اثر پوشش خوراکی کربوکسی متیل سلولز حاوی عصاره مرزه بر پارامترهای بیوشیمیایی، میکروبی و حسی فیله ماهی شعری معمولی (*Lethrinus nebulosus*) در دمای یخچال

ناهید بغلانی[۱*]، سید مهدی حسینی[۲]، سید علی جعفرپور[۳]، سید محمد موسوی[۲]، آی ناز خدانظری[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فرآوری آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۲- عضو هیئت علمی گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۳- عضو هیئت علمی گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۹۵ /۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۰۱)

چکیده

در این پژوهش، تاثیر پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل‌سلولز ۱٪ (وزنی/حجمی) حاوی عصاره گیاه مرزه (*Satureja hortensis*) بر کیفیت فیله ماهی شعری معمولی(*Lethrinus nebulosus*) در دمای یخچال بررسی شد. گیاه مرزه تابستانه با استفاده از حلال اتانول۸۰٪ عصاره گیری شده، ترکیبات شیمیایی عصاره توسط GC-MS مورد آنالیز قرار گرفت و کارواکرول (۲۸/۶۷٪) ترکیب اصلی عصاره شناسایی شد. فیله‌های ماهی شعری معمولی در پنج گروه: شاهد، پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز بدون عصاره و حاوی ۰/۵، ۱ و۱/۵ درصد عصاره مرزه تیماربندی شده و در یخچال (۲±٤°C) بمدت ۹ روز نگهداری شدند. طی این دوره، فراسنجه‌های بیوشیمیایی (pH، TVB-N، TBA و FFA)، میکروبی (بار باکتریایی کل و سرمادوست) و حسی (بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی) برای همه نمونه‌ها تغییرات معنی‌دار نشان دادند ($p<۰/۰۵$). در انتهای دوره نگهداری، پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی ۱/۵٪ عصاره بطور معنی‌داری کمترین میزان شاخص‌های فساد چربی شامل TBA، FFA و رشد باکتریایی را نسبت به نمونه شاهد داشت ($p<۰/۰۵$). مقادیر pH و TVB-N نمونه‌های پوشش‌دار در پایان دوره کمتر از نمونه شاهد بود و اختلاف معنی‌داری در میزان pH با نمونه شاهد داشتند ($p<۰/۰۵$). در ارزیابی حسی، نمونه‌های پوشش‌دار ماندگاری بیشتری (۳ روز) داشته و خواص حسی نمونه‌های حاوی ۱ و ۱/۵٪ عصاره نسبت به نمونه شاهد به شکل معنی‌داری بهبود یافت ($p<۰/۰۵$). بنابراین عصاره مرزه با دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی به عنوان یک نگهدارنده زیستی طبیعی در ترکیب با پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل‌سلولز، می‌تواند یک روش امیدوارکننده برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری فیله ماهی شعری معمولی طی نگهداری در یخچال باشد.

کلید واژگان: ماهی شعری معمولی(*Lethrinus nebulosus*)، پوشش خوراکی، کربوکسی‌متیل‌سلولز، عصاره مرزه، پارامترهای کیفی

*مسئول مکاتبات: n.baghlani@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

۱- مقدمه

ماهی شعری معمولی (*Lethrinus nebulosus*) از گونه‌های اقتصادی آبهای جنوبی کشور از جمله استان هرمزگان می باشد. با توجه به میزان بالای صید این ماهی در بین دیگر ماهیان خلیج فارس و بازارپسندی بالای آن در بین ساکنین جنوب کشور چگونگی حفظ کیفیت، شناسایی ارزش غذایی و اصول فرآوری آن از اهمیت بسزایی برخوردار است [۱]. ماهی از جمله فرآورده‌هایی است که در بازار به صورت تازه عرضه شده و نگهداری در دمای سرد و یخچال از روش‌هایی است که در مراکز عرضه و فروش و یا انتقال ماهی زیاد استفاده می‌شود. نگهداری ماهی در یخچال موجب کاهش سرعت فعالیت‌های آنزیمی و میکروبی می‌شود اما آنها را به طور کامل متوقف ننموده و تغییرات نامطلوبی از جمله اکسیداسیون چربی و فساد میکروبی به آرامی صورت گرفته و موجب فساد ماهی پس از چند روز می‌شوند [۲]. اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیراشباع، بو و مزه غیرمتعارف تولید می‌کند. این تغییرات در حین هیدرولیز و اکسیداسیون چربی‌ها اتفاق می‌افتد که عامل مهمی برای پیشرفت تندشدگی و دناتوره شدن پروتئین و تغییرات بافتی است. ترکیبات فرار حاصل از شکسته شدن واکنش‌های اکسیداسیون و هیدرولیتیک چربی‌ها (هیدروپراکسایدها، آلدئیدها، کتون‌ها، اسیدهای چرب و ...) بو، طعم، رنگ، بافت، ارزش غذایی و به طور کلی کیفیت را دستخوش تغییر کرده و باعث عدم پذیرش مصرف‌کنندگان این منبع مهم غذایی می‌شود [۳]. علاوه بر اکسیداسیون چربی، یکی دیگر از دلایل مهم فساد غذا، رشد و سوخت و ساز میکروبی است که منجر به تشکیل ترکیباتی با بوی نامطلوب و ناخوشایند می‌شود. گوشت ماهی نسبت به دیگر منابع گوشتی به دلیل فعالیت آبی بالا، مقادیر نسبتاً بالای اسیدهای آمینه آزاد و حضور آنزیم‌های اتولیزکننده نسبت به تجزیه باکتریایی آسیب پذیرتر است [۲]. بسیاری از روش‌های متداول محافظت از مواد غذایی مانند سرد سازی، انجماد، کاهش فعالیت آبی، محدودیت مواد مغذی، اسیدی کردن، تخمیر، پاستوریزاسیون و ترکیبات ضد میکروبی مصنوعی برای کنترل فساد میکروبی در غذاها استفاده شده است، اما آلودگی مواد غذایی و فساد توسط میکروارگانیسم ها مشکل است و هنوز به اندازه کافی کنترل نشده است. ایمنی و عمر ماندگاری مواد غذایی نیز می‌تواند با استفاده از تکنولوژی‌های جدید نظیر بسته بندی در اتمسفر کنترل شده، فیلم‌های فعال شده، روش‌های غیر حرارتی، اشعه، بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده و غیره ... به منظور متوقف کردن یا به تاخیر انداختن رشد میکروبی، بهبود یابد [٤]. در میان روش‌های مختلف حفاظت و افزایش عمر ماندگاری مواد غذایی، استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های زیست تخریب پذیر، روش بسیار امیدبخشی است [۵]. کاربردهای تجاری پوشش‌های ساخته شده از واکس‌ها، لیپیدها، صمغ‌ها، پوشش‌های سوسیس ساخته شده از کلاژن و پوشش‌های دارویی ساخته شده از پروتئین ذرت مورد مطالعه قرار گرفته است [٦]. تحقیقات متعددی نشان می‌دهند که پوشش‌های خوراکی ساخته شده از پروتئین، پلی‌ساکارید و چربی به افزایش عمر ماندگاری و حفظ کیفیت ماهی و آبزیان کمک می‌کنند [۷]. کربوکسی‌متیل‌سلولز از جمله پلی‌ساکاریدهای مهم مشتق شده از سلولز است که در تولید فیلم ها وپوشش های خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۸]. CMC[1] از خصوصیات مطلوبی نظیر محلول بودن در آب، بدون بو، بدون طعم، چگالی بالا، غیرسمی، غیر آلرژی زا، قابل انعطاف، استحکام متوسط، شفاف، مقاوم در برابر روغن ها و چربی ها و قابلیت متوسط در عبور دادن رطوبت و اکسیژن برخوردار است [۹]. همچنین این نوع پوشش ها می توانند به عنوان حاملی برای افزودنیها و ترکیبات مختلف مانند مواد ضدمیکروبی، آنتی اکسیدان ها و غیره عمل کنند که در این حالت به این نوع بسته بندی، بسته بندی فعال گفته می شود [۱۰]. استفاده از بسته بندی فعال روش نوینی برای نگهداری مواد غذایی خصوصا مواد غذایی تازه مانند گوشت تازه است که در سال‌های اخیر پژوهش‌های گسترده‌ای برای تولید و اقتصادی کردن آن انجام گرفته است [۱۱]. مواد آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی سنتزی و طبیعی نظیر اسیدهای آلی، آنزیم ها، باکتریوسینها و روغن های فرار[2] به منظور حذف یا کاهش فساد در مواد غذایی بکار برده می شوند [۹]. با افزایش آگاهی مصرف کنندگان در خصوص مضرات افزودنی‌های شیمیایی و سنتتیک در مواد غذایی، گرایش‌ها به سمت استفاده از افزودنی‌های فعال طبیعی در حال افزایش است [۱۲]. امروزه عصاره‌های گیاهی به عنوان نگهدارنده‌های طبیعی یا افزودنی‌های غذایی با خواص ضدباکتریایی، ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی قوی برای حفاظت از مواد غذایی خام و فرآوری شده در صنعت مواد غذایی مورد

