسایی ترکیبات ایجاد کننده طعم تند تعیین می‌شود. راهکارهایی برای کاهش این مشکل

وجود دارد که شامل اضافه کردن آنتی‌اکسیدان‌ها و کمپلکس‌ها (بیشتر ترکیبات طبیعی گیاهی) است [۲]. تعدادی از گیاهان علفی و چاشنی‌ها شناسایی شده‌اند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارند، از جمله این گیاهان می‌توان به رازیانه، فلفل، زیره، دارچین، گل میخک، آویشن، رزماری، پونه‌کوهی، مریم‌گلی، مرزه [۳] اشاره کرد. گل‌میخک گیاهی از خانواده میرتاسه و نام علمی آن *Syzygium aromaticum* است. ماده مؤثره گل میخک اوژنول با نام شیمیایی ۴-آلیل-۲-متوکسی فنل و فرمول شیمیایی آن  $C_{10}H_{12}O_2$  است [۴]. عصاره گل میخک که دارای اسانس‌های فرار اوژنول، اوژنیل (استات)، فلاونوئید (استراگالین، ایزوکوترسیتین)، تانن (اوژنین)، تری ترپن (اولئانویک اسید) و استروئیدهایی مانند بتاسیتوسترول است [۵]. اوژنول یک ماده غیرسرطان‌زا و غیرموتازن است و از طرف اداره نظارت بر غذا و دارو به‌عنوان یک ماده بی‌خطر مطرح شده‌است. علاوه بر این، این ماده دارای خواص ضد سرطانی، ضد ویروسی، ضد باکتری، و ضد قارچ مطرح است. گل میخک به‌طور رایج به‌عنوان یک داروی بیهوشی، آرام‌بخش در آبی‌پوری به‌کار می‌رود. علاوه بر این در مصارف انسانی به‌عنوان یک ادویه پر مصرف در آسیای شرقی مورد استفاده است و در زمینه درمانی، به‌عنوان یک ماده بی‌حس‌کننده موضعی و ماده ضد عفونی‌کننده توسط پزشکان مورد استفاده قرار می‌گیرد [۶]. اسانس و عصاره گل میخک به‌عنوان عامل ضد میکروبی طبیعی در برابر بعضی باکتری‌های عامل فساد مواد غذایی مانند باکتری سودوموناس شناخته شده‌است [۷،۸]. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی موادی هستند که به‌صورت لایه‌ای نازک و یکنواخت روی مواد غذایی را فرامی‌گیرد. این مواد اگر به‌صورت لایه‌ای روی محصولات غذایی استفاده شوند، فیلم خوراکی و اگر به‌صورت غوطه‌ور شدن مواد غذایی در این مواد یا اسپری کردن آن‌ها روی مواد غذایی استفاده شوند، پوشش خوراکی نامیده می‌شوند. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در صنایع غذایی کاربرد فراوانی دارند، از جمله در پوشش دادن فرآورده‌های قنادی، میوه‌ها و سبزی‌ها، فرآورده‌های دامی، طیور و آبزیان و فرآورده‌های انجمادی استفاده می‌شوند. ژلاتین یکی از محبوب‌ترین پلیمرهای زیستی است که به‌صورت گسترده در صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی و عکاسی به‌کار گرفته می‌شود زیرا دارای عملکرد و خصوصیات فنی منحصر به فردی است [۹]. مطالعات مشابهی در این زمینه در داخل و خارج کشور انجام شده‌است که از جمله مطالعه *Go'mez-Estaca* و همکاران در سال ۲۰۰۷ که روی فیلم ژلاتین حاوی عصاره پونه کوهی و رزماری و کیتوزان روی ماهی ساردین دودی در دمای ۵

کردن فیله‌ها پس از آب‌چک شدن با استفاده از صفحات مشبک استریل و تحت جریان ملایم هوا صورت گرفت. پس از گذشت ۵ دقیقه که پوشش‌ها خشک شدند، نمونه‌ها در دمای یخچال قرار گرفت. نمونه‌ها شامل سه تیمار بود: تیمار ۱ (تیمار شاهد، بدون هیچ پوشش و ماده افزودنی)، تیمار ۲ (تیمار پوشش داده شده با عصاره گل میخک)، تیمار ۳ (دارای پوشش ترکیبی ژلاتین و عصاره گل میخک). در طول دوره ماندگاری که این دوره ۱۲ روز بود، در روزهای ۰، ۳، ۶، ۱۲، سه فیله از هر تیمار به صورت تصادفی انتخاب شد و به منظور اندازه‌گیری کیفیت ماندگاری پارامترهای شیمیایی، میکروبی و حسی مورد آزمایش قرار گرفت.

### ۲-۲- آنالیز شیمیایی

آزمایش اسیدهای چرب آزاد طبق روش Egan و همکاران (۱۹۹۷) [۱۲] و بر اساس درصد اولئیک اسید و به روش الکل اتیلیک خنثی شده انجام شد. برای اندازه‌گیری pH از روش محمود و همکاران (۲۰۰۴) [۱۳] استفاده شد. سنجش مجموع کل بازهای نیتروژنی فرار (Total volatile bases) به روش کلدال صورت گرفت و اندازه‌گیری (Thiobarbituric TBA acid) مطابق روش (AOAC, 2005) [۱۴] و به وسیله روش رنگ سنجی انجام گرفت.

### ۲-۳- آنالیز میکروبی

به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، ابتدا از هر فیله ماهی با استفاده از تیغ اسکارپل و پنس استریل شده در حضور چراغ الکی و بشر حاوی الکل، ۱۰ گرم نمونه برداشت شده و در ۹۰ میلی‌گرم سرم فیزیولوژی استریل ۰/۸۵٪ قرار داده شد و به مدت ۶۰ ثانیه در یک مخلوط‌کن آزمایشگاهی هم‌وزن شد. طبق روش (AOAC, 2005) [۱۴] برای سنجش بار کل باکتریایی از نمونه‌های تهیه شده، محیط کشت تریپتیک سوی آگار (Tryptic Soy Agar) استفاده شد. بعد از تهیه محیط کشت، با میکرو سمپلر، ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه‌های تهیه شده، روی محیط کشت به طور سطحی پخش شد. پلیت‌های کشت داده شده مربوط به کل باکتری‌ها بعد از ۴۸ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد شمارش شدند [۱۵]. برای شمارش باکتری‌های سرمادوست از نمونه‌های تهیه شده، از محیط تریپتیک سوی آگار (TSA) استفاده شد. ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه‌های تهیه شده، روی محیط کشت به طور سطحی پخش شد. پلیت‌های مربوط به باکتری‌های سرمادوست، بعد از ۱۰ روز انکوباسیون در دمای ۴ درجه سانتیگراد شمارش شدند [۱۵]. برای شمارش باکتری‌های گروه انروباکتریاسه از محیط کشت Violet Red

درجه سانتیگراد انجام شد و در داخل کشور نیز تحقیق تقی‌زاده اندواری (۱۳۹۱) در رابطه با تأثیر پوشش ژلاتینی و اسانس دارچین روی فیله ماهی قزل‌آلا در دمای یخچال صورت گرفت. بر این اساس در تحقیق حاضر تأثیر پوشش ژلاتینی و عصاره گل میخک بر حفظ کیفیت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در دمای یخچال و طی ۱۲ روز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- آماده‌سازی و تهیه تیمارهای مورد نیاز

#### ۲-۱-۱- آماده‌سازی

ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی  $450 \pm 50$  گرم و طول متوسط ۳۲/۵ سانتیمتر در فصل پاییز از مزارع پرورش ماهی خریداری نموده و با استفاده از جعبه‌های یخ در حداقل زمان ممکن به آزمایشگاه آنالیز مواد غذایی ساری منتقل شد. بعد از عملیات مربوط به تخلیه شکمی و حذف باله و سر، فیله ماهی به صورت دستی آماده گردید.

#### ۲-۱-۲- تهیه عصاره آبی پودر گل میخک

برای تهیه عصاره گل میخک، ۲۰۰ میلی‌گرم آب مقطر با ۱۰۰ گرم پودر گل میخک مخلوط شد و به مدت ۲۴ ساعت در شیکر قرار گرفت. پس از آن، نمونه خیس‌انده شده به وسیله کاغذ صافی فیلتر شد. سپس عصاره تهیه شده را درون پلیت‌های شیشه‌ای ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در آون با درجه حرارت  $47^{\circ}C$  نگهداری گردید.

#### ۲-۱-۳- تهیه محلول پوششی

پودر ژلاتین تجاری با برند سیگما آلمان برای تهیه محلول پوششی خریداری شد. پودر ژلاتین تجاری خریداری شده به صورت ژلاتین ۴٪ آماده شد. به این صورت که میزان ۴ گرم از پودر ژلاتین را در دمای اتاق به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه نموده و برای به دست آوردن محلول پروتئینی به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شد تا ژلاتین حل شود. از گلیسرول با غلظت ۳۰٪ (وزنی/وزنی) به عنوان نرم کننده (پلاستی سایزر) استفاده گردید. سپس برای اطمینان از حل شدن ژلاتین و گلیسرول محلول با حرارت ملایم  $45^{\circ}C$  به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شد [۱۰ و ۱۱]. پس از آن عصاره گل میخک با غلظت ۲٪ به محلول پوششی اضافه شد و برای پخش شدن کامل و یکنواخت محلول کاملاً هم زده شد [۳]. برای پوشاندن فیله‌ها با محلول پوششی تهیه شده، فیله‌ها به مدت ۱ دقیقه در محلول ژلاتین غوطه ور شدند. خشک

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصله با نرم افزار SPSS ورژن ۱۹ انجام پذیرفت. به منظور بررسی وجود یا نبود اختلاف معنادار بین تیمارها و همچنین در هر تیمار در طول مدت نگهداری در یخچال در دمای ۴ درجه سانتیگراد از روش تجزیه واریانس یک طرفه (one-way analysis of variance) و مقایسه میانگین بین تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون جداسازی دانکن (Duncans multiple-rage test) در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده گردید. نمودارها با نرم افزار Excel رسم شد و تمامی آزمایشات با سه تکرار صورت پذیرفت.

### ۳- نتایج

#### ۳-۱- آنالیز شیمیایی

در شکل ۱ تغییرات اسیدهای چرب آزاد فیله های ماهی قزل آلابی رنگین کمان در طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد آورده شده است.

Bile Agar (VRBA) استفاده شده و پس از کشت سطحی رقت‌های مورد نظر روی محیط فوق، یک لایه دیگر از محیط کشت روی محیط اولیه ریخته شده و در حقیقت کشت دو لایه انجام گرفت. نمونه‌های کشت داده شده به مدت ۴۸ ساعت در ۳۵ درجه سانتیگراد انکوبه شده و کلنی قرمز شمارش شد [۱۴].

#### ۲-۴- آنالیز حسی

آزمایشات حسی روی نمونه‌ها بر اساس جدول درجه بندی (European commission) در زمان‌های مختلف در طول آزمایش انجام گرفت. هیئت داوران شامل ۵ داور با تجربه و متخصص در رشته صنایع غذایی (اعم از سه زن و دو مرد در رده سنی ۲۶-۴۵ سال) بوده و بر طبق روش هدونیک ۵ نقطه ای انجام گرفت و نمونه‌ها بر اساس رنگ، بو و بافت به ۴ درجه کیفیت عالی (۴)، کیفیت بالا (۳)، کیفیت خوب (تا حدودی کیفیت بدتر شده ولی قابل فروش باشد) (۲) و نامناسب برای فروش (۱) تقسیم شدند [۱۶].

#### ۲-۵- آنالیز آماری

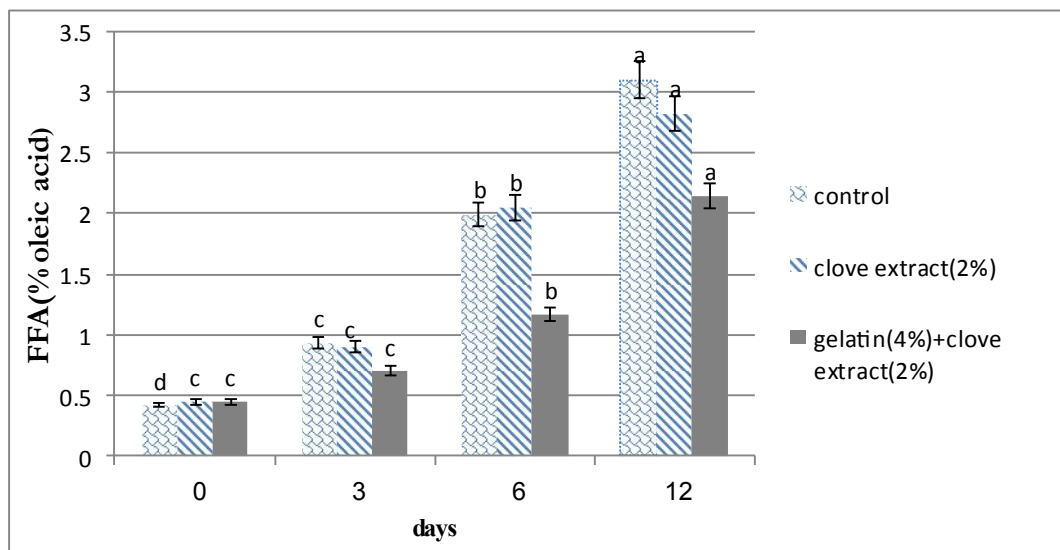
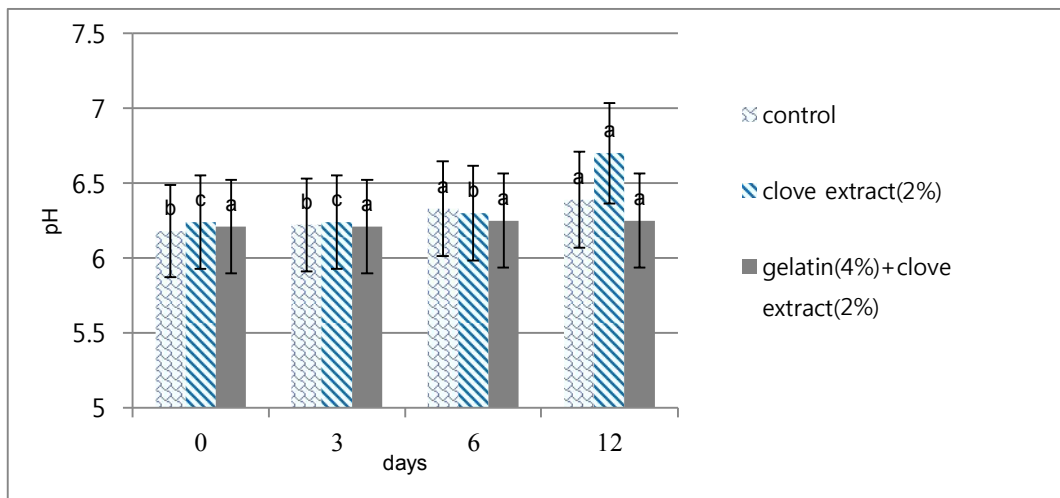


Fig 1 Changes of FFA in rainbow trout fillets coated with gelatin and gelatin plus clove extract during storage at 4°C

بر اساس نتایج شکل ۱، میزان FFA بر مبنای میزان اولئیک اسید در طول زمان در هر سه تیمار افزایش داشته است؛ اما این افزایش در تیمار ژلاتین و عصاره گل میخک نسبت به دو تیمار دیگر، دارای سرعت کمتری بوده و نشان‌دهنده خاصیت بازدارندگی پوشش ترکیبی ژلاتین و عصاره گل میخک است. در تیمار شاهد در طول زمان اختلاف معنی‌داری بین داده‌ها وجود داشت

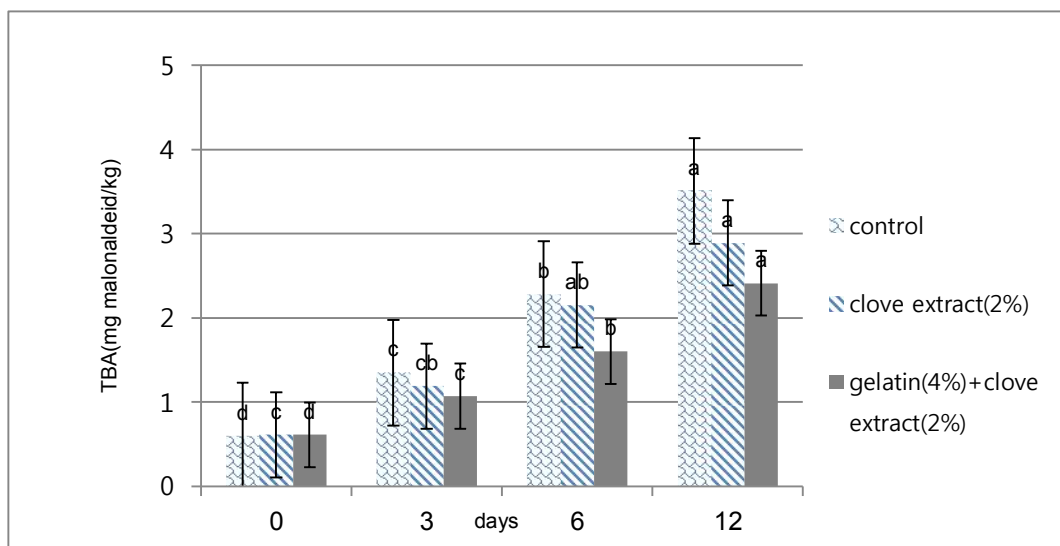
اما در تیمارهای ترکیبی عصاره گل میخک و ژلاتین ( $P < 0.05$ ) و تیمار گل میخک بین زمان‌های صفر و سه روز، اختلاف معنی‌داری در میزان اسیدهای چرب آزاد یافت نشد ( $P > 0.05$ ). در شکل ۲ تغییرات pH فیله‌های ماهی قزل آلابی رنگین کمان در طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد آورده شده است.



**Fig 2** Changes of pH in rainbow trout fillets coated with gelatin and gelatin plus clove extract during storage at 4°C

میخک و در روز ۱۲ بود که این میزان به ۶/۷ رسید، اما تیمار ترکیبی ژلاتین و عصاره گل میخک مانع تغییر pH شد. علت افزایش pH در تیمارها می تواند به دلیل بالا رفتن میزان اسیدهای چرب آزاد باشد [۱۷]. در شکل ۳ تغییرات TBA فیله های ماهی قزل آلی رنگین کمان در طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد آورده شده است.

با توجه به نتایج به دست آمده در شکل ۲، pH در همه تیمارها روند افزایشی داشته است اما در تیمار شاهد این افزایش بین روزهای ۰ و ۳، همچنین ۶ و ۱۲ تفاوت معنی داری نداشت ( $P>0.05$ ). در تیمار عصاره گل میخک نیز بین روزهای صفر و سه تفاوت معنی داری مشاهده نشد ( $P>0.05$ ). در تیمار ترکیبی در کلیه روزهای انجام آزمایش، تفاوت معنی داری در میزان pH مشاهده نشد. بیشترین میزان pH در تیمار عصاره گل



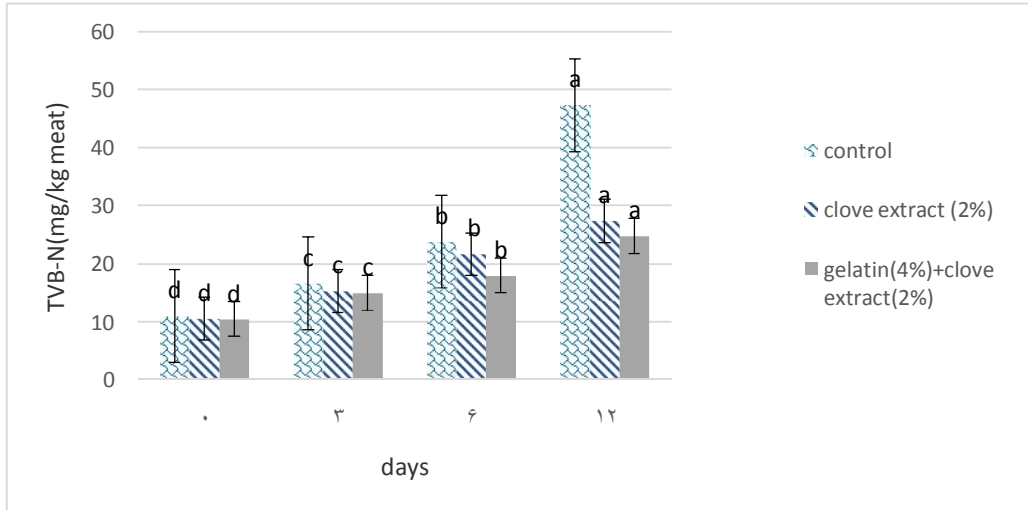
**Fig 3** Changes of TBA in rainbow trout fillets coated with gelatin and gelatin plus clove extract during storage at 4°C

مصرف شده است، اما در این روز تیمارهای حاوی عصاره گل میخک و ژلاتین هنوز قابل مصرف است. پس از افزودن این مواد، به مقدار قابل توجهی مانع افزایش TBA در نمونه ها شده است. در تیمار عصاره گل میخک بین زمان های ۰ و ۳؛ ۳ و ۶ و ۶ و

براساس شکل ۳، میزان TBA در هر سه تیمار افزایش یافته است و ماهی بر این اساس تا روز سوم در هر سه تیمار قابل مصرف بوده است، اما در روز ششم، میزان TBA در تیمارهای شاهد و عصاره گل میخک از حد توصیه شده گذشته و غیر قابل

در شکل ۴ تغییرات TVB-N فیله‌های ماهی قزل آلی رنگین کمان طی دوره نگهداری در دمای ۴ °C آورده شده است.

۱۲ اختلاف معناداری مشاهده نشد ( $P>0.05$ )؛ اما در تیمار ژلاتین و عصاره گل میخک اختلاف بین داده‌ها معنادار بود ( $P<0.05$ ).



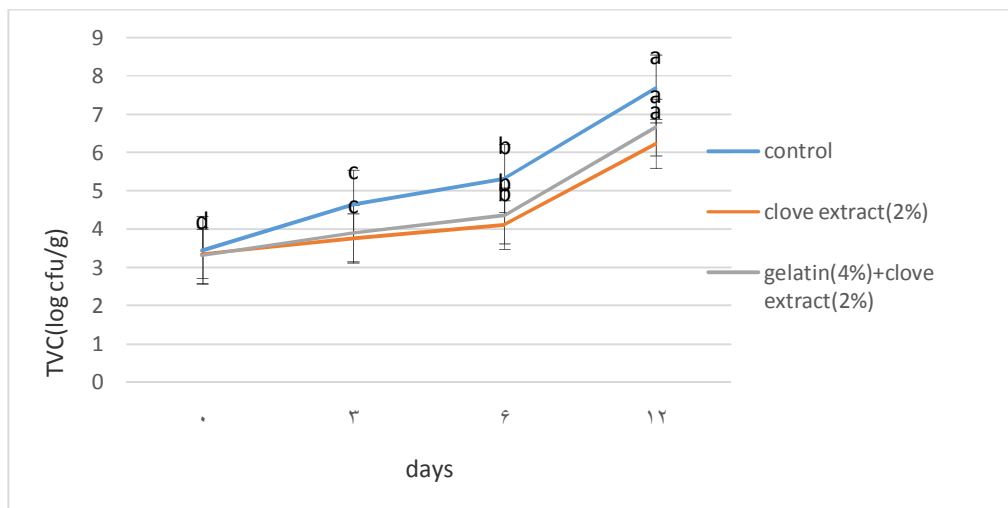
**Fig 4** Changes of TVB-N in rainbow trout fillets coated with gelatin and gelatin plus clove extract during storage at 4°C

میزان TVB-N به صورت تدریجی در هر سه تیمار به طور معناداری افزایش یافت ( $P<0.05$ ). کمترین میزان TVB-N در تیمار ترکیبی ژلاتین و عصاره گل میخک در روز صفر و بیشترین میزان آن در تیمار شاهد در روز ۱۲ مشاهده شد.

### ۲-۳- آنالیز میکروبی

در شکل ۵ تغییرات TVC فیله‌های ماهی قزل آلی رنگین کمان طی دوره نگهداری در دمای ۴ °C آورده شده است.

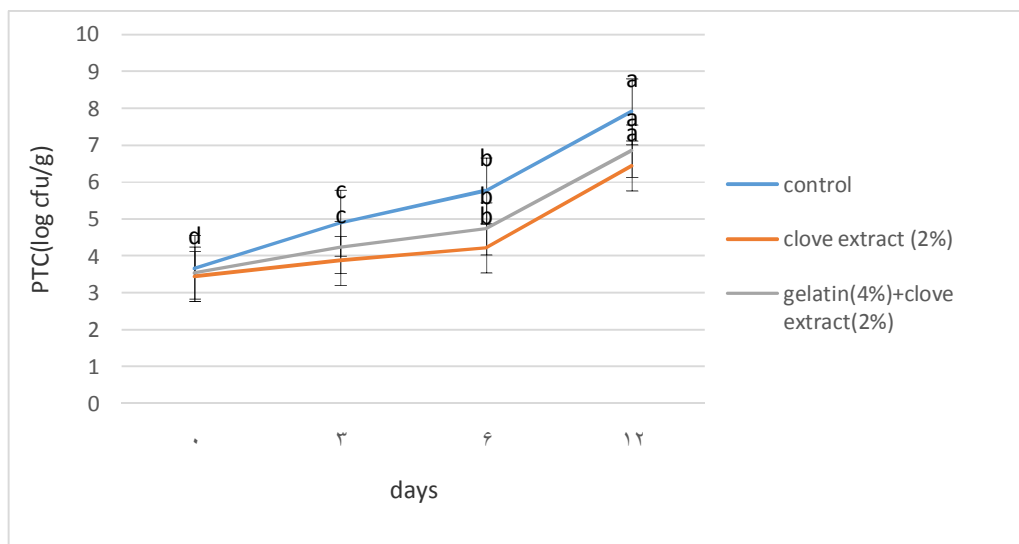
با توجه به نتایج، هر سه تیمار تا روز ششم قابل مصرف بوده‌اند، اما بین روزهای ۶ و ۱۲ میزان TVB-N در تیمار شاهد به طور معناداری افزایش داشت ( $P<0.05$ ). به طوری که این میزان در روز دوازدهم حدود دو برابر میزان TNB-N در روز ششم شد. بر این اساس تیمار شاهد پس از گذشت شش روز طی نگهداری در دمای یخچال غیر قابل مصرف است.



**Fig 5** Changes of TVC in rainbow trout fillets coated with gelatin and gelatin plus clove extract during storage at 4°C

عصاره گل میخک در رشد باکتری‌هاست. با توجه به مقدار مجاز TVC برای مصرف، هر سه تیمار تا روز ششم نگهداری قابل مصرف هستند اما هر سه تیمار در روز ۱۲ نگهداری دارای TVC بالاتر از حد مجاز بودند و غیر قابل مصرف شده‌اند؛ اما میزان این افزایش در تیمار شاهد به حد قابل توجهی بیشتر از دو تیمار دیگر است و تیمار حاوی عصاره گل میخک کمترین میزان بار میکروبی را در این زمان دارا است.

در شکل ۶ تغییرات PTC فیله‌های ماهی طی دوره نگهداری در دمای ۴ °C آورده شده‌است.



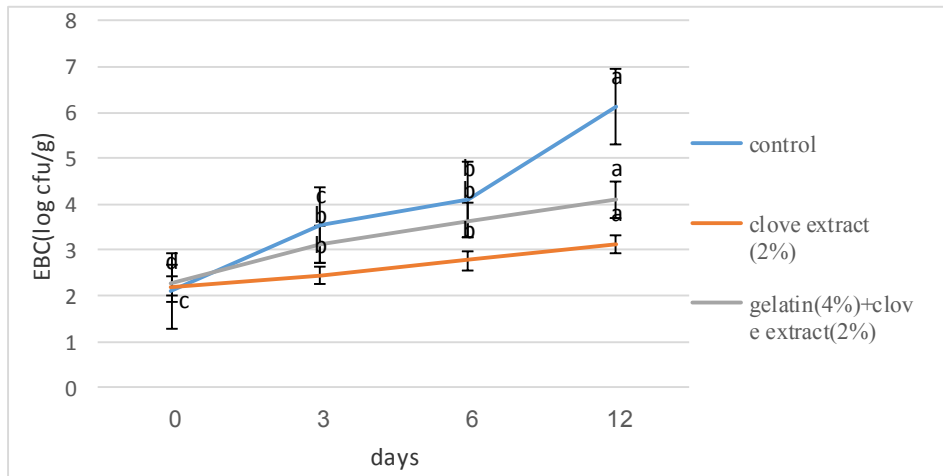
**Fig 6** Changes of PTC in rainbow trout fillets coated with gelatin and gelatin plus clove extract during storage at 4°C

میزان انتروباکترها (Enterobacter bacteria count) به مرور زمان در هر سه تیمار افزایش داشته است. میزان باکتری‌های انتروباکتر در تیمار شاهد بیشترین حد و در تیمار عصاره گل میخک کمترین حد را داشته است. میزان EBC در تیمار شاهد اختلاف معناداری داشت ( $P<0.05$ ). در این تیمار در فاصله زمانی ۶ و ۱۲ روز سرعت افزایش این باکتری‌ها بسیار زیاد بوده است. در تیمارهای عصاره گل میخک و ژلاتین و تیمار عصاره گل میخک در بین زمان‌های ۳ و ۶ اختلاف معناداری مشاهده نشد ( $P<0.05$ ). با مقایسه سه تیمار نتیجه گرفته می‌شود که تیمارهای با پوشش، خاصیت بازدارندگی رشد انتروباکترها را دارند. این اثر در تیمار دارای عصاره گل میخک بهتر از تیمار ژلاتین و عصاره گل میخک بوده‌است.

تغییرات کل تعداد میکروب‌های زنده ماندنی (Total viable count) در فیله‌های ماهی قزل آلا در شکل ۵ نشان داده شده‌است. بر اساس مشاهدات در هر سه تیمار مقدار TVC به مرور زمان افزایش داشت. میزان اولیه بار میکروبی تیمار شاهد نسبت به دو تیمار دیگر به‌طور معنی‌داری بیشتر بود، اما پس از گذشت زمان میزان رشد باکتریایی در تیمار شاهد به‌صورت معناداری بیشتر از دو تیمار دیگر شد ( $P<0.05$ ). در کل دوره نگهداری میزان رشد باکتریایی در تیمار حاوی عصاره گل میخک به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمارهای شاهد و ژلاتین و عصاره گل میخک بود ( $P<0.05$ ) و این نشان‌دهنده خاصیت بازدارندگی

میزان کل باکتری‌های سرمادوست (Psychrophilic bacteria total count) در هر سه تیمار با گذشت زمان افزایش داشت که سرعت افزایش آن در تیمار شاهد به‌طور معناداری بیشتر از تیمارهای با پوشش بود ( $P<0.05$ ). در روز صفر آزمایش هر سه تیمار مقادیر نسبتاً یکسانی بار میکروبی داشتند ولی به مرور زمان به میزان بار آن‌ها افزوده شد. در این آزمایش تیمار حاوی عصاره گل میخک توانست کمترین میزان رشد باکتری در نمونه‌ها را داشته باشد. پس تیمار عصاره گل میخک بیشترین فعالیت بازدارندگی را روی باکتری‌های سرمادوست داشته است.

در شکل ۷ تغییرات EBC فیله‌های ماهی قزل آلا رنگین کمان طی دوره نگهداری در دمای ۴ °C آورده شده است.



**Fig 7** Changes of EBC in rainbow trout fillets coated with gelatin and gelatin plus clove extract during storage at 4°C

در جدول ۱ تغییرات امتیاز بافت، طعم و بو و رنگ فیله‌های ماهی قزل آلابی رنگین کمان طی دوره نگهداری در دمای ۴°C آورده شده است.

### ۳-۳- آنالیز حسی

**Table 1** Changes of tissue, taste and smell, and color score in rainbow trout fillets coated with gelatin and gelatin plus clove extract during storage at 4°C

Color score		Taste and smell score		Tissue score		Indexes			
Fillet coating with 4% gelatin + 2% clove extract	Fillet coating with 2% clove extract	Fillet coating with 4% gelatin + 2% clove extract	Fillet coating with 2% clove extract	Fillet coating with 4% gelatin + 2% clove extract	Fillet coating with 2% clove extract	Control	Treatment		
0.00±4	4±0.00	0.00±3.5	0.00±4	0.00±4	4±0.00	0.00±4	0.00±4	4±0.00	Storage time
3.7±0.08	3.5±0.11	3.1±0.13	0.00±4	0.00±4	3.8±0.11	0.00±4	0.00±4	3.8±0.12	0
3.5±0.16	3.2±0.19	2.9±0.11	3.8±0.16	3.7±0.19	3.3±0.11	3.6±0.20	3.6±0.19	3.4±0.10	3
2.6±0.15	2.3±0.14	1.8±0.08	3±0.15	2.8±0.14	1.5±0.08	3.1±0.15	2.8±0.14	1.5±0.08	6
									12

ششم در تیمار شاهد قابل قبول است اما تیمارهای پوشش داده شده کیفیت قابل قبولی تا انتهای دوره نگهداری یعنی روز دوازدهم داشتند و امتیاز آن‌ها بسیار خوب است. در این زمان کیفیت تیمار ژلاتین و عصاره گل میخک بهتر از تیمار عصاره گل میخک بود.

تغییرات طعم و بو ماهی در جدول ۱ نشان‌دهنده افزایش تندشدگی و اکسیداسیون چربی‌ها با گذشت زمان است. هر چه

با توجه به جدول ۱، کیفیت بافت در فیله‌های ماهی با گذشت زمان افت می‌کند که تیمار شاهد کم کیفیت‌ترین تیمار و تیمار ژلاتین و عصاره گل میخک با کیفیت‌ترین تیمار طی دوره نگهداری از نظر ویژگی بافتی محسوب می‌شود. نتایج کاملاً قابل انتظار بوده زیرا ژلاتین موجود در تیمار ژلاتین و عصاره گل میخک مانند یک سد از بافت فیله‌ها در برابر فساد محافظت کرده و مانع کاهش سریع کیفیت بافتی می‌شود. کیفیت بافتی تا روز



به طور معنی داری از فیله‌های فاقد پوشش کمتر بود؛ همچنین بر اساس آزمایشات تقی‌زاده (۱۳۹۱) [۲۵] روی ژلاتین نیز به نظر می‌رسد پوشش ژلاتینی به‌تنهایی فاقد توانایی لازم برای ممانعت از فعالیت آنزیم‌های لیپاز و در نتیجه کاهش تولید اسیدهای چرب است. عصاره گل میخک با داشتن مقادیر قابل توجهی اوژنول باعث دنا توراسیون پروتئین‌ها می‌شود و با فسفولیپیدهای غشای سلولی واکنش داده و نفوذپذیری آن‌ها را تغییر می‌دهد که این فرآیند سبب به دام انداخته شدن رادیکال‌های آزاد می‌شود [۲۶]. پس استفاده توأم از ژلاتین و عصاره گل میخک در نمونه‌ها باعث کاهش معنی‌دار FFA می‌شود.

pH نمونه ماهی به عوامل مختلفی همچون گونه، ناحیه صید، تغذیه ماهی، ظرفیت بافاری گوشت، دما و شرایط نگهداری بستگی دارد [۲۷]. عضله ماهی زنده دارای pH نزدیک به هفت است اما پس از مرگ مقدار آن بین شش و هفت تغییر می‌کند. pH بیشتر از هفت نشان‌دهنده فساد است. تغییر در میزان pH را می‌توان بر اساس واکنش‌های پس از مرگ ماهی توجیه کرد. پس از مرگ ماهی بر اثر تولید اسیدلاکتیک حاصل از گلیکولیز مقدار pH کاهش می‌یابد [۲۸]. به دلیل افزایش مدت ماندگاری و عملکرد آنزیم‌های پروتولیتیک میزان ترکیبات فرار از قبیل آمونیاک و تری‌متیل‌آمین [۱۷] افزایش یافته و سبب افزایش pH می‌شود [۲۹]. در مطالعه محمدزاده و رضایی (۲۰۱۳) [۳۰] که روی محلول پلی‌فنل موجود در چای سبز روی فیله ماهی قزل‌آلای منجمد شده کار شد، به این نتیجه رسیدند که افزایش pH تیمارهای غوطه‌ور شده در محلول پلی‌فنل نسبت به تیمار شاهد با سرعت کمتری رخ داد؛ همچنین بیان کردند که پایین بودن سطح pH باعث افزایش بازدارندگی میکروبی در نمونه‌ها می‌شود. در آزمایش دیگری رضائیان و همکاران (۱۳۹۴) [۳۱] اثر استفاده از عصاره چای سبز را روی سوریمی ماهی کپور نقره‌ای بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که چای سبز سبب کاهش pH می‌شود. در تحقیق حاضر مشخص شد که در تیمار شاهد و تیمار عصاره گل میخک با گذشت زمان به میزان pH افزوده می‌شود اما این افزایش در روزهای صفر و سه معنی‌دار نیست ( $P > 0.05$ ). پس از روز سه افزایش‌ها معنی‌دار بوده و سرعت افزایش pH در تیمار عصاره گل میخک بیشتر از تیمار شاهد است. در نتیجه عصاره گل میخک در کاهش pH تأثیر چندانی

از زمان صفر فاصله گرفته می‌شود، میزان بوی ماهی تشدید می‌شود. در تیمار شاهد کیفیت در بوی ماهی به میزان زیادی کاهش یافته و در روز دوازدهم کاملاً غیر قابل قبول شده‌است. اما در تیمارهای پوشش داده شده سرعت افزایش بوی ماهی کندتر بود. در این میان تیمار ژلاتین و عصاره گل میخک کمترین سرعت را در افزایش بوی ماهی دارا است که نشان‌دهنده خاصیت بازدارندگی این پوشش در مقابل اکسیداسیون و در نتیجه ایجاد بوی بد در ماهی می‌شود [۱۶].

کاهش رنگ در تیمارهای مورد آزمایش در جدول ۱ حاکی از آن است که تیمار شاهد بیشترین میزان کاهش رنگ را در بین نمونه‌ها داشته است و این امر سبب عدم مقبولیت آن با گذشت زمان می‌شود. در روز ۱۲ نگهداری تیمار شاهد به مرحله عدم بازارپسندی رسیده و غیر قابل مصرف شده است. اما نمونه‌های پوشش داده‌شده در روز ۱۲ همچنان از رنگ قابل قبولی برخوردار هستند و قابل مصرف می‌باشند.

#### ۴- بحث

میزان تشکیل اسیدهای چرب آزاد (FFA) به طور مستقیم بر طعم گوشت ماهی تأثیر منفی دارد. تشکیل اسیدهای چرب آزاد نشان از تشدید فرآیند اکسیداسیون چربی‌ها دارد [۲۲]. افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد در نمونه‌ها سبب ایجاد طعم و بوی نامطلوب در محصول غذایی می‌شود که علت آن واکنش دادن اسیدهای چرب آزاد با پروتئین و دنا توره شدن پروتئین و تغییرات بافتی است [۲۳]. در این تحقیق با افزایش زمان ماندگاری فیله‌ها در یخچال، میزان FFA در فیله‌های شاهد از ابتدا به صورت معنی داری افزایش یافت اما این افزایش در تیمارهای پوشش داده شده (عصاره گل میخک، ژلاتین و عصاره گل میخک) از روز شروع آزمایش، معنی‌دار بود. افزایش FFA در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. این مشاهدات با نتایج آزمایشات Gómez-Estaca و همکاران در سال ۲۰۰۷ [۲۴] که روی فیلم حاوی پوشش ژلاتین همراه با عصاره پونه کوهی و رزماری و کیتوزان روی ماهی سردین دودی که در دمای ۵ درجه سانتیگراد پوشش داده بودند مطابقت داشت. در آزمایش مذکور نتیجه این گونه است که میزان FFA در فیله‌های پوشش‌دار

ندارد ولی استفاده توأم از ژلاتین و عصاره گل میخک مانع تغییر در میزان pH دارد.

کل بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) نیز یکی دیگر از شاخص‌های سنجش تازگی ماهی است [۲۰]. افزایش میزان بازهای نیتروژنی فرار، به فعالیت باکتری‌های موجود در گوشت و آنزیم‌هایی که در خود گوشت فعالیت دارند مرتبط است. در اثر فعالیت‌های میکروبی ترکیباتی همچون تری متیل آمین اکساید و پپتیدها و آمینواسیدها در بافت ماهیچه‌ای به ترکیبات فراری همچون آمونیاک، متیل آمین، دی متیل آمین، تری متیل آمین و دیگر ترکیبات ازته فرار تبدیل می‌شوند [۳۲]. میزان استاندارد TVB-N در فیله ماهی قزل آلا تا حدود ۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم فیله ماهی است [۱۹]. با توجه به آزمایشات انجام شده مقدار TVB-N در همه تیمارها به‌طور معنی‌داری افزایش داشته است، اما کمترین میزان رشد در بین تیمارها مربوط به تیمار ترکیبی ژلاتین و عصاره گل میخک است و بیشترین رشد مربوط به تیمار شاهد است. سرعت رشد در تیمار شاهد ممکن است به علت افزایش بار میکروبی کل در طول زمان باشد. به این صورت که هر چه زمان به جلو می‌رود به میزان بار میکروبی فیله افزوده می‌شود، در نتیجه فعل و انفعالات میکروبی روی ترکیبات موجود در گوشت ماهی افزایش یافته و مواد ازته فرار بیشتری تولید می‌شود که همین امر موجب افزایش TVB-N موجود در فیله ماهی می‌شود [۲۵]؛ تا جایی که در روز دوازدهم به بیشترین حد خود در بین تیمارها (۴۵/۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌رسد. تیمار عصاره گل میخک نیز به نوبه خود مانع از رشد سریع TVB-N گردیده و این به دلیل خاصیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی گل میخک است که مانع فعالیت باکتری‌ها می‌شود [۲۶].

در تحقیق تقی‌زاده اندواری (۱۳۹۱) [۲۵] تأثیر پوشش ژلاتینی و اسانس دارچین روی فیله ماهی قزل آلا در دمای یخچال نیز به همین نتیجه رسیدند. در تحقیق حاضر نیز با افزایش مدت نگهداری، TVB-N افزایش یافت ولی میزان این افزایش در تیمار حاوی پوشش و اسانس کمتر از سایر تیمارها بود. تیمار ژلاتین در طول دوره تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. پس می‌توان نتیجه گرفت که ژلاتین به‌تنهایی تأثیری روی TVB-N ندارد. در مطالعه‌ای که L'opez-Caballero و

همکاران (۲۰۰۴) [۳۲] روی کیک‌های حاوی گوشت ماهی کاد در دمای یخچال انجام دادند به این نتیجه رسیدند که فیلم حاوی کیتوزان و ژلاتین میزان TVB-N را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد [۳۹]. در مطالعات انجام شده توسط Gomez-Estaca و همکاران (۲۰۰۷) [۲۴] فیلم ژلاتینی همراه با عصاره رزماری به‌طور معنی‌داری میزان TVB-N را در انتهای دوره کاهش داد.

تیوباربیتوریک اسید (TBA) یکی دیگر از شاخص‌های اندازه‌گیری اکسیداسیون چربی‌ها بر اساس میزان مالون دی آلدئید (MDA) است. مالون آلدئید محصول ثانویه اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع که در نتیجه تبدیل هیدروپراکسیدها به آلدئیدها و کتون‌ها به وجود می‌آید. شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBA) که با اندازه‌گیری میزان مالون دی آلدئید سنجیده می‌شود، یکی دیگر از شاخص‌های سنجش شیمیایی ماندگاری و کیفیت نگهداری محصول غذایی محسوب می‌شود. با توجه به داشتن مقادیر قابل توجهی اسیدهای چرب غیراشباع در گوشت ماهی، پس از نگهداری طولانی مدت این ترکیبات تحت تأثیر فرآیند شیمیایی، در معرض اکسیداسیون قرار می‌گیرند و این فرآیند عامل ایجاد بو و طعم نامطلوب در ماهی و در نتیجه کوتاه شدن زمان ماندگاری آن می‌شود [۳۳]. مالون دی آلدئید در طی اکسید شدن هیدروپراکسیدها به موادی مانند آلدئیدها و کتون‌ها تبدیل می‌شود. همچنین ممکن است TBA نشان‌دهنده درجه واقعی اکسیداسیون چربی‌ها نباشد زیرا مالون دی آلدئیدها می‌توانند با سایر ترکیبات بدن ماهی واکنش دهند [۲۵]. میزان محدود کنندگی TBA گوشت ماهی برای مصارف انسانی حدود ۱-۲ میلی‌گرم مالون دی آلدئید در یک کیلوگرم گوشت ماهی است [۱۸]. در مطالعات انجام شده Lopez-Caballero و همکاران (۲۰۰۴) [۳۲] روی کیک‌های حاوی گوشت ماهی کاد که با ژلاتین پوشیده شده بودند، در دمای نگهداری ۲ درجه سانتیگراد و در مدت زمان ۱۵ روز، کاهش در میزان اکسیداسیون مشاهده نشد. همچنین طی مطالعات دیگر که از پوشش ژلاتینی در گوشت گاو، مرغ، ماهی سالمون و خوک استفاده شد به این نتیجه رسیدند که پوشش ژلاتینی تأثیر معنی‌داری روی اکسیداسیون چربی‌ها ندارد [۲۵]؛ اما در پژوهشی که تقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) [۲۵] روی ژلاتین و اسانس دارچین انجام دادند دریافتند که تیمارهای پوششی حاوی اسانس، TBA کمتری

فساد ماهی، آمین زدایی اسیدهای آمینه آزاد و تولید ترکیبات نیتروژنی فرار است که هم باعث کاهش ارزش تغذیه‌ای و هم باعث ایجاد طعم و بوی نامطلوب در ماهی می‌شوند [۳۹، ۴۰]. در آزمایشات انجام شده توسط تقی زاده و همکاران (۱۳۹۱) [۲۵] استفاده از ژلاتین و اسانس دارچین توانست مقدار معنی‌داری میزان TVC و PTC را کاهش دهد، اما در تحقیق دیگر وی که اثر ژلاتین به تنهایی مدنظر بود مقادیر TVC و PTC در فیله‌های دارای پوشش و فاقد پوشش تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. طبق مطالعات صورت گرفته ژلاتین به تنهایی فاقد خواص ضد میکروبی است [۳۹، ۴۰]. هر چند بیان شده که پوشش می‌تواند به‌عنوان محافظی در برابر هوا عمل کرده و به این روش از فعالیت باکتری‌های هوازی بکاهد [۲۵]. Go'mez-Estaca و همکاران (۲۰۰۹) [۳۹] نیز با استفاده از ژلاتین تجاری پوست گربه ماهی و کیتوزان و اسانس میخک پوششی برای ماهی سالمون آماده کرده و مشاهده کردند در دمای ۲ درجه سانتیگراد بعد از گذشت ۱۱ روز مقدار بار کل میکروبی کاهش معنی‌داری داشت. در مطالعه L'opez-Caballero و همکاران (۲۰۰۴) [۳۲] پوشش کیتوزان و ژلاتین باعث کاهش بار کل باکتریایی در کیک‌های حاوی ماهی کاد شد. در مطالعه ای که تحت عنوان تأثیر اسانس میخک و عصاره دانه انگور روی پتی (گوشت چرخ کرده) گاو میش در دمای ۸ درجه سانتیگراد انجام شد به این نتیجه رسیدند که اسانس میخک در رشد باکتری‌های سودوموناس، سرمادوست و اسید لاکتیک تأثیر معنی‌داری دارد. این در حالی است که باکتری‌های مزوفیل مقاوم‌ترین و باکتری‌های سرمادوست حساس‌ترین عوامل فساد به ترکیبات ضد باکتریایی مورد استفاده بودند.

حد مجاز میکروب‌های زنده ماندنی (TVC) برای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان  $10^6$  (cfu/g) است [۲۰، ۲۱]. با توجه به مشاهدات تحقیق حاضر در هر سه آزمایش TVC، PTC و EBC مقادیر به‌دست‌آمده در تیمار عصاره گل میخک از تیمارهای شاهد و ژلاتین و عصاره گل میخک کمتر بوده و این یعنی خود عصاره به تنهایی قادر به کاهش بار میکروبی فیله در حد معنی‌داری است. با توجه به اینکه ژلاتین خاصیت ضد میکروبی ندارد این نتیجه قابل انتظار بود؛ اما جالب اینجاست که با وجود مؤثر نبودن در کنترل میکروب‌ها، تیمارهای ترکیبی

نسبت به سایر تیمارها دارند و این به دلیل خاصیت ضد اکسیداسیونی اسانس و همچنین اثر هم‌افزایی پوشش و اسانس است. بر اساس مشاهدات این پژوهش، مقدار TBA در هر سه تیمار افزایش معنی‌داری داشت. میزان رشد TBA در تیمار شاهد بسیار بیشتر از سایر تیمارها بود که نشان دهنده شیب اکسیداسیون در تیمار شاهد است، اما در تیمار عصاره گل میخک رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. در تیمار ژلاتین و عصاره گل میخک نیز افزایش TBA معنی‌دار بود، اما میزان TBA بسیار کمتر از دو تیمار دیگر بود. با توجه به اینکه مقادیر ۳-۴ گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم ماهی نشان‌دهنده افت کیفیت آن است [۳۴]، فقط در روز ۱۲ نگهداری TBA تیمار شاهد به این مقدار رسید و افت کیفیت در گوشت ماهی مشاهده شد، اما TBA دو تیمار دیگر کمتر از این محدوده بودند. میزان TBA تیمار ژلاتین و عصاره گل میخک در روز ششم ۱/۶ گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی بود که این ماهی قابل مصرف است، اما در تیمار عصاره گل میخک این مقدار به ۲/۱۵ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی افزایش یافت. تیمار شاهد و تیمار عصاره گل میخک فقط تا روز سوم نگهداری قابل مصرف بودند. میکروارگانیسم‌ها از دلایل اصلی فساد مواد غذایی به‌شمار می‌آیند. این باکتری‌ها شامل باکتری‌های گرم منفی و باکتری‌های گرم مثبت هستند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی حساسیت بالاتری به عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی دارند [۳۵].

اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی به علت طبیعی بودن و غیر سنتتیک بودن این روزها مورد توجه قرار گرفته‌اند. سودمندی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مشتق شده از اندام‌های گیاهی به‌عنوان جانشین مواد شیمیایی از سوئی و ویژگی‌های ضد میکروبی این ترکیبات که قرن‌هاست به طور تجربی تشخیص داده شده، اخیراً مورد توجه علمی قرار گرفته است [۳۶].

مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های عامل فساد در ماهی باکتری‌های گرم منفی هستند. از جمله این باکتری‌ها، باکتری سودوموناس است که شرایط بی‌هوازی مانع رشد آن‌ها می‌شود [۳۷].

فساد میکروبی ماهی و تولیدات آن بیشتر تحت تأثیر باکتری‌های سرمادوست گرم منفی همچون سودوموناس، آلتروموناس، شیوانلا و فلاویوباکتریوم است [۳۸]. نقش اصلی باکتری‌ها در

در نمونه‌ها می‌شود و این نکته اثبات کننده این موضوع است که ژلاتین مانند سدی در مقابل هوا از فعالیت باکتری‌های هوازی می‌کاهد و عصاره گل می‌تواند سرعت کاهش کیفیت را در محصولات دریایی به حد قابل قبولی کاهش می‌دهد.

## ۶- تشکر و قدردانی

بر نویسندگان لازم است از زحمات آقایان مهندس ابوذر امیدی مقدم، رضا صفری کارشناس ارشد آزمایشگاه آنالیز مواد غذایی قدردانی نماید.

## ۷- منابع

- [1] Gobantes, I. Choubert, G. and Gomez, R. 1998. Quality of pigmented (astaxanthin and cathaxanthin) rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet stored under vacuum packaging during chilled storage. *Journal of Agriculture Food and Chemistry*. 46: 4358- 4362
- [2] Sakanka, S. Kim, M. Taniguchi, M. and Yamamoto, T. 1989. Antibacterial substances in Japanese green tea extract against *Streptococcus mutans*, a cariogenic bacterium, *Agricultural and Biological Chemistry*. 53: 2307- 2311.
- [3] Gupta, C. Garg, A.P. Uniyal, R.C. Kumari, A. 2008. Comparative analysis of the antimicrobial activity of cinnamon oil and cinnamon extract on same food-borne microbes. *African Journal of Microbiology Research*. 2: 247-251.
- [4] Taylor, P. W. and Roberts, S, D. 1999. Clove oil, an alternative anesthetic for aquaculture, *The North American Journal of Aquaculture*. 61: 150- 155
- [5] Mirhaidar, H. 2003. Edible Films: Characteristics of quality and method of production, *Journal of Food Science*. 7(4): 107-117.
- [6] Habibian Dehkordi, S. Nikouei, V. and Abbasi Goujani, E. 2010. The anti-inflammatory effects of clove oil in dog, *Journal of Health and Animal Diseases*. 3(2): 47-54.
- [7] Oussalah, M. Caillet, S. Saucier, L. and Lacroix, M. 2006. Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a

ژلاتین و عصاره گل می‌توانستند نسبت به تیمارهای شاهد امتیاز خوبی کسب کنند و نسبت به آن‌ها تفاوت معنی داری داشته باشند و این نکته اثبات کننده این موضوع است که ژلاتین مانند سدی در مقابل هوا از فعالیت باکتری‌های هوازی می‌کاهد. خواص حسی محصولات غذایی از جمله بافت، طعم و بو و رنگ می‌تواند روی پذیرش آن توسط مشتری مؤثر باشد [۱۱]. به دلیل اکسیداسیون چربی‌ها و رشد میکروب‌ها در فیله‌ها با گذشت زمان از کیفیت فیله‌ها و در نتیجه بازاریابی آن‌ها کاسته می‌شود. فیله‌ها فاسد شده و تغییر رنگ و بو می‌دهند و در نتیجه غیر قابل مصرف می‌شوند. محققین در مطالعاتی دریافته‌اند که پوشش ژلاتینی تأثیری بر خواص کیفی فیله ماهی ندارد [23]. Villegas و همکاران (۱۹۹۹) [۴۱] دریافته‌اند که پوشش ژلاتینی در گوشت پخته شده خوک سبب بهبودی در کیفیت رنگ آن در طول دوره نگهداری منجمد می‌شود، اما Antoniewski و همکاران (۲۰۰۷) [۴۲] تفاوت معنی داری بین خواص حسی نمونه‌های شاهد و دارای پوشش ژلاتینی پیدا نکردند. بر اساس آزمایشات انجام شده، امتیازات فیله به چهار درجه تقسیم‌بندی شدند. امتیاز یک: نامطلوب و غیر قابل فروش، امتیاز دو: خوب و قابل فروش، امتیاز سه: بسیار خوب و قابل فروش، امتیاز چهار: عالی و قابل فروش [۱۶]. با وجود اینکه با گذشت زمان از کیفیت بافت، طعم و رنگ فیله‌ها کاسته شد اما در تمام تیمارهای دارای پوشش امتیازات بافت، رنگ و بوی فیله‌ها تا انتهای دوره نگهداری (روز دوازدهم) بین دو تا سه بود. این تیمارها سرعت کاهش کیفیت کمتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. همچنین تیمار ترکیبی ژلاتین و عصاره گل می‌تواند نسبت به تیمار عصاره گل می‌تواند امتیازات بالاتری اخذ کرد و این موضوع نشان‌دهنده تکمیل شدن پوشش با ژلاتین است. در مطالعه تقی‌زاده اندواری (۱۳۹۱) [۲۵] نیز استفاده از دارچین نقش مکملی را در پوشش دادن فیله‌ها در کنار ژلاتین بازی کرد.

## ۵- نتیجه گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، استفاده از پوشش ژلاتینی به‌تنهایی قادر به کاهش بار میکروبی نیست، اما استفاده آن به‌همراه عصاره گل می‌تواند باعث کنترل بار میکروبی و افزایش کیفیت ماندگاری

- urata*). Biochemical and sensory attributes. *Journal of Food Chemistry*. 100: 287-296.
- [19] Go'mez-Estaca, J. Lope'z de lacey, A. Go'mez-Guille'n, M.C. Lope'z-Caballero, M.E. and Montero, P. 2009. Antimicrobial activity of composite edible films based on fish gelatin and chitosan incorporated with clove essential oil. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 18: 46-52.
- [20] Rezaei, M, Hosseini, S.F, Ershad Langrudi, H, Reza Safari, R, and Hosseini, S.V, 2008, Effect of delayed icing on quality changes of iced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Food Chemistry*, 106, 1161- 1165.
- [21] Arashisar, S. Hisar, O. Kaya, M. and Yanik, T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Journal of Food Microbiology*. 97: 209- 214.
- [22] Aubourg, S. 2001. Fluorescence study of the prooxidant activity of free fatty acids on marine lipids, *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 385- 390.
- [23] Losada, V. Barrose-Velazquez, J. Gallardo, J.M. and Aubourg, S.P. 2004. Effect of advanced chilling methods on lipid damage during sardine (*Sardina pilchardus*) storage. *Journal of Food Science*. 63: 40- 47.
- [24] Go'mez-Estaca, J. Montero, P. Gome'nez, B. Go'mez-Guille'n, M.C. 2007. Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidantive spoilage in cold- smoked sardine (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry*. 105(2): 511-520.
- [25] Taghizadeh Andevvari, Gh. and Rezaei, M. 2012. Effect of gelatin on the chemical, microbiological and sensory characteristics on rainbow trout fillets at refrigerated temperature. *Journal of Food Science and Technology*, 9(37): 67-76.
- [26] Lee, K.G. and Shibamoto, T. 2001, An Oxidant Property of aroma extract isolated from clove buds (*Syzygium aromaticum* L.). *Food Chemistry*. 74: 443-448.
- [27] Pacheco-Aguilar, R. Lugo-Sanchez, M.E. and Robles-Burgueno, M.R. 2000. Postmortem biochemical and functunal characteristic of Monterey sardine muscle *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat Science*. 73: 236- 244.
- [8] Agaoglu, S. Dostbil, N. and Alemdar, S. 2006. Antimicrobial activity of some spices used in the meat industry. *Bulletin of Veterinary Institute Pulawy*. 5: 53- 57.
- [9] Karim, A.A. and Bhat, R. 2009. Fish Gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins, *Food Hydrocolloids*, 23, 563-576.
- [10] Tongnuanchan, P, Benjakul, S. and Prodpran, T. 2014. Comparative studies on properties and antioxidative activity of fish skin gelatin films incorporated with essential oils from various sources, *International Aquatic Research*. 6: 62.
- [11] Go'mez-Guille'n, M.C. Pe'rez-Mateos, M. Go'mez-Estaca, J. Lo'pez-Caballero, E. Gime'nez, B. and Montero, P. 2009. Fish gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films. *Food Science & Technology*. 3: 16.
- [12] Egan, H. Krik, R.S. and Sawyer, R. 1997. *Pearson's Chemical Analysis of Foods*. 9: 609-634.
- [13] Mahmoud, B.S.M. Yamazakia, K. Miyashitab, K. Il-Shik, S. Dong-Sukd, C. and Suzukia, T. 2004. Bacterial micro flora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds. *Food Microbiology*. 21: 657-666.
- [14] AOAC. 2005. *Official Method of Analysis (17<sup>th</sup> Ed)*, Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- [15] McFaddin, Jean F. 2000. *Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria*, 7<sup>nd</sup> Ed, Baltimore, Williams and Wilkins.
- [16] Lin, D. and Morrissey, M.T. 1994. Iced storage characteristics of Northern Squawfish (*Ptychocheilus foregoneness*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 3, 25-43.
- [17] Riebroy, S. Benjakul, S. Visessanguan, W. and Tanaka, M. 2007. Effect of iced storage of bigeyesnapper (*Priacanthus tayenus*) on the chemical composition, properties and acceptability of Som-fug, a fermented Thai fish mince. *Food Chemistry*. 102]: 270-280.
- [18] Goulas, A.E. and Kontominas, M.G. 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the Shelf-life of sea bream (*Sparusa*

- perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*. 22: 273- 292.
- [36] Burt, S. 2004. Essential oils: their antimicrobial properties and potential applications in food- a review. *International Journal of Food Microbiology*. 94: 223- 253.
- [37] Dalgaard, P. 1995. Qualitative and quantitative characterization of spoilage bacteria from packed from fish. *International Journal of Food Microbiology*. 26: 319- 333.
- [38] Hubbs, J. 1991. Fish: microbiological spoilage and safety. *Food Science and Technology*. 5: 166- 173.
- [39] Go'mez-Estaca, J. Lope'z de lacey, A. Go'mez-Guille'n, M.C. Lope'z-Caballero, M.E. and Montero, P. 2009. Antimicrobial activity of composite edible films based on fish gelatin and chitosan incorporated with clove essential oil. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 18: 3- 35.
- [40] Ou, C.Y. Tsay, S.F. Lai, C.H. Weng, Y.M. 2001. Using gelatin- based antimicrobial edible coating to prolong shelf-life of tilapia fillets. *Journal of Food Quality*. 25(3): 22- 213.
- [41] Villegas, R. O'Connor, T.P. Kerry, J.P. and Buckley, D.J. 1999. Effect of gelatin dip on the oxidative and color stability of cooked ham and bacon pieces during frozen storage. *International Journal of Food Science and Technology*. 34(4): 9- 385.
- [42] Antoniewski, M.N. Barringer, S.A. Knipe, C.L. and Zerby, H.N. 2007. Effect of a gelatin coating on the shelf-life of fresh meat. *Journal of Food Science*. 72(6): E382-E387.
- stored at 0°C. *Journal of Food Science*. 65: 40- 47.
- [28] Massa, A.E. Palacios, D.L. Paredi, M.E. and Crupkin, M. 2005. Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (*Paralchthys patagonicus*). *Journal of Food Biochemistry*. 29: 570-590.
- [29] Suvanich, V. Jahncke, M.L. and Marshall, D.L. 2000. Changes selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. *Journal of Food Science*. 65(1): 24-29.
- [30] Mohammadzadeh, B. and Rezaei, M. 2011. The effect of green tea in the quality of oils in rainbow trout during keeping in an ice, *Journal of Fishery*. 64: 85-93.
- [31] Rezaeian, H. Hosseini, S. Anusheh, N. Farjami, B. 2010. The Effect of green tea extract on chemical and microbiological quality in surimi prepared by Silver Carp flour (*Hypophthalmichthys moltrix*). *Journal of Exploitation and Aquaculture*. 4(1): 109-119.
- [32] L'opez-Caballero, M.E. Go'mez- Guill'en, M.C. P'erez-Mateos, M. and Montero, P. 2004. A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. *Food Hydrocolloids*. 19(2): 11-303.
- [33] Mexis, S.F. Choularia, E. and Kontominas, M.G. 2009. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4° C. *Journal Food Microbiology*. 26(6):598-605
- [34] Karakam, H. and Boran, M. 1996. Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at -18 °C. *International Journal Food Science Technology*. 31: 527- 531.
- [35] Holley, R.A. and Patel, D. 2005. Improvement in shelf-life and safety of



## Scientific Research

## The effect of gelatin protein coat with clove extract for increasing the shelf life of chilled rainbow trout fillets at 4°C

Salehi, H. <sup>1</sup>, Sahari, M. A. <sup>2\*</sup>

1. Graduate Student of Tajan Institute of Higher Education

2. Professor of Tarbiat Modares University

## ARTICLE INFO

## ABSTRACT

## Article History:

Received 28 June 2018  
Accepted 22 August 2020

## Keywords:

Gelatin coating,  
Clove extract,  
Chilled rainbow trout fillets,  
Shelf life

DOI: 10.29252/fsct.18.01.02

\*Corresponding Author E-Mail:  
sahari@modares.ac.ir

In this study, the effect of gelatin coating and clove extract for increasing the shelf life of chilled rainbow trout fillets was examined at refrigerator temperature. Samples were prepared on the basis of three treatments: control (without any coating), coating with 2% clove extract and coating with 4% gelatin plus 2% clove extract, then were kept in the refrigerator. Chemical analyses (containing: free fatty acids, pH, total volatile bases and thiobarbituric acid), microbial (containing: total viable, psychrophilic bacteria and enterobacter bacteria counts) and sensory analyses periodically were studied. Results showed that in the control treatment, the counts of total viable, psychrophilic bacteria and enterobacter bacteria were significantly higher than other treatments ( $P < 0.05$ ). According to the total microbial count at the end of the storage period (12<sup>th</sup> day), the sample of coating 4% gelatin plus 2% clove extract were allowed for eating, but the control sample was not allowed. Treated gelatin and clove extract was a good barrier to change pH. Amount of free fatty acids in treated samples in comparison with control were increased less and the data was significant since third day ( $P < 0.05$ ). In all samples, TBA and TVB-N were increased, but increasing in treated samples was slower. Sensory characteristics in the samples containing gelatin and using gelatin coat with clove extract is able to maintain quality and improve the shelf life of rainbow trout fillets during storage time at refrigerator temperature.