بررسی پارامترهای شیمیایی و میکروبی فساد و تعیین عمر ماندگاری فیله ماهی‌کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تحت‌تأثیر پوشش کربوکسی‌متیل سلولز حاوی عصاره مریم گلی *(Salvia officinalis.)*

محمد اسماعیلی[۱]، یاسمن فهیم دژبان*[۲]

۱- کارشناس ارشد، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

۲- استادیار، گروه منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

* نویسنده مسئول:Dr.Fahim79@Yahoo.Com

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۱۴، پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۳

چکیده

در مطالعه حاضر، تأثیر پوشش فعال خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز حاوی عصاره مریم گلی (*Salvia officinalis*) بر کیفیت و ماندگاری فیله ماهی کپور معمولی طی دوره¬ی نگهداری در یخچال ($4\pm1^{o}C$) بررسی شد. فیله¬های ماهی کپور معمولی در پنج گروه شاهد، پوشش کربوکسی‌متیل سلولز بدون عصاره و حاوی ۰/۵ و ۱ درصد عصاره مریم گلی تیماربندی شده و بعد از مدت ۱۲ روز، شاخص‌های شیمیایی (pH, TVN, PV, TBA) و میکروبی (بار باکتریایی کل و سرمادوست) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق عملکرد بهتر پوشش کربوکسی‌متیل سلولز حاوی ۱ درصد عصاره مریم گلی را نسبت به سایر تیمارها تأیید می‌کند؛ بطوریکه شاخص‌های شیمیایی و مقادیر باکتری‌های کل و سرمادوست به عنوان شاخص‌های میکروبی کنترل کیفیت، دارای نتایج بهتری نسبت به سایر تیمارها تا پایان دوره نگهداری بودند و توانستند از طریق کاهش مقادیر بار باکتریایی کلی و مقادیر باکتری‌های سرمادوست در نمونه‌ها، کیفیت قابل قبولی را ارائه نمایند. با توجه به نتایج ارزیابی شاخص‌های شیمیایی مؤثر بر فساد، کاربرد پوشش کربوکسی‌متیل سلولز حاوی ۱ درصد عصاره مریم گلی، می‌تواند از طریق کنترل و کاهش اکسیداسیون لیپیدها، نسبت به سایر تیمارها به طور مؤثرتری سبب حفظ کیفیت فیله‌های ماهی کپور معمولی طی دوره نگهداری شود ($P<0/05$). بنابراین عصاره مریم گلی با دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی به عنوان یک نگهدارنده زیستی طبیعی در ترکیب با پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز، می‌تواند به عنوان یک روش در حفظ کیفیت و افزایش عمر ماندگاری فیله ماهی کپور معمولی طی نگهداری در یخچال به کار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: پوشش خوراکی، کربوکسی‌متیل سلولز، عصاره مریم گلی، فساد، کپور معمولی

مقدمه

ماهی کپور معمولی با نام علمی (*Cyprinus carpio*) ماهی آب‌های شیرین و یکی از پرطرفدارترین گونه‌های پرورشی به منظور تأمین نیازهای غذایی شناخته شده که به دلیل رشد سریع، توانایی و پتانسیل سازگاری با انواع محیط و مقاوم بودن آن و امکان پرورش متراکم، یکی از گونه‌های پرطرفدار پرورشی محسوب می‌شود و در دنیا به‌ویژه در خاور دور و آسیا از جمله کشور ایران و برخی از کشورهای اروپایی، درصد بالایی از نیاز ماهی از این گونه تأمین می‌شود و به صورت فیله و بسته‌بندی به بازار مصرف عرضه می‌گردد (۱). ماهیان دارای سطوح بالایی از اسید چرب غیراشباع می‌باشند که چربی ماهیان به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از اسیدهای چرب با پیوند دوگانه در مقابل فساد اکسیداتیو بسیار حساس هستند (۲). 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 (۳). این تغییرات، کیفیت را دستخوش تغییر کرده و باعث عدم پذیرش مصرف‌کنندگان این منبع مهم غذایی می‌شود. علاوه بر اکسیداسیون چربی، یکی دیگر از دلایل مهم فساد ماهی، فعالیت میکروبی است که منجر به تشکیل ترکیباتی با بوی نامطلوب و ناخوشایند می‌شود (۴). گوشت ماهی به دلیل فعالیت آبی بالا، مقادیر نسبتاً بالای اسیدهای آمینه آزاد و حضور آنزیم‌های اتولیزکننده، نسبت به تجزیه باکتریایی آسیب‌پذیرتر است (۳). با عنایت به میزان تولید و مصرف بالای ماهی کپور معمولی در ایران، اقداماتی در جهت تنوع محصول و افزایش دوره ماندگاری آن همراه با حفظ کیفیت ضرورت می‌یابد. در همین راستا یکی از روش‌های نوین نگهداری، استفاده از پوشش‌های زیستی در بسته‌بندی می‌باشد. در عصر حاضر، تقاضای مصرف‌کننده برای محصولاتی با کیفیت بالا، دغدغه‌های زیست محیطی ناشی از عدم بازیابی مواد مورد استفاده در بسته‌بندی و نیز ایجاد فرصت‌هایی برای بهره‌برداری از ضایعات کشاورزی را می‌توان از جمله عوامل مؤثر در توسعه فیلم و پوشش‌های خوراکی برای نگهداری از محصولات گوشتی ذکر نمود (۵). به همین دلیل در سال‌های اخیر مطالعه در مورد استفاده از پوشش‌های خوراکی جهت افزایش عمر ماندگاری غذاها بدون ایجاد اثرات مضر، مورد استقبال فراوان قرار گرفته است (۶). فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به عنوان محافظ به کاهش اکسیداسیون چربی، تغییر رنگ و نیز ممانعت از تخریب طعم کمک می‌کنند و می‌توانند از طریق حفظ رطوبت به جلوگیری از انتشار گازهای موثر در تخریب غذا مثل اکسیژن و دی‌اکسید کربن از غذا محافظت کند همچنین وقتی حامل افزودنی‌های غذایی باشند خواص ضدمیکروبی و ضداکسیداسیونی بروز می‌دهند (۷). پوشش‌های خوراکی ساخته شده از پروتئین، پلی‌ساکارید و چربی به افزایش عمر ماندگاری و حفظ کیفیت ماهی و آبزیان کمک می‌کنند (۸). یکی از این ترکیبات، کربوکسی‌متیل سلولز است (۹). این پلی‌ساکارید دارای خواص زیست تخریب‌پذیری، سازگاری با محیط و غیرسمی است و ویژگی‌های عملکردی مناسبی در تشکیل پوشش‌های فعال از خود نشان می‌دهد (۱۰) و (۱۱). همچنین این نوع پوشش‌ها می‌توانند به عنوان حاملی برای افزودنی‌ها و ترکیبات مختلف مانند مواد ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدان‌ها عمل کنند که در این حالت به این نوع بسته‌بندی، بسته‌بندی فعال گفته می‌شود (۱۲). استفاده از بسته‌بندی 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 (۱۳).