1. Carboxymethyle Cellulose
2 . Essential oil

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

توجه قرار گرفته‌اند [۱۳ و ۱٤]. گیاه *Satureja hortensis* با نام فارسی مرزه باغی و نام انگلیسی Summer savory (مرزه تابستانه) از خانواده نعناعیان بوده و مدتهاست که از آن به عنوان ادویه و طعم دهنده مواد غذایی در صنایع کنسروسازی، نوشابه‌سازی و فرآوری تکه‌های گوشت و انواع سوسیس استفاده می‌شود. این گیاه در بررسی‌های آزمایشگاهی اثرات ضد باکتریایی، ضد قارچی، آنتی اکسیدانی و آرام‌بخشی (مسکن) از خود نشان داده است [۱۵]. از این رو هدف این پژوهش بررسی امکان استفاده از پوشش فعال کربوکسی‌متیل‌سلولز به عنوان ماده زمینه به همراه عصاره گیاه مرزه در خصوص افزایش ماندگاری فیله ماهی شعری معمولی از طریق کاهش فعالیت های اکسایشی و میکروبی و بهبود ویژگی های کیفی–حسی آن به منظور ارتقا فرهنگ تازه خوری ماهی می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- تهیه عصاره

۲-۱-۱- عصاره گیری

گیاه مرزه تابستانه در مهرماه سال ۱۳۹٤ از منطقه سر پل ذهاب استان کرمانشاه برداشت شد. پس از شستشوی گیاه با آب سرد در آون با دمای ۵۵ ^{o}C بمدت ۲٤ ساعت خشک گردید. سپس برگ ها از ساقه ها جدا و توسط آسیاب پودر گردید و از الک (شماره ۳۵ سایز چشمه ۵۰۰ میکرون) عبور داده شدند. عصاره‌گیری طبق روش Yuan و همکاران [۱٦] با کمی تغییرات انجام گرفت.۲۰۰ گرم از گیاه پودر شده پس از ۳۰ دقیقه ترکیب با کلروفرم و کلروفیل زدایی، با اتانول ۸۰٪ ترکیب شد. پس از صاف کردن عصاره، حلال توسط دستگاه روتاری با ایجاد خلاء تبخیر شد. عصاره تغلیظ شده در آون با دمای ٦۰ ^{o}C قرار گرفت. سپس پودر حاصل در قوطی های پلی اتیلن تیره تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شد.

۲-۱-۲- آنالیز ترکیبات شیمیایی عصاره (GC-MS[1])

عصاره گیاه مرزه پس از آماده سازی به دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف سنج جرمی (GC-MS) تزریق گردید تا نوع ترکیبات تشکیل دهنده آن مشخص شود. دستگاه گاز کروماتوگراف استفاده شده از نوع Agilent- 7890 بود. طیف سنج جرمی مورد استفاده مدل Agilent-5975 HP-5 با ستونی به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۲۵× ۲۵میکرومتر که در دمای ٤۰^{o}C به مدت ۱ دقیقه تنظیم شد و سپس با سرعت ^{o}C/min ۵ به دمای ۳۰۰ ^{o}C رسید و ۳ دقیقه در این دما ماند. گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ml/min ۱ و سرعت تقسیم ۱:۵۰ استفاده شد. ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و دمای منبع یونیزاسیون ۲۸۰^{o}C بود. شناسایی طیف ها به کمک شاخص بازداری آنها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری صورت گرفت.

۲-۲- آماده سازی ماهی و تهیه تیمارها

تعدادی ماهی شعری معمولی تازه با میانگین وزنی ٤۰۰ گرم در اردیبهشت ماه ۱۳۹۵ از صیدگاه منطقه آزاد اروند استان خوزستان–آبادان خریداری شده و با جعبه های حاوی یخ به آزمایشگاه شیلات دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردید. بعد از عملیات مربوط به تخلیه شکمی و سر زنی، دو فیله از هر ماهی تهیه شد. پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز با چگالی متوسط (وزن مولکولی ٤۱۰۰۰ گرم بر مول) محصول شرکت سامچون کره، به روش قنبرزاده و همکاران (۲۰۱۱) تهیه شد [۱۷]. یک گرم کربوکسی متیل سلولز در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل گردید و ۵۰ درصد وزنی کربوکسی‌متیل‌سلولز (۰/۵ گرم) گلیسرول به عنوان نرم کننده به محلول افزوده شد. محلول را روی گرم کننده مجهز به همزن مغناطیسی به منظور حل شدن کامل کربوکسی‌متیل‌سلولز تا دمای ۸۵^{o}C حرارت داده، پس از سرد شدن محلول، عصاره مرزه با غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد (حجمی/حجمی) جداگانه به محلولهای کربوکسی متیل سلولز افزوده و ٤ دقیقه هم زده شد. بمنظور ایجاد پوشش با کمی تغییر، فیله ها پس از ۱۰ دقیقه غوطه‌وری در محلول های تهیه شده، از محلول‌ها خارج شده و پس از پایان فرآیند آب چک، جهت خشک شدن پوشش، تحت جریان ملایم هوا روی صفحات مشبک استریل قرار داده شدند. سپس تیمارها که شامل تیمار شاهد (بدون پوشش)، پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز بدون عصاره، پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی ۰/۵٪ عصاره مرزه، پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی ۱٪ عصاره مرزه و پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی ۱/۵٪ عصاره مرزه به صورت جداگانه در کیسه‌های زیپ‌کیپ استریل قرار گرفته، به یخچال

1. Gas chromatography–mass spectrometry

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

منتقل شده، به مدت ۹ روز در دمای ۲°C ±٤ نگهداری شده و در فواصل زمانی هر ۳ روز یکبار مورد ارزیابی شیمیایی، میکروبی و حسی قرار گرفتند [۱۲].

۲-۳- آزمون های میکروبی

برای آزمایش های میکروبی، ۱۰ گرم از نمونه گوشت فیله در شرایط استریل با ۹۰ میلی لیتر محلول بافر فسفات مخلوط و هموژن شده و متعاقب آن رقت‌های مورد نیاز تهیه گردید. کشت باکتری‌های کل و سرمادوست در محیط کشت نوترینت آگار به روش پور پلیت صورت پذیرفت. شمارش باکتری ها بصورت $\log_{10}$ CFU/g گزارش گردید [۱۸ و ۱۹].

۲-٤- آزمون های شیمیایی

اندازه‌گیری pH نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pH سنج (مدل HANNA-instrument –رومانی) به روش Suvanich و همکاران [۲۰]، میزان کل بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N[1]) به روش Goulas و Kontominas [۲۱]، شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBA[2]) به روش Siripatrawan و Noipha [۲۲] و اسیدهای چرب آزاد (FFA[3]) به روش Flickو همکاران [۲۳] تعیین شد.

۲-۵- آنالیز حسی نمونه ها

کیفیت خواص حسی فیله های ماهی شعری معمولی توسط ٦ فرد نیمه آموزش دیده و با معیار ۵ امتیازی در ٤ بخش بافت (۵: سفت و منسجم ، ۱: خیلی نرم)، رنگ (۵: رنگ طبیعی، ۱: کاملا رنگ پریده)، بو (۵: کاملا مطلوب، ۱: بوی فساد) و پذیرش کلی (۵: کاملا مقبول، ۱: کاملا نامقبول) انجام پذیرفت. نقطه بحرانی مقبولیت هر یک از ویژگی ها ٤ در نظر گرفته شد و پایین‌تر از آن به معنای رد خصوصیات حسی مورد نظر است [۲٤].

۲-٦- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده ها با نرم افزار $SPSS_{16}$ انجام گرفت. آزمون کولموگروف اسمیرنوف بمنظور بررسی نرمال بودن داده ها و آزمون Levene برای بررسی همگنی واریانسها استفاده گردید. به منظور بررسی اثر تیمارهای اعمال شده از روش تجزیه واریانس یکطرفه استفاده گردید. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. نتایج بصورت میانگین ± انحراف معیار بیان گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- آنالیز ترکیبات شیمیایی عصاره

ترکیبات اصلی حاصل از آنالیز عصاره مرزه تابستانه مورد استفاده در این مطالعه با استفاده از سیستم GC-MS در جدول ۱ نشان داده شده است. در مجموع ۲۲ ترکیب برای عصاره مرزه تابستانه شناسایی شد. عمده‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده عصاره مرزه شامل کارواکرول (۲۸/٦۷٪)، سیکلوتری سیلوکزان، هگزامتیل (۱۷/۲٦٪)، اوکتاسیلوکزان، ۱، ۱، ۳، ۳، ۵، ۵، ۷، ۷، ۹، ۹، ۱۱، ۱۱، ۱۳، ۱۳، ۱۵، ۱۵– هگزادکامتیل (۱٦/۰۸٪)، بنزو[h] کوئینولین، ٤،۲– دی متیل (٦/۲۷٪) و کامفن (۳/۷۲٪) بود. در پژوهش Pavela و همکاران (۲۰۰۸)، کارواکرول به عنوان ترکیب اصلی عصاره‌های اتانولی و هگزانی مرزه بترتیب با ۹۸٪ و ۸۷/۵٪ گزارش شد [۲۵]. همچنین Sajfrtova و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند، کارواکرول ترکیب اصلی عصاره‌های اتانولی و هگزانی مرزه به ترتیب با میزان ۱۲/٦٪ و ۲۰٪ بود و نیز کارواکرول به همراه y-terpinen از ترکیبات اصلی عصاره‌های استخراج شده توسط حلال CO_2 در فشار MPa ۲۸ و MPa ۱۲ و نیز حلال CO_2–استون در فشار MPa ۲۸ بوده است و میزان کارواکرول در این عصاره ها بترتیب ۲۸/۲٪، ۲٦/۹٪ و ۳۲٪ بود [۲٦]. عواملی مانند آب و هوا، شرایط جغرافیایی و فصلی، بلوغ گیاه و روش عصاره‌گیری ممکن است بر ترکیب شیمیایی تاثیر گذاشته و در آن تغییر ایجاد کنند [۲۷].

۳-۲- آنالیز باکتریایی

تغییرات میزان بار باکتریایی کل در شکل ۱ نشان داده شده است. در ابتدای دوره نگهداری، میزان اولیه بار باکتریایی کل برای نمونه شاهد ۳/۱۲ و در انتهای دوره ٦/۷۸ $\log_{10}$ cfu/g بود و میزان اولیه بار باکتریایی کل در تیمارهای پوششی CMC و CMC حاوی ۰/۵٪، ۱٪ و ۱/۵٪ عصاره بترتیب ۳/۵۷، ۳/۵۸، ۳/۰۳ و ۳/۱۹ $\log_{10}$ cfu/g بود که به میزان ٦/٤۷، ٦/۱۸، ۵/۹٦ و ۵/٤۵ $\log_{10}$ cfu/g در پایان دوره نگهداری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). مقایسه بین تیمارها نشان

1. Total volatile base - nitrogen
2. Thiobarbitoric acid
3. Free fatty acid

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

می دهد که تیمار پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی ۱/۵٪ عصاره مرزه بیشترین اثر را در کاهش رشد باکتری‌های کل نسبت به تیمار شاهد داشته است ($p<0/05$). حد مجاز میزان بار باکتریایی کل برای ماهی و فرآورده‌های شیلاتی، log cfu/g ۷ در نظر گرفته شده است [۲۸]. میزان بار باکتریایی کل تا پایان دوره در همه تیمارها در محدوده قابل قبولی بود (log CFU/g ۷). اگر چه در این روز، تیمارهای شاهد و پوشش CMC بدون عصاره بترتیب با ٦/٧٨ و log cfu/g ٦/٤٧ به مرز غیر قابل قبول نزدیکتر بودند. باکتری‌های سرمادوست گرم منفی، گروه اصلی میکروارگانیسم‌های مسئول فساد ماهی تازه نگهداری شده به صورت سرد هستند [۱۸]. الگوی رشد این باکتریها تا حدودی مشابه با الگوی رشد باکتری های کل بود (شکل ۲). میزان اولیه باکتری‌های سرمادوست در نمونه‌های شاهد، پوشش CMC و CMC حاوی ۰/۵٪، ۱٪ و ۱/۵٪ عصاره مرزه بترتیب ۲/۰٤، ۱/۳۳، ۱/۹٦، ۱/٥٤ و log cfu/g ۱/۲٤ بود که به میزان نهایی ۵/۹۹، ۵/۱۵، ٤/۹٤، ٤/۰۱ و log ۳/٤۱cfu/g در روز ۹ نگهداری رسید.

Table 1 Chemical composition of *Satureja hortensis* extract using GC-MS method

No.	Compound	Area(%)
1	Carvacrol	28.67
2	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	17.26
3	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	16.08
4	Benzo[h]quinoline, 2,4-dimethyl-	6.27
5	Camphene	3.72
6	*Ethanol, 1-(2-butoxyethoxy)	3.60
7	2-(Acetoxymethyl)-3-(methoxycarbonyl)biphenylene	3.39
8	Benzonitrile, m-phenethyl-	3.04
9	Tetrasiloxane, decamethyl-	2.98
10	Silicic acid, diethyl bis(trimethy lsilyl) ester	2.24
11	4-Methyl-2-trimethylsilyloxy-acetophenone	2.05
12	Benzene, 2-[(tert-butyldimethylsilyl)oxy]-1-isopropyl-4-methyl-	1.74
13	Benzothiophene-3-carboxylic acid, 4,5,6,7-tetrahydro-2-amino-6-ethyl-, ethyl ester	1.70
14	2-Methyl-7-phenylindole	1.07
15	1H-Indole-2-carboxylic acid, 6-(4-ethoxyphenyl)-3-methyl-4-oxo-4,5,6,7-tetrahydro-, isopropyl ester	0.83
16	1,1,1,3,5,5,5-Heptamethyltrisiloxane	0.80
17	1-Benzazirene-1-carboxylic acid; 2, 2,5a-trimethyl-1a-[3-oxo-1-buteny l] perhydro-; methyl ester	0.77
18	5-Methyl-2-phenylindolizine	0.74
19	Silane, 1,4-phenylenebis[trimethyl-	0.71
20	N-Methyl-1-adamantaneacetamide	0.68
21	Methyltris(trimethylsiloxy)silane	0.68
22	Heptasiloxane, 1,1,3,3,5,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13-tetradecamethyl-	0.66

*May be the solvent in the GC column.

بیشترین میزان بار باکتریایی (۵/۹۹ log cfu/g) در روز ۹ نگهداری برای تیمار شاهد مشاهده شد در حالیکه، تیمار پوششی CMC+۱/۵٪ عصاره به شکل معنی‌داری کمترین میزان باکتری سرمادوست (۳/٤۱ $\log_{10}$ cfu/g) را نسبت به تیمار شاهد داشت ($p<0/05$). ترکیبات بسیار زیادی در اسانس ها و عصاره های گیاهی وجود دارند که نتایج حاصل از مطالعات مختلف نشان می‌دهد هرچه میزان مواد فنولی اسانسها بالاتر باشد اثرات ضد میکروبی آنها نیز بیشتر می‌شود [۲۹]. Kra´sniewska و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که افزایش غلظت عصاره مرزه، فعالیت ضد باکتریایی فیلم پولولان حاوی عصاره مرزه را افزایش داد و موجب حفظ تازگی و افزایش مدت زمان نگهداری فلفل و سیب شد. عنوان شده است، خواص ضد باکتریایی عصاره مرزه بدلیل وجود ترکیبات پلی فنولی شامل اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدها می‌باشد [۳۰]. در تحقیق حاضر، بر اساس داده‌های حاصل از آنالیز ترکیبات عصاره مرزه توسط GC-MS، کارواکرول عمده‌ترین ترکیب

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

عصاره بود که این ترکیب به عنوان یک مهارکننده از رشد پاتوژنهای مختلف جلوگیری می‌کند [۳۱]. به نظر می‌رسد کارواکرول با غشای سلول باکتری در می‌آمیزد، در دولایه‌ی فسفولیپیدی سلول حل شده و با قرار گرفتن بین زنجیره‌های اسید چرب سلول و جدا کردن زنجیره‌ها از فسفولیپیدها، کانال‌هایی ایجاد می‌کند که منجر به خروج یون‌ها از سیتوپلاسم می‌شود. [۳۲]. Choulitoudi و همکاران در سال ۲۰۱۶، تاثیر پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی عصاره و اسانس مرزه (*S. thymbra*) بر کاهش بار باکتریایی فیله ماهی شانک (*Sparus aurata*) نگهداری شده در یخچال را گزارش نمودند [۳۳].

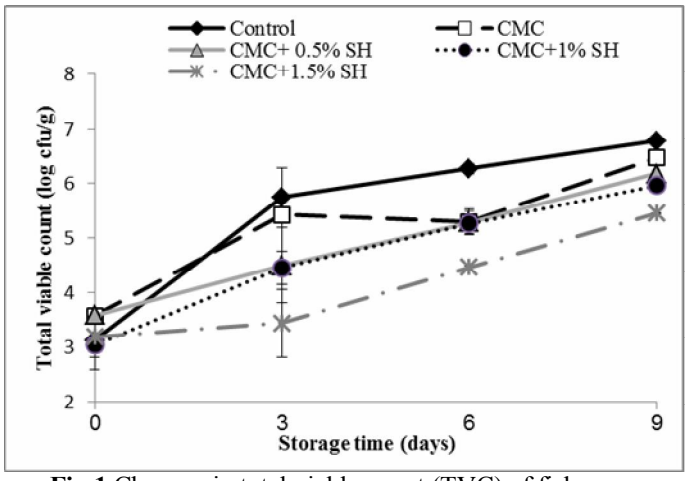

Fig 1 Changes in total viable count (TVC) of fish fillet samples during chilled storage (4±2ºC). (CMC: Carboxymethyl cellulose, SH: savory extract)

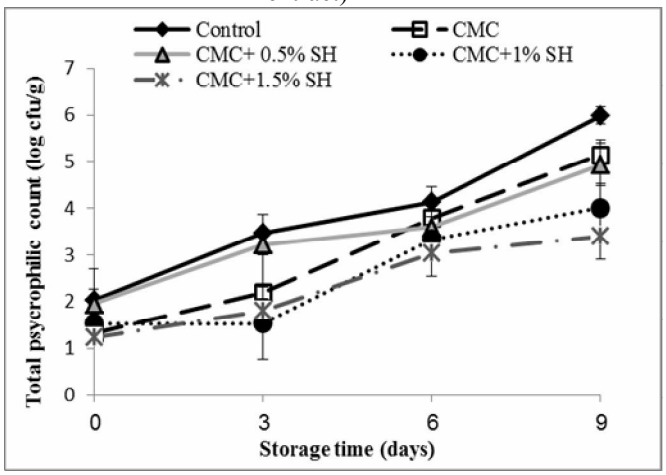

Fig 2 Changes in total psychrotrophic count (TPC) of fish fillet samples during chilled storage (4±2ºC). (CMC: Carboxymethyl cellulose, SH: savory extract).

pH -۳-۳

در عضله ماهی زنده pH در حدود ۷ می باشد که پس از مرگ بین ٦ تا ۷/۱۰ متغیر است [۲٤] و به فاکتورهای متعددی مثل ناحیه صید، گونه، تغذیه ماهی، دما و شرایط نگهداری و ظرفیت بافری گوشت بستگی دارد [۳٤]. روند تغییرات pH در شکل ۳ نشان داده شده است. میزان pH با گذشت زمان افزایش یافت. با گذشت زمان در اثر تولید ترکیبات قلیایی از قبیل آمونیاک، تری متیل آمین و بازهای آلی فرار توسط باکتری ها، pH افزایش می یابد و این افزایش در نمونه شاهد شدت بیشتری داشت بطوری که در پایان دوره نگهداری، نمونه شاهد بیشترین میزان pH را نشان داد و اختلاف معنی‌داری با تیمارهای پوششی CMC و CMC حاوی ۱ و ۱/۵ درصد عصاره داشت ($p<۰/۰۵$). بین تیمارهای مختلف پوششی اختلاف معنی داری در انتهای دوره نگهداری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

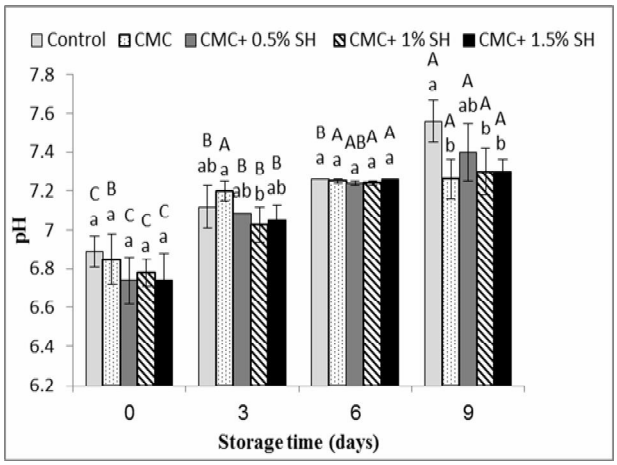

Fig 3 Changes in the pH value of fish fillet samples during chilled storage. (CMC: Carboxymethyl cellulose, SH: savory extract). Different small letters indicate significant differences ($p<0.05$) between treatments. Different capital letters indicate significant differences as storage time ($p<0.05$).

۳-٤- بازهای نیتروژنی فرار:

TVB-N یکی از مهم ترین شاخص‌های تعیین کیفیت مواد غذایی دریایی است [۳۵]. در شکل ٤ تغییرات میزان TVBN دیده می‌شود. مقدار اولیه TVB-N نمونه‌های شاهد، CMC و CMC حاوی ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد عصاره مرزه بترتیب ۱۳/۳۰، ١٤، ۱۷/۷۳، ١٦/٨٠ و ۱۷/۵۰ میلی گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم نمونه بود که در انتهای دوره‌ی ۹ روزه‌ی نگهداری بترتیب به میزان ۵۵/۵۳، ۵۳/۹۰، ۵۵/۸۲، ٤٦/۲۰ و ٤۵/۷۳ میلی گرم

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

نیتروژن بر ۱۰۰ گرم نمونه رسید. میزان TVB-N تیمارها با گذشت زمان نگهداری به شکل معنی داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). افزایش میزان TVBN نمونه ها ناشی از فعالیت باکتری‌های عامل فساد و آنزیم‌های اتولیز کننده با منشا درونی می باشد [۳۶]. حد قابل قبول میزان TVB-N برای مصارف انسانی ۳۵- ۲۵ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه گزارش شده است، اما این میزان در بین گونه‌های مختلف متفاوت است [۳۷]. در تحقیق حاضر، میزان TVB-N تیمارهای شاهد و پوشش حاوی ۰/۵٪ عصاره در روز ٦ نگهداری از حد قابل قبول تجاوز نمود. در حالیکه تیمارهای پوششی CMC و CMC حاوی ۱ و ۱/۵ درصد عصاره در روز ۹ نگهداری از این میزان گذشتند و نمونه پوششی حاوی ۱/۵ درصد عصاره مرزه میزان بازهای ازته فرار کمتری در مقایسه با سایر تیمارها داشت، هرچند که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان نداد ($p>۰/۰۵$). کمتر بودن میزان TVB-N در نمونه‌های پوششی حاوی عصاره مرزه را می توان به کاهش جمعیت باکتری‌ها یا کاهش ظرفیت باکتری‌ها برای دآمیناسیون اکسیداسیونی ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی و یا هر دو عامل نسبت داد [۳۸] که می‌تواند ناشی از ویژگی ضد میکروبی عصاره مرزه باشد. رئیسی و یزدی طی تحقیقی در سال ۲۰۱٤، دریافتند که اسانس مرزه خوزستانی و *Satureja bachtiarica* از افزایش بازهای نیتروژنی فرار در فیله ماهی قزل‌آلا جلوگیری نمود [۳۹].

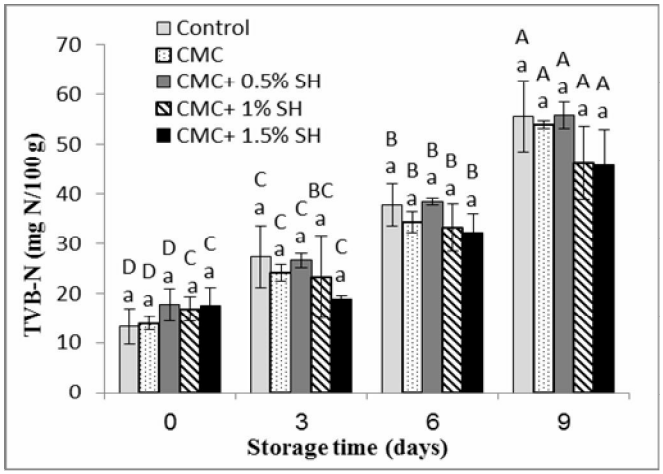

Fig 4 Changes in the TVB-N value of fish fillet samples during chilled storage. (CMC: Carboxymethyl cellulose, SH: savory extract). Different small letters indicate significant differences ($p<0.05$) between treatments. Different capital letters indicate significant differences as storage time ($p<0.05$).

TBA -۵-۳

اکسیداسیون چربی‌ها مربوط به اکسید شدن اسیدهای چرب چند غیر اشباع در عضلات ماهی می باشد که منجر به ایجاد بو و طعم نامطلوب در ماهی و در نتیجه کوتاه شدن زمان ماندگاری آن می‌گردد. شاخص اندازه گیری اکسیداسیون چربی‌ها بر اساس محتوای مالون آلدهید است که محصول ثانویه اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیر اشباع است [۳۸]. نتایج بررسی شاخص TBA در شکل ۵ نشان داده شده است. طبق این نتایج میزان اولیه TBA نمونه‌های شاهد، CMC و CMC حاوی ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد عصاره مرزه بترتیب از ۰/۲۳، ۰/۲۷، ۰/۱۸، ۰/۲۷ و ۰/۱۹ در روز صفر به میزان ۱/۳۹، ۰/۷۸، ۰/۵۰، ۰/۵۵ و ۰/۳۱ میلی گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم نمونه در انتهای دوره نگهداری افزایش یافت. افزایش میزان TBA تیمارها در طول دوره را می‌توان به اکسیداسیون لیپیدها و تولید متابولیت‌های فرار در حضور اکسیژن نسبت داد [٤۰]. در پایان دوره نگهداری میزان این شاخص در تیمارهای پوششی و بویژه تیمار پوششی حاوی ۱/۵ درصد عصاره مرزه بطور معنی داری کمتر از تیمار شاهد بود ($p<۰/۰۵$). AKSUو Ozer (۲۰۱۳) نیز موثرتر بودن غلظت بالاتر عصاره مرزه (۵۰۰ ppm) نسبت به سایر غلظت‌های مورد آزمایش را در کاهش میزان TBA گوشت گاو در دمای ٤ ºC گزارش نمودند [٤۱]. کمتر بودن میزان TBA در نمونه‌های پوششی حاوی عصاره مرزه، می‌تواند بدلیل وجود ترکیباتی نظیر تیمول و کارواکرول؛ ترکیباتی فنولیک و دارای گروه‌های هیدروکسی (OH) بوده که دارای قدرت حذف رادیکال‌های آزاد می‌باشند و در نتیجه سبب تشکیل میزان کمتری مالون‌آلدهید می‌شوند [۳۸]. کاهش میزان تیوباربیتوریک اسید در بعضی از روزهای نگهداری ممکن است به دلیل کاهش هیدروپراکسیدها و واکنش بین مالون آلدهید با پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و گلیکوژن باشد که باعث کاهش مقادیر مالون آلدهید و متعاقبا کاهش TBA می‌شود [۳٤]. میزان محدود کنندگی گوشت ماهی برای مصرف از نظر میزان شاخص TBA حدود ۲-۱ گرم مالون آلدهید در هر کیلوگرم عنوان شده است [۳۸]. که در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

این تحقیق بجز تیمار شاهد، تیمارهای‌های دیگر به این محدوده نرسیدند.

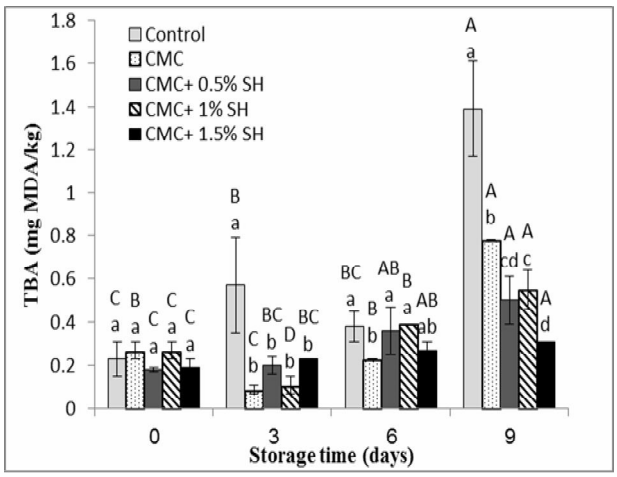

Fig 5 Changes in the TBA value of fish fillet samples during chilled storage. (CMC: Carboxymethyl cellulose, SH: savory extract). Different small letters indicate significant differences ($p<0.05$) between treatments. Different capital letters indicate significant differences as storage time ($p<0.05$).

FFA -٦-٣

گلیسریدها، گلیکولیپیدها و فسفولیپیدها توسط آنزیم های لیپاز هیدرولیز شده و به اسیدهای چرب آزاد تبدیل می‌شوند که در ادامه روند اکسیداسیون چربی، به آلدهیدها و کتون‌ها تبدیل می‌شوند. هیدرولیز چربی به تنهایی منجر به کاهش کیفیت، طعم و بوی نامطلوب در محصول نمی‌شود ولی اهمیت تشکیل اسیدهای چرب آزاد توسعه اکسیداسیون چربی است [٣٤]. در شکل ٦ تغییرات شاخص FFA تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در یخچال ($٢^{o}c\pm٤$) نشان داده شده است. مقدار FFA با گذشت زمان نگهداری از میزان ١/١٦، ١/٣٣، ١/٣٠، ١/٢١ و ١/٢٦ در روز صفر به میزان ٣/٤٥، ٢/٨١، ٢/٨٦، ٢/٧٢ و ٢/٦٧ درصد اولئیک اسید در روز ٩، بترتیب در تیمارهای شاهد، CMC و CMC حاوی ٠/٥، ١ و ١/٥ درصد عصاره مرزه افزایش یافت. در پایان دوره نگهداری نمونه های پوششی میزان FFA کمتری در مقایسه با نمونه شاهد داشتند و در این میان تیمار پوششی حاوی ١/٥٪ عصاره مرزه بطور معنی‌داری کمترین میزان FFA را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد ($p<٠/٠٥$). احتمالا خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره اتانولی مرزه بدلیل ترکیبات فنولی موجود در عصاره باشد که بر اساس آنالیز GC-MS عصاره مرزه تحقیق حاضر، کارواکرول ترکیب اصلی (٢٨/٦٧٪) عصاره بود که این ترکیب، یک آنتی‌اکسیدان طبیعی بسیار فعال می‌باشد [٤٢]. پژوهش مشابهی در مورد تاثیر اسانس مرزه بر کاهش میزان اسیدهای چرب آزاد انجام شده است [٣٩].

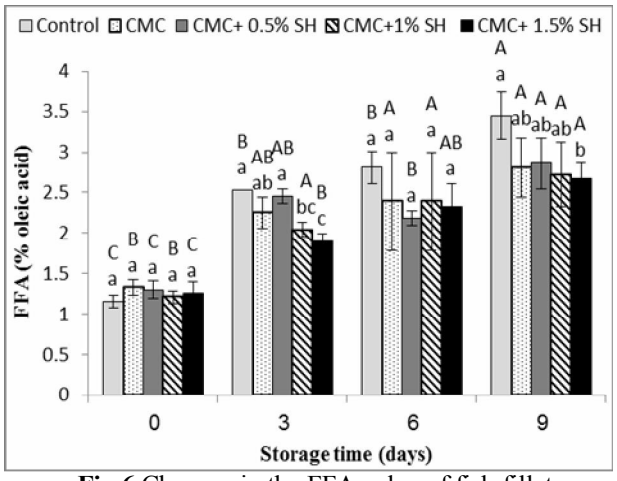

Fig 6 Changes in the FFA value of fish fillet samples during chilled storage. (CMC: Carboxymethyl cellulose, SH: savory extract). Different small letters indicate significant differences ($p<0.05$) between treatments. Different capital letters indicate significant differences as storage time ($p<0.05$).

٣-٧- ارزیابی حسی نمونه ها

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های فیله ماهی شعری معمولی در جدول ٢ نشان داده شده است. امتیاز حسی نمونه ها با گذشت زمان نگهداری کاهش یافت. امتیاز حسی قابل قبول نمونه های ماهی برای مصارف انسانی ٤ در نظر گرفته شده است [٢٤]. طبق این نتایج تیمار شاهد در حدود روز ٦ و تیمارهای پوششی CMC و CMC حاوی درصدهای مختلف عصاره مرزه در روز ٩ به امتیاز محدود کنندگی بافت، رنگ، بو و قابلیت پذیرش توسط مصرف کننده رسیدند. در انتهای دوره نگهداری (روز ٩) تیمارهای کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی ١ و ١/٥٪ عصاره مرزه امتیازهای بالاتری در شاخص‌های بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی نسبت به سایر تیمارها داشتند و در کلیه شاخص‌های حسی اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان دادند ($p<٠/٠٥$). روند تغییر وضعیت صفات ارزیابی حسی در تیمارها طی مدت نگهداری، هماهنگ و همسو با تغییرات TVBN، TBA، FFA و میکروبی بود. اگرچه تا پایان دوره نگهداری بار باکتریایی همه تیمارها به مقدار محدودکنندگی ($٧\log_{10}cfu/g$) نرسیده بود. این موضوع نشان می‌دهد که تنها شاخص میکروبی در ماندگاری ماهی نقش نداشته، بلکه فاکتورهای دیگری همچون گونه باکتری، فعالیت آنزیم های اتولیتیک، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ماهی و شرایط نگهداری نیز می‌توانند تاثیرگذار باشند [٤٣].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

Table 2 Effect of carboxymethyl cellulose (CMC) coating combined with summer savory (SH) extract treatment on the sensory evaluation of fish fillet samples during refrigerated storage (4±2 ºC)

Sensory parameter	Treatment	Storage time (days)			
		0	3	6	9
Texture	Control	4.94 ± 0.09^{aA}	4.60 ± 0.09^{bB}	3.10 ± 0.25^{bC}	1.94 ± 0.19^{cD}
	CMC	4.88 ± 0.09^{aA}	4.55 ± 0.09^{bB}	4.11 ± 0.19^{aC}	2.33 ± 0.17^{bD}
	CMC+0.5% SH	4.94 ± 0.09^{aA}	4.66 ± 0.00^{abB}	4.05 ± 0.09^{aC}	3.05 ± 0.09^{aD}
	CMC+1% SH	4.88 ± 0.09^{aA}	4.66 ± 0.00^{abA}	4.13 ± 0.23^{aB}	3.13 ± 0.23^{aC}
	CMC+1.5% SH	5.00 ± 0.00^{aA}	4.77 ± 0.09^{aB}	4.13 ± 0.11^{aC}	3.06 ± 0.11^{aD}
Odor	Control	4.77 ± 0.19^{aA}	4.60 ± 0.09^{aA}	3.27 ± 0.38^{bB}	1.88 ± 0.19^{bC}
	CMC	4.66 ± 0.00^{aA}	4.66 ± 0.00^{aA}	4.05 ± 0.09^{aB}	1.99 ± 0.33^{bC}
	CMC+0.5% SH	4.77 ± 0.09^{aA}	4.66 ± 0.16^{aA}	4.11 ± 0.19^{aB}	1.99 ± 0.33^{bC}
	CMC+1% SH	4.77 ± 0.19^{aA}	4.61 ± 0.19^{aA}	4.33 ± 0.00^{aB}	2.71 ± 0.09^{aC}
	CMC+1.5% SH	4.77 ± 0.09^{aA}	4.60 ± 0.09^{aA}	4.22 ± 0.25^{aB}	2.49 ± 0.16^{aC}
Color	Control	4.88 ± 0.09^{aA}	4.55 ± 0.19^{aA}	3.66 ± 0.33^{bB}	2.55 ± 0.19^{cC}
	CMC	4.94 ± 0.09^{aA}	4.66 ± 0.16^{aA}	4.05 ± 0.25^{abB}	2.82 ± 0.28^{bcC}
	CMC+0.5% SH	4.88 ± 0.19^{aA}	4.60 ± 0.09^{aA}	4.05 ± 0.25^{abB}	2.94 ± 0.25^{abcC}
	CMC+1% SH	4.77 ± 0.19^{aA}	4.71 ± 0.09^{aA}	4.16 ± 0.28^{abB}	3.16 ± 0.16^{abC}
	CMC+1.5% SH	4.88 ± 0.19^{aA}	4.77 ± 0.09^{aA}	4.22 ± 0.19^{aB}	3.27 ± 0.09^{aC}
Total Acceptance	Control	4.94 ± 0.09^{aA}	4.66 ± 0.16^{aB}	3.55 ± 0.09^{bC}	1.99 ± 0.16^{cD}
	CMC	4.94 ± 0.09^{aA}	4.66 ± 0.00^{aB}	4.00 ± 0.00^{aC}	2.41 ± 0.08^{bD}
	CMC+0.5% SH	4.86 ± 0.24^{aA}	4.77 ± 0.09^{aA}	4.16 ± 0.16^{aB}	2.33 ± 0.33^{bcC}
	CMC+1% SH	4.94 ± 0.09^{aA}	4.83 ± 0.17^{aA}	4.12 ± 0.10^{aB}	2.94 ± 0.25^{aC}
	CMC+1.5% SH	4.94 ± 0.09^{aA}	4.83 ± 0.00^{aA}	4.22 ± 0.19^{aB}	3.16 ± 0.16^{aC}

Different small letters in the same column indicate significant differences between means ($p<0.05$)
Different capital letters in the same row indicate significant differences between means ($p<0.05$).

٤- نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق عملکرد بهتر فیله‌های تیمار شده با پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی ۱/۵٪ عصاره مرزه و بدنبال آن ۱٪ عصاره را نسبت به سایر تیمارها تایید می‌کند. بطوریکه مقادیر pH، TVB-N، TBA و FFA به عنوان شاخص‌های شیمیایی و مقادیر باکتری های کل و سرمادوست به عنوان شاخص‌های میکروبی کنترل کیفیت فیله ماهی شعری معمولی، در تیمار پوششی حاوی ۱/۵٪ عصاره مرزه دارای نتایج بهتری نسبت به سایر تیمارها تا پایان دوره نگهداری بودند. بر اساس داده‌های GC-MS پژوهش کنونی، کارواکرول ترکیب اصلی عصاره مرزه بوده که به عصاره خاصیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی می‌بخشد. اگرچه دیگر ترکیبات عصاره هر چند به مقدار کم نیز ممکن است بتوانند نقش مهم و هم افزایی در خواص عصاره داشته باشند. بنابراین، عصاره مرزه به عنوان یک منبع ضدباکتری و آنتی‌اکسیدان طبیعی در ترکیب با پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل‌سلولز، یک روش امیدوارکننده بمنظور جلوگیری از افزایش باکتری‌های عامل فساد و اکسیداسیون چربی و در نتیجه حفظ کیفیت فیله ماهی شعری معمولی می‌باشد و نیز قابلیت کاربرد در سیستم های صنایع مواد غذایی دریایی را داراست.

٥- منابع

[1] Wahab nejad, A. (2008). Population dynamics and reproductive biology of fish (*Lethrinus nebulosus*) in northern coastal waters of Hormozgan Province (Persian Gulf and Oman Sea), marine biology Master's Thesis (sea animals), University of Tarbiat Modares, 73-1. (In Persian).

[2] Perez-Alonso, F., Arias, C and Aubourg, S. (2003). Lipid deterioration during chilled

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

storage of Atlantic pomfret (*Brama brama*). European Journal of Lipid Science and Technology, 105 (11): 661-667.

[3] Khorramgah, M and Rezaei, M. (2013). Chemical and sensory changes of kutum (*Rutilus frisii* kutum) during frozen storage (-18 ° C). Iranian Journal of Food Science ana Technology, 9 (13): 101-107.

[4] Negi, P.S. (2012). Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application. International Journal of Food Microbiology, 156 (1): 7-17.

[5] Raeisi, M., Tajik, H., Aliakbarlu, J., Mirhosseini, S.H., Hashem Hosseini, S.M. (2015). Effect of carboxymethyl cellulose-based coatings incorporated with *Zataria multiflora* Boiss. essential oil and grape seed extract on the shelf life of rainbow trout fillets. LWT- Food Science and Technol 64: 898-904.

[6] Khezri Ahmadabad, M., Rezaei, M and Ojagh, M. (2012). The effect of ascorbic acid combined with whey protein coating on the shelf-life of rainbow trout stored at refrigerator temperature: Microbial and chemical analyzes. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 7 (3): 69-78.

[7] Erkan, N., Dogruyol, H., Gunlu, A and Yuksel Genc, I. (2015). Use of natural preservatives in seafood: plant extracts, edible film and coating. Journal of Food and Health Science, 1 (1): 33-49.

[8] Cochran, G. and Cox, G. (1957). Experimental Designs. John Wiley & Sons. Inc, New York, 390p.

[9] Dashipour, A., Khaksar, R., Hosseini, H., Shojaee-Aliabadi, S and Ghanati, K. (2014). Physical, Antioxidant and Antimicrobial Characteristics of Carboxymethyl Cellulose Edible Film Cooperated with

Clove Essential Oil. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences, 16 (8): 34-42.

[10] Han, J. H. and Rooney, M. L. (2002). Personal communications, Active Food Packaging Workshop, Annual Conference of the Canadian. Institute of Food Science and Technology (CIFST).

[11] Fayazfar, S., Ziafatikafi, Z., Hosseinipazhooh, KH. (2014). An overreview on usage of antimicrobial films in food packaging. Pejvad, 3 (1): 51-55.

[12] Khezri Ahmadabad, M., Rezaei, M. and Ojagh, S. M. (2016). The effect of whey protein edible coating on microbial quality of rainbow trout fillet during cold storage. Iranian Journal of Food Science ana Technology, 12 (49): 11-20.

[13] Benkeblia, N. (2004). Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). LWT - Food Science and Technology, 37 (2): 263-268.

[14] Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G. (2007). Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelflife extension of fresh chicken breast meat, stored at 4ºC. Food Microbiology, 24 (6): 607-617.

[15] Kamkar, A., Tooryan, F., Akhondzadeh Basti, A., Misaghi, A and Shariatifar, N. (2013). Chemical composition of summer savory (*Satureja hortensis L.*) essential oil and comparison of antioxidant activity with aqueous and alcoholic extracts. Journal of Veterinary Research, 68 (2):183-190.

[16] Yuan, G., Zhang, X., Tang, W and Sun, H. (2016). Effect of chitosan coating combined with green tea extract on the melanosis and quality of Pacific white shrimp during storage in ice. CyTA-Journal of Food, 14 (1): 35-40.

[17] Ghanbarzadeh. B., Almasi, H., (2011). Physical properties of edible emulsified based on carboxymethyl cellulose and oleic acid. International Journal of Biological Macromolecules, 48: 44-49.

[18] Sallam, IK. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control, 18 (5): 566–575.

[19] Hernández, M. D., López, M. B., Álvarez, A., Ferrandini, E., GarcíaGarcía, B., and Garrido, M. D. (2009). Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. Food Chemistry, 114 (1): 237–245.

[20] Suvanich, V., Jahncke, M. L and Marshall, D. L. (2000). Changes in selected chemical quality characteristics of channel cat fish frame mince during chill and frozen storage. Journal of Food Science, 65(1): 24-29.

[21] Goulas, A. E and Kontominas, M. G. (2005). Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[31] Ultee, A., Slump, R.A., Steging, G and Smid, J. (2000). Antibacterial activity of carvacrol towards
Bacillus cereus on rice. Journal of Food Protection, 63 (5): 620–624.
[32] Karami-Osboo, R., Khodaverdi, M and Ali-Akbari, F. (2010). Antibacterial Effect of Effective Compounds of *Satureja hortensis* and *Thymus vulgaris* Essential Oils against *Erwinia amylovora.* Journal of Agricultural Science and Technology (JSAT), 12 (1): 35-45.
[33] Choulitoudi, E., Bravou, K., Bimpilas ,A., Tsironi, T., Tsimogiannis, D., Taoukis, P and Vassiliki Oreopoulou. (2016). Antimicrobial and antioxidant activity of *Satureja thymbra* in gilthead seabream fillets edible coating. Food and Bioproducts Processing, 100, 570–577.
[34] Etemadi, H., Rezaei, M and Abedian Kenary, A. M. (2009). Antibacterial and antioxidant potential of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on shelf life extension of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Journal of Food Science and Technology, 5 (4): 67-77.
[35] Jalali, N., Ariiai, P and Fattahi, E. (2016). Effect of alginate/carboxyl methyl cellulose composite coating incorporated with clove essential oil on the quality of silver carp fillet and *Escherichia coli* O157:H7 inhibition during refrigerated storage. Journal of Food Science and Technolgy, 53 (1): 757–765.
[36] Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J., and Luo, Y. (2011). Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). Food Control, 22 (3-4): 608–615.
[37] He, Q and Xiao, K. (2016). The effects of tangerine peel (*Citri reticulatae pericarpi*um) essential oils as glazing layer on freshness preservation of bream (*Megalobrama amblycephala*) during superchilling storage. Food Control, 65: 339-345.
[38] Shabanpoor, B., Zolfaghari, M., FalahZadeh, S and Alipoor, GH.H. (2012). Effect of extract of *Zararia multiflora* boiss. on shelf-life of salted vacuum packaged rainbow trout fillet (*Oncorhynchus mykiss*) in refrigerator conditions: microbial, chemical and sensory attributes assessments. Iranian Journal of Food Science and Technology (JFST), 8 (33): 1-11.
mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and sensory attributes. Food chemistry, 93
(3): 511-520.
[22] Siripatrawan, U and Noipha, S. (2012). Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. Food Hydrocolloids, 27 (1): 102-108.
[23] Flick, G.J., Lovell, R.T., Enriquez-Ibarra, L.G. and Argarosa, G.C. (1994). Changes in the nitrogenous compounds in freshwater crayfish *(Procambarus clarkii)* tail meat stored in ice. Journal of Muscle Foods, 5 (2): 105-118.
[24] Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, SH and Hoseini, S.MH. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120:193–198.
[25] Pavela, R., Sajfrtova, M., Sovova and Barnet, M. (2008). The insecticidal activity of *Satureja hortensis L*. extracts obtained bysupercritical fluid extraction and traditional extraction techniques. Applied Entomology and Zoology, 43 (3): 377–382.
[26] Sajfrtova, M., Sovova, H., Karban, J., Rochova, K., Pavela, R and Barnet, M. (2013). Effect of separation method on chemical composition and insecticidal activity of Lamiaceae isolates. Industrial Crops and Products, 47: 69– 77.
[27] Lahlou, M. (2004). Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. Phytotherapy Research, 18 (6): 435-448.
[28] International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). (1986). Sampling plans for fish and shellfish, ICMSF, Microorganisms in Foods, second ed. Sampling for microbiological analysis: principles and scientific applications, 2: 181–196. Toronto: University of Toronto Press. [29] Raeisi, M., Tajik, H and Aliakbarlu, J. (2012). Antibacterial Effect of Carboxymethyl Cellulose Coating Enriched by *Zataria Multiflora* Essential Oil and Grape Seed Extract. Medical Laboratory Journal, 6 (2): 28-35.
[30] Krasniewska, K., Gniewosz, M., Synowiec, A., Przybyl, J., Baczek, k and Weglarz, Z. (2014). The use of pullulan coating enriched with plant extracts from *Satureja hortensis L.* to maintain pepper and apple quality and safety. Postharvest Biology and Technology, 90: 63–72.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[39] Raissy, M and Yazdi, F. (2014). Study of Some Medicinal Plants on Chemical Composition of Rainbow Trout Fillets after Exposure with *Aeromonas hydrophila*. World Journal of Fish and Marine
Sciences, 6 (4): 350-354.
[40] Chidanandaiah. Keshri R. C., Sanyal M. K. (2007). Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated (4±1ºC) storage. Muscle Foods, 20: 275–292.
[41] Aksu, M.I and Ozer, H. (2013). Effects of Lyophilized Water Extract of *Satureja hortensis* on the Shelf Life and Quality Properties of Ground Beef. Food Processing and Preservation, 37 (5): 777–783.
[42] Masteli´c, J., Jerkovi´c, I., Bla˘zevi´c, I., Poljak-Bla˘zi, M., Borovi´c, S., Ivan˘ci´c-Bace, I., Smrecki, V., ˘Zarkovi´c, N., Brci´c-Kosti´c, K., Viki´c-Topi´c, D and Muller, N. (2008). Comparative Study on the Antioxidant and Biological Activities of Carvacrol, Thymol, and Eugenol Derivatives. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56 (11): 3989–3996.
[43] Cai, L., Wang, Y., Cao, A., Lv, Y and Li, J. (2015). Effect of alginate coating enriched with 6-gingerol on the shelf life and quality changes of refrigerated red sea bream (*Pagrosomus major*) fillets. RSC Advances, 5: 36882–36889.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

Effect of CarboxyMethyl Cellulose Edible Coating enriched with *Satureja hortensis* Extract on the Biochemical, Microbial and Sensory Characteristics of Refrigerated *Lethrinus nebulosus* Fillets

Baghlani, N. [1*], Hosseini, S. M. [1], Jafarpour, S. A. [2], Mousavi, S. M. [1], Khodanazary, A.[1]

1. Dept. of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marin Science and Technology, Khorramshahr, Iran
2. Dept. of Fisheries, Faculty of Animal Science and Fishery, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

(Received: 2017/01/08 Accepted:2018/02/20)

In this study, the effect of carboxylmethyl cellulose edible coating containing summer savory (*Satureja hortensis*) extract on the quality of *Lethrinus nebulosus* fillets during chilled storage was evaluated. Summer savory extract was extracted using ethanol 80% and its chemical compositions was analyzed using GC/MS system that carvacrol was the main compound (28.67%) of extract according to GC/MS analysis. The fish fillets were divided into five groups: the control, CMC and CMC coating containing 0.5, 1 and 1.5% of summer savory extract and stored at 4±2°C for 9 days. During storage period, the analysis of biochemical (pH, TVB-N, TBA and FFA), microbial (total viable count and psychrotrophic count) and sensory evaluation (texture, odor, color and overall acceptance) for all samples were showed significantly changes ($p<0.05$). At the end of storage period, the sample treated with 1.5% of extract significantly had the lowest values of TBA, FFA and microbial growth compared to the control ($p<0.05$). Also, coated samples had the lower values of pH ($p<0.05$) and TVB-N than the control sample at the end of storage period. As regards to sensory evaluation, the coated samples had a longer shelf life (3 days) than the control, and the sensory properties of samples treated with extracts of 1 and 1.5%, significantly improved compared to the control on day 9 ($p<0.05$). Therefore, CMC coating enriched with summer savory extract represents a promising method for maintaining the quality of *L. nebulosus* fillets during chilled storage.

Keywords: *Lethrinus nebulosus*, Edible coating, Carboxymethyl cellulose, *Satureja hortensis* extract, Quality parameters

* Corresponding Author E-Mail Address: n.baghlani@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]