امروزه استراتژی‌های زیادی برای محدود کردن فساد محصولات گوشتی در حال توسعه می‌باشد. تکنیک‌ها و عملیات جدیدتر نیز استفاده از عصاره‌های گیاهی در ترکیب با فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بدست آمده از پلی‌مرهای طبیعی است (۱۴). اثرات نامطلوب آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی از جمله جهش‌زایی، ایجاد مسمومیت و سرطان‌زایی و همچنین، تأثیر یکسان با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی روی بازدارندگی اکسیداسیون بافت باعث شده است که امروزه، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی با منبع گیاهی به عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی توصیه می‌شود (۱۵). امروزه عصاره‌های گیاهی به عنوان نگهدارنده‌های طبیعی یا افزودنی‌های غذایی با خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی و آنتی‌اکسیدانی قوی برای حفاظت از مواد غذایی خام و فرآوری شده در صنعت مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته‌اند (۱۶). عصاره‌های گیاهی و ترکیبات آنها از زمان قدیم به عنوان طعم دهنده مورد استفاده قرار می‌گرفتند (۱۷) و هم اکنون ثابت شده است که این مواد طیف وسیع آنها فعالیت‌های ضدمیکروبی و اکسیداسیونی دارند و معمولاً ترکیباتی که دارای گروه‌های فنولی هستند، تأثیر بیشتری دارند (۱۸).

گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis*) گیاهی از خانواده نعناعیان *Labiatae* و با ارزش‌ترین نوع

دارویی این خانواده است (۱۹). رال و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی ساختار شیمیایی عصاره استخراج شده از گیاه مریم گلی در برخی از کشورهای اروپایی پرداختند و دریافتند که ۴۰ ترکیب در ساختار شیمیایی عصاره این گیاه وجود دارد که در میان آنها ترکیبات 1,8-cineol؛ camphor؛ α-thujone؛ β-thujone؛ borneol و viridiflorol ترکیبات غالب بودند (۲۰).

در چند سال اخیر محققان دریافتند که برخی ترکیب‌های مریم گلی خصوصاً کامفور دارای خاصیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدان و ضد سرطان است (۲۱). هدف از انجام این تحقیق، بررسی تغییرات شاخص‌های شیمیایی و میکروبی فساد و تعیین عمر ماندگاری فیله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تحت تأثیر پوشش فعال خوراکی کربوکسی متیل سلولز حاوی عصاره مریم گلی (*Salvia officinalis.*) طی دوره نگهداری در یخچال بود.

آماده‌سازی ماهی و تهیه تیمارها

روش تحقیق

تهیه عصاره

برای تهیه عصاره، پس از تهیه و شستشوی گیاه با آب سرد، در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد بمدت ۲۴ ساعت خشک شد. سپس برگ‌ها از ساقه جدا و توسط آسیاب (پارس خزر، مدل OP.G.B.J ۶۱، ایران) پودر گردید و از الک (شماره ۳۵ سایز چشمه ۵۰۰ میکرون) عبور داده شدند. ۲۰۰ گرم از نمونه گیاه خشک شده به مدت ۴۸ ساعت در متانول ۹۳ درجه قرار داده شد و پس از صاف کردن عصاره توسط کاغذ صافی واتمن، حلال توسط دستگاه روتاری با ایجاد خلاء تبخیر شد. عصاره تغلیظ شده در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید سپس پودر حاصل در قوطی‌های پلی‌اتیلن تیره تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شد (۲۲).

آماده‌سازی ماهی و تهیه تیمارها

تعداد ۳۰ عدد ماهی کپور معمولی تازه با میانگین وزنی ۶۰۰±۱۰ گرم از مزرعه پرورش ماهی گرمابی واقع در حومه شهر ساری تهیه شد و در جعبه‌های حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل گردید و پس از سرزنی، تخلیه امعاء و احشاء، استخوان‌گیری و شستشو، دو فیله حدودا ۲۰۰ گرمی از هر ماهی تهیه شد.

برای تهیه پوشش؛ یک گرم کربوکسی‌متیل سلولز در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل گردید و ۵۰ درصد وزنی کربوکسی‌متیل سلولز (۰/۵ گرم)، گلیسرول به عنوان نرم کننده به محلول اضافه شد. محلول بر روی گرم‌کننده مجهز به همزن مغناطیسی (با سرعت ۱۲۰۰ دور در دقیقه) به منظور حل شدن کامل کربوکسی‌متیل سلولز تا دمای ۸۰^{o}C حرارت داده شد (۲۳). پس از سرد شدن محلول، عصاره مریم گلی (۰/۵ و ۱ درصد حجمی/حجمی) به محلول کربوکسی‌متیل سلولز افزوده و ۴ دقیقه هم زده و فیله‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در محلول‌های تهیه شده قرار داده شدند، سپس از خارج شده و پس از پایان فرآیند آب چک، جهت خشک شدن پوشش، در دمای اتاق و زیر هود روی صفحات مشبک استریل و تحت جریان ملایم هوا قرار داده شدند. سپس تیمارها که شامل تیمار شاهد (بدون پوشش)، پوشش کربوکسی‌متیل سلولز ۱ درصد بدون عصاره، پوشش کربوکسی‌متیل سلولز ۱ درصد حاوی ۰/۵ درصد عصاره مریم گلی و پوشش کربوکسی‌متیل سلولز ۱ درصد حاوی ۱ درصد عصاره مریم گلی بودند هر یک جداگانه در کیسه‌های زیپ کیپ استریل قرار گرفت و به یخچال (۴±۱^{o}C) منتقل شد و به مدت ۱۲روز نگهداری گردید و در فواصل زمانی هر ۳ روز یکبار، شاخص‌های میکروبی و شیمیایی فساد مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۴). میانگین داده‌ها به منظور تأثیر نوع تیمار (پوشش‌های خوراکی) و نیز تأثیر زمان نگهداری در یخچال در سطح احتمال ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

آزمایش‌های میکروبی

آماده‌سازی نمونه‌ها و شمارش باکتری‌های سرمادوست (۲۴) و شمارش مقادیر بار باکتریایی کل با استفاده از محیط کشت پلیت کانت آگار (Plate Count Agar) (۲۵) انجام شد.

آزمایش‌های شیمیایی

شاخص تیوباربیتوریک اسید[۱] (TBA) به طور مستقیم به روش Siripatrawan و Noipha (۲۶)؛ مجموع ترکیبات ازته فرار[۲] (TVN) به روش Kontominas و Goulas (۲۷)؛ میزان عدد پراکساید[۳] (PV) به روش (AOAC, 2005) (۲۸) تعیین گردید و pH به روش Suvanich (۲۹) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش فوق در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار فوق و سه تکرار برای هر تیمار به مورد اجرا درآمد. داده‌های حاصل با استفاده از بسته نرم‌افزاری MSTATC به روش تجزیه واریانس دو طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

نتیجه‌گیری و بحث

شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBA)

تیوباربیتوریک اسید به‌طور گسترده‌ای به عنوان شاخص میزان اکسیداسیون ثانویه چربی مورد استفاده قرار می‌گیرد و ناشی از وجود مواد واکنش‌دهنده با مالون دی‌آلدئید (MDA) حاصل از مرحله‌ی دوم اتواکسیداسیون است که طی آن، پراکسایدها به موادی مانند آلدئیدها و کتون‌ها اکسید می‌شوند (۳۰). اکسیداسیون چربی‌ها مربوط به اکسید شدن اسیدهای چرب چند غیراشباع در عضلات ماهی می‌باشد که منجر به ایجاد بو و طعم نامطلوب در ماهی و در نتیجه کوتاه شدن زمان ماندگاری آن می‌گردد (۳۱). افزایش مقدار TBA طی نگهداری در دمای پایین میتواند ناشی از دهیدروژنه شدن جزئی بافت ماهی، افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع و تولید متابولیت‌های فرار در حضور اکسیژن باشد (۳۲).

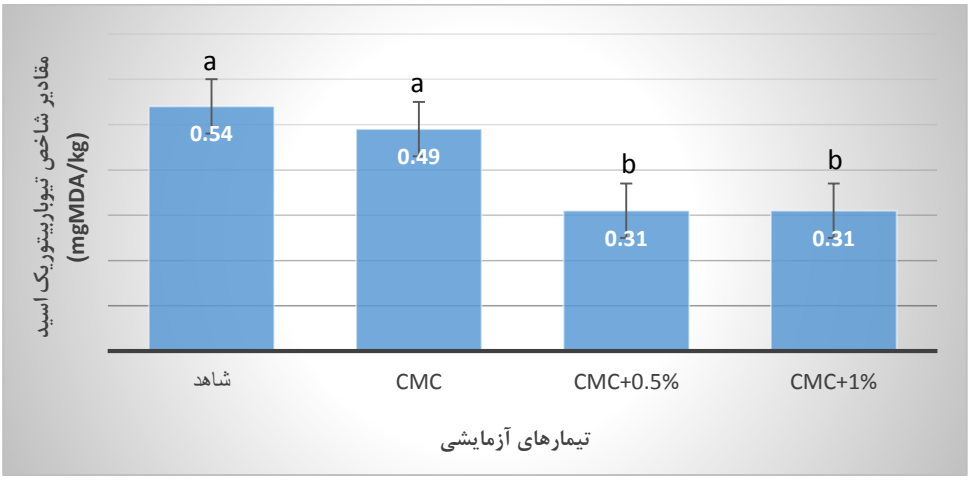
تغییرات میانگین شاخص تیوباربیتوریک اسید در نمودار ۱ نشان می‌دهد که بکارگیری پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز به تنهایی موجب بروز اختلاف آماری معنی‌داری در میانگین عدد اسیدتیوباربیتوریک (TBA) با گروه شاهد نشد. غنی‌سازی این پوشش با سطوح مختلف عصاره مریم گلی بر کارایی آن پوشش افزود و موجب کاهش معنی‌دار مقدار عددی TBA شد اگر چه در بین سطوح عصاره مورد استفاده اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P< ۰/۰۵$). روند تغییرات افزایشی TBA فیله ماهی کپور معمولی طی دوره نگهداری ۱۲ روزه در شرایط یخچال که در نمودار ۲ آمده نشان می‌دهد مقدار TBA پس از سه روز افزایش معنی‌داری نداشته لیکن پس از آن تا پایان روز نهم با شیب ملایم و پس از آن با افزایش زیاد همراه بود ($P<$ ۰/۰۵).

---

[۱] Thiobarbituric acid

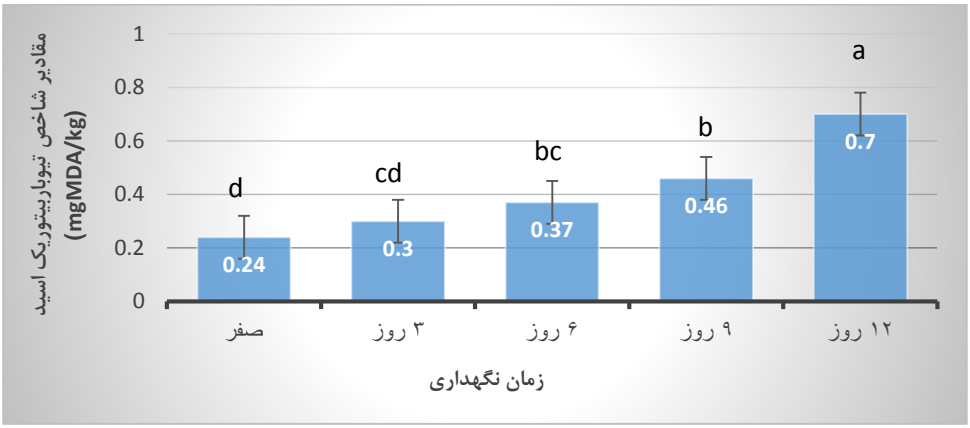
[۲] Total Volatile nitrogen

[۳] Peroxide Value



نمودار ۱- میانگین تغییرات شاخص تیوباربیتوریک اسید (میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم) فیله ماهی کپور معمولی در تیمارهای آزمایشی

Fig 1- Average Changes of Thiobarbituric acid (MDAmg/kg) in common carp fillets in experimental treatments



نمودار ۲- میانگین تغییرات شاخص تیوباربیتوریک اسید (میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید درکیلوگرم) فیله ماهی کپور معمولی طی دوره نگهداری

Fig 2- Average Changes of Thiobarbituric acid of common carp fillet during the storage period

کمتر بودن میزان TBA در نمونه‌های حاوی عصاره، می‌تواند به دلیل وجود ترکیباتی دارای گروه‌های هیدروکسی بوده که دارای قدرت حذف رادیکال‌های آزاد می‌باشند و در نتیجه سبب تشکیل میزان کمتری مالون آلدئید می‌شوند (۳۳). محدوده ۱-۲ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید بر کیلوگرم چربی را به عنوان حد قابل قبول مقادیر تیوباربیتوریک اسید در ماهیان معرفی می‌گردد. زمانیکه مقدار TBA در گوشت ماهی به این مقدار می‌رسد باعث ایجاد بوی نامطبوع در ماهی می‌شود(۳۰).

در مطالعه حاضر مقادیر این شاخص به ویژه در نمونه‌های حاوی عصاره مریم گلی در حد قابل قبولی بود که با نتایج Fan و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت (۳۴). در مطالعه فتحی (۱۳۹۱)، تیوباربیتوریک اسید به عنوان شاخص نشان‌دهنده میزان اکسیداسیون ثانویه چربی مورد استفاده

قرار گرفت که در این تحقیق ضمن روند افزایشی در کلیه تیمارها، بیشترین مقدار در تیمار ۲ اتفاق افتاده است که مقدار آن تا حد ۱/۱۱ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم پس از ۵ ماه رسیده است و با توجه به محدوده حد مجاز که ۲ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم می‌باشد کلیه تیمارها در محدوده استاندارد قرار دارند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۳۳).

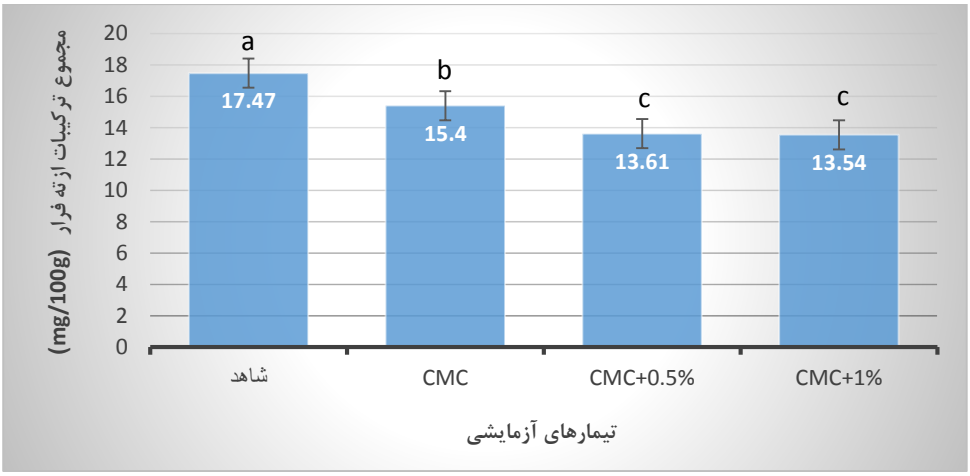
در پژوهشی که بر روی برگرهای ماهی تولید شده از ماهی تیلاپیا (*Orechromis niloticus*) انجام شد نتایجی مشابه با این تحقیق دیده شد. میزان تیوباربیتوریک طی دوره افزایش یافت و حداکثر میزان در انتهای دوره نگهداری مشاهده شد (۳۶).

مجموع ترکیبات ازته فرار (TVN)

جهت ارزیابی فعالیت باکتریایی بر پروتئین‌ها، شاخص مجموع بازهای ازته فرار (TNN) مورد استفاده قرار می‌گیرد. پروتئین‌ها تحت تأثیر فعالیت باکتریایی و آنزیمی با گذشت زمان و در شرایط نگهداری نامطلوب تجزیه شده و ترکیبات ازته فرار بدست می‌آیند. افزایش میزان TVBN نمونه‌ها ناشی از فعالیت باکتری‌های عامل فساد و آنزیم‌های اتولیزکننده با منشاء درونی می‌باشد (۳۷). حد قابل قبول میزان TVBN برای مصارف انسانی ۲۵ تا ۳۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه گزارش شده است، اما این میزان در بین گونه‌های مختلف متفاوت است (۳۸).

نتایج تأثیر استفاده از پوشش فعال خوراکی بر پایه کربوکسی‌متیل سلولز بر میانگین مجموع ترکیبات ازته فرار در نمودار ۳ نشان می‌دهد که استفاده از پوشش کربوکسی‌متیل سلولز بطور معنی‌داری موجب کاهش مقدار عددی TVN فیله ماهی کپور این گروه در مقایسه با تیمار شاهد شد (۱۷/۴۷۲ در مقایسه با ۱۵/۳۹۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم).

از سوی دیگر غنی‌سازی این پوشش با سطوح ۰/۵ و ۱ درصد عصاره مریم گلی بطور معنی‌دار بر کارایی آن در کاهش TVN فیله‌های حاوی این پوشش‌ها مؤثر بود به نحوی که فیله‌های حاوی پوشش کربوکسی‌متیل سلولز حاوی ۱ درصد عصاره مریم گلی کمترین مقدار TVN را داشت اما اختلاف بین میانگین TVN فیله‌های حاوی پوشش کربوکسی‌متیل سلولز غنی شده با سطوح مختلف عصاره مریم گلی دیده نشد ($P< ۰/۰۵$).

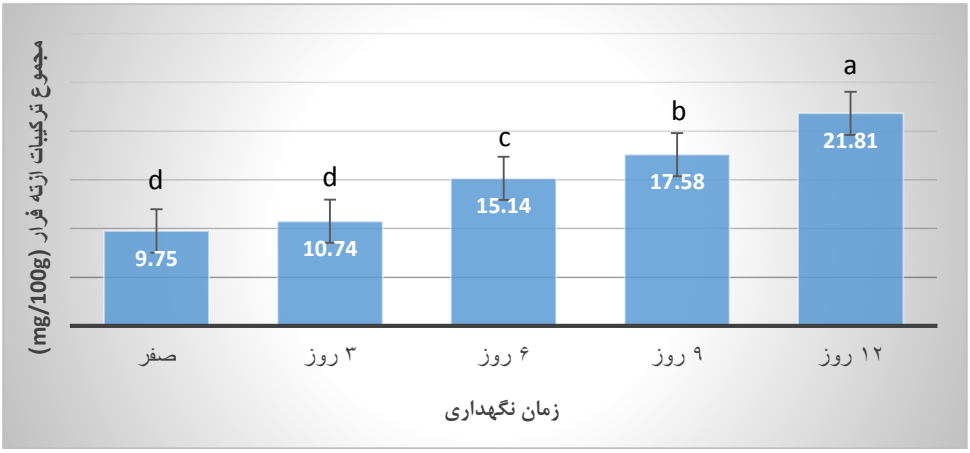


نمودار ۳- میانگین تغییرات مجموع ترکیبات ازته فرار (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) فیله ماهی کپور معمولی در تیمارهای آزمایشی

Fig 3- Average Changes of Total Volatile Nitrogen (mg/100g) compounds of common carp fillet in experimental treatments

نمودار ۴ نشـــان داد با افزایش زمان نگهداری فیله‌ها در شـرایط یخچال، مقدار TVN بطور معنی‌داری افزایش یافت (P< ۰/۰۵). تـا پـایان روز ســـوم نگهداری افزایش TVN فیله‌ها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان نداد لیکن پس از آن تـا پـایان دوره نگهداری، روند افزایشـــی معنی‌دار بود (P< ۰/۰۵).

بیشترین مقدار TVN در روز پایانی نگهداری و کمترین مقدار در روز نخســت دوره آزمایشـــی دیده شـــد (۹/۷۵ در مقابل ۲۱/۸۱ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم).



نمودار ۴- میانگین تغییرات مجموع ترکیبات ازته فرار (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) فیله ماهی کپور معمولی طی دوره نگهداری

Fig 4- Average Changes of Total Volatile Nitrogen(mg/100g) compounds of common carp fillet during the storage period

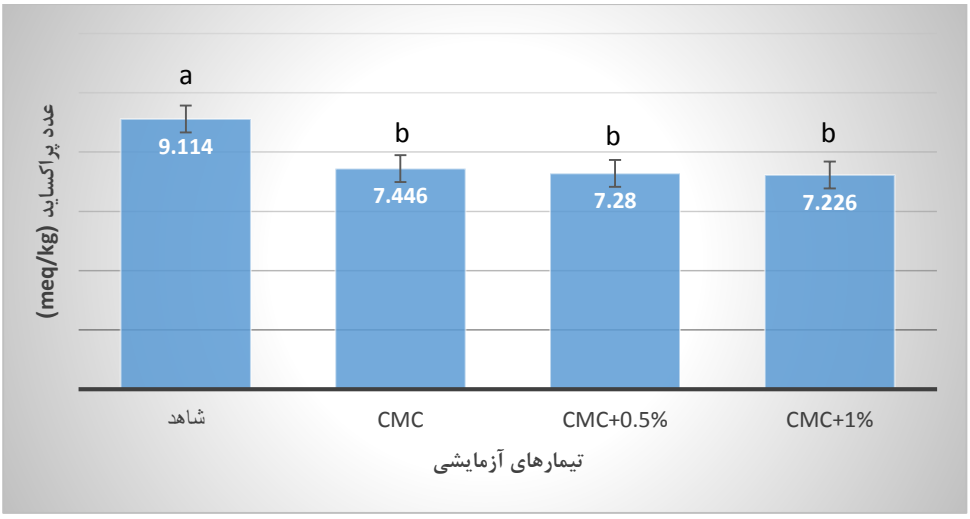
طول دوره نگهـداری بطور معنی‌داری محتوای ترکیبـات ازتـه فرار، فیلـه‌هـا را تحـت تـأثیر قرار داد. بـا افزایش زمان نگهـداری، مقـدار این شـــاخص نیز بطور معنی‌داری افزایش یـافـت. افزایش میزان TVN نمونـه‌هـا ناشـــی از فعالیت باکتری‌های عامل فســاد و آنزیم‌های اتولیز کننده با منشـا درونی می‌باشـد (۳۹). روند افزایش محتوای TVN در کلیه تیمارها یکسـان و مشابه نیست و در تیمارهای (فاقد پوشش خوراکی) با ســرعت و شـــیب تندتری رو به افزایش بود و به عبـارتی اثر زمـان و تیمار معنی‌دار بود و اختلاف معنی‌داری مشـــاهـده گردیـد. بنـابراین داده‌ها نشـــان داد به کارگیری تیمارهای مختلف در بازه‌های زمانی و نیز طول دوره نگهداری بر این میـانگین بطور معنی‌داری مؤثر اســـت (P< ۰/۰۵). همچنین زمـان نگهـداری نیز بطور معنی‌داری بر میـانگین TVN فیلـه‌هـا طی دوره نگهـداری مؤثر بود (P< ۰/۰۵).

کمترین مقدار به فیله‌های پوشـــش داده شـــده با ترکیبی از کربوکســی‌متیل ســلولز که با عصـاره ۱/۵ درصـد غنی شـده بودند تعلق داشـــت. همانطور که در نتایج مشـــاهده گردید میزان TVN طی دوره نگهداری روند افزایشـی داشت لیکن این شـــدت در تیمارهای فاقد پوشـــش خوراکی بالا ولی در تیمارهای حاوی پوشش از شدت کمتری برخوردار بود که در تیمارهای (فاقد پوشش خوراکی) می‌توان دلیل آن را به تأثیر کاهش رطوبت و تشکیل اسیدهای چرب آزاد بر دناتوره شدن پروتئین ارتبـاط دارد، بـه کـارگیری عصـــاره گیـاهی بطور معنی‌داری ســبب کاهش مقدار TVN نمونه‌ها شـد (P< ۰/۰۵). علاوه بر این، کم بودن TVN برای تیمار پوشـــش بر پایه مشتقات سلولز حاوی عصاره، آثار ضدباکتریایی عصاره بر می‌گردد. در یـک تحقیق اثر پوشـــش‌های آنتی‌میکروبی در افزایش مـانـدگـاری مـاهی قزل‌آلای رنگین کمـان و کاهش

TVN را گزارش کردند (۳۹). رئیسی و یزدی طی تحقیقی در سال ۲۰۱۴، دریافتند که اسانس مرزه خوزستانی از افزایش بازهای نیتروژنی فرار در فیله ماهی قزل‌آلا جلوگیری نمود (۴۰).

میزان عدد پراکساید (PV)

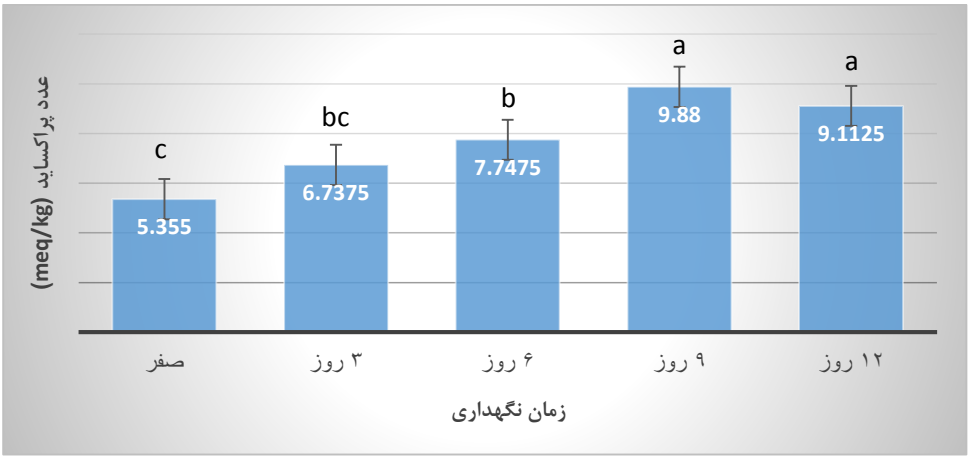
اکسیداسیون چربی یک مشکل اصلی در غذاهای حاوی اسیدهای چرب غیراشباع به خصوص اسیدهای چرب چند غیراشباعی موجود در چربی غذاهای دریایی است که منجر به ایجاد بو و طعم نامطلوب و نیز کاهش ارزش غذایی می‌شود (۴۱). در مرحله‌ی اول اکسیداسیون به دلیل اتصال اکسیژن به پیوند دوگانه اسیدهای چرب غیراشباع، پراکسایدها تشکیل می‌شوند. هیدروپراکساید، محصول اولیه اکسیداسیون چربی‌ها و اسیدهای چرب غیراشباع است، به همین خاطر اکسیداسیون اولیه چربی با استفاده از اندازه‌گیری میزان پراکساید ارزیابی می‌شود (۴۲). از آنجایی که پراکسایدها، ترکیبات بدون طعم و بو هستند، نمی‌توانند توسط مصرف‌کنندگان تشخیص داده شوند. از طرفی این ترکیبات ناپایدار بوده و به سرعت به ترکیبات ثانویه‌ای مانند آلدئیدها و کتون‌ها تبدیل می‌شوند که ترکیبات اخیر سبب تشخیص تند شدن اکسیداسیونی می‌شود (۴۲). نتایج تأثیر استفاده از انواع پوشش فعال خوراکی بر پایه کربوکسی‌متیل سلولز بر میانگین عدد پراکساید (PV) در نمودار ۵ نشان می‌دهد که استفاده از انواع پوشش خوراکی بر پایه کربوکسی‌متیل سلولز بطور معنی‌داری موجب کاهش عدد پراکساید طی دوره نگهداری در شرایط یخچال شد ($P< ۰/۰۵$). همچنین اختلاف معنی‌داری بین میانگین عدد پراکساید در فیله‌های تیمار شده با انواع پوشش‌ها مشاهده نشد. در حالی که میانگین عدد پراکساید در فیله‌های گروه شاهد طی دوره نگهداری به ۹/۱۱۴ (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی) رسید این عدد در فیله‌های تیمار شده با کربوکسی‌متیل سلولز غنی شده با عصاره ۱ درصد مریم گلی ۷/۲۲۶ (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی) بود. لیکن همانطوری که گفته شد اختلاف آماری معنی‌داری بین میانگین پراکساید این تیمار با سایر تیمارهای حاوی پوشش مشاهده نشد.



نمودار ۵- میانگین تغییرات عدد پراکساید (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی) فیله ماهی کپور معمولی در تیمارهای آزمایشی

Fig 5- Average Changes peroxide value (meq/kg) of common carp fillets in experimental treatments

نمودار ۶ نشـان داد با گذشـت زمان نگهداری فیله‌ها در دمای یخچال، میانگین عدد پراکسـاید بطور معنی‌داری روند افزایشـی داشـت ($P< ۰/۰۵$). اختلاف آماری معنی‌داری تا روز سوم نگهداری فیله‌ها دیده نشد لیکن روند افزایشی عدد پراکساید تا پایان روز نهم دوره نگهداری ادامه داشت و پس از آن کاهش یافت اما اختلاف میانگین عدد پراکساید فیله‌ها در روزهای نهم و دوازدهم از نظر آماری معنی‌دار نبود.



نمودار ۶- میانگین تغییرات عدد پراکساید (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی) فیله ماهی کپور معمولی طی دوره نگهداری

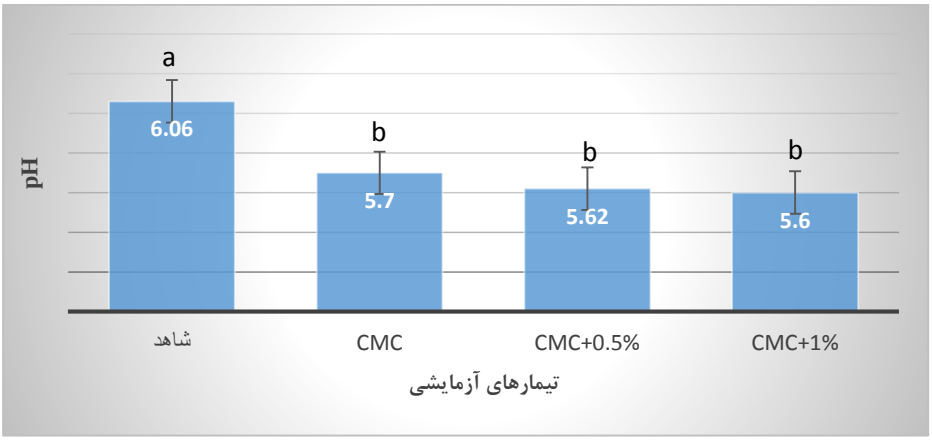
Fig 6- Average Changes of peroxides value (meq/kg) of common carp fillet during the storage period

در روز پایانی دوره آزمایشـی، میزان پراکسـاید بطور ناگهانی کاهش یافت که ممکن اسـت به دلیل واکنش‌های ثانویه اکسیداسیون و تولید آلدئیدها، کربونیل‌ها و ترکیبات فرار حاصـل از آن باشـد (۴۳). میزان پراکسـاید در همه نمونـه‌هـا کمتر از حـد قـابـل قبول پیشـنهـادی ۲۰-۱۰ میلی‌اکی‌والان گرم اکسـیـد بر کیلوگرم چربی بود (۴۴). افزایش پراکسـاید در طی دوره نگهداری با نتایج تحقیق بر روی سـاردین مطابقت دارد (۴۵). طی تحقیقی که در سال ۱۳۸۸ در مورد میزان پـذیرش کبـاب لقمـه تلفیقی مـاهی کپور نقره‌ای و میگو توسـط رهنما صـورت پذیرفت میزان پراکسـید در زمان تولید محصـول صفر بود ولی پس از سه مـاه افزایش یافت که روند افزایش در طی نگهداری با نتایج این تحقیق مطـابقـت دارد (۴۶). در تحقیقی کـه توسـط Nessrien و همکاران (۲۰۰۷) با عنوان اثرات آنتی‌میکروبی و آنتی‌اکسـیدانی آویشن و مرزنجوش با درصدهای ۲/۵ و ۵ درصـد بر فیله نیمه سرخ شده کفال در دمای یخچال انجام گردید مشـخص شـد کمترین میزان پراکسـید در تیمار آویشن ۵ درصد مشاهده گردید (۴۷).

pH

در عضـله ماهی زنده pH در حدود ۷ می‌باشد که پس از مرگ بین ۶ تا ۷/۱۰ متغیر اسـت و به فاکتورهای متعددی مثل ناحیه صید، گونه، تغذیه ماهی، دما و شرایط نگهداری و ظرفیت بافری گوشـت بسـتگی دارد (۳۳). میزان pH به عنوان یک فاکتور مطمئن جهت اندازه‌گیری فسـاد پیشنهاد نمی‌شـود و فقط به عنوان راهنما و ابزار کمکی جهت تعیین کیفیت ماهی و محصولات فرآوری شده آن استفاده می‌شود. این فاکتور تحت تأثیر سـایر فاکتورهای شـیمیایی، حسـی و میکروبی قرار دارد (۳۳). نتـایج تأثیر به کارگیری پوشـش فعال خوراکی بر پایه کربوکسـی‌متیل سلولز بر میانگین pH نشـان داد میـانگین pH تحـت تـأثیر معنی‌دار تیمـارهای

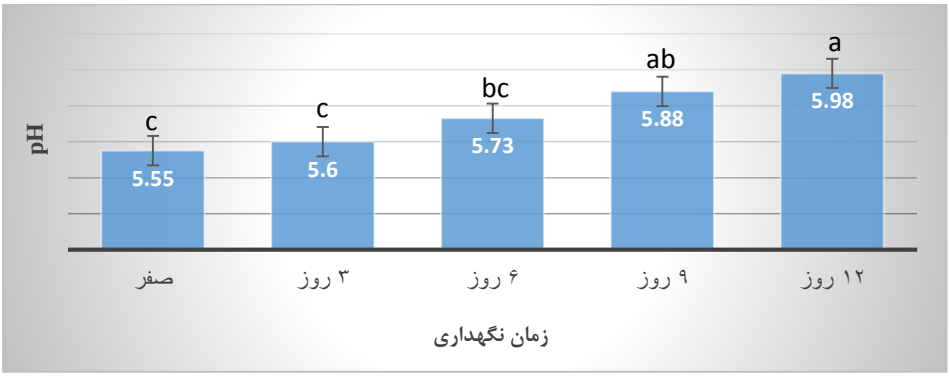
آزمایشی و دوره نگهداری قرار گرفت ($P< ۰/۰۵$). همانطوری که در نمودار ۷ دیده می‌شود استفاده از انواع پوشش به کار رفته بطور معنی‌داری موجب کاهش مقدار عددی pH نسبت به شاهد شد ($P< ۰/۰۵$). اگر چه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی حاوی انواع پوشش دیده نشد. استفاده از انواع پوشش‌ها چه عصاره به تنهایی و یا در ترکیب با پوشش کربوکسی‌متیل سلولز موجب کاهش pH نسبت به گروه شاهد شد. اختلاف معنی‌داری بین میانگین pH در فیله‌های تیمار شده دیده نشد لیکن در روز دوازدهم دوره نگهداری، فیله حاوی عصاره پوشش عصاره مریم گلی و کربوکسی‌متیل سلولز بطور معنی‌داری مقدار pH کمتری نسبت به سایر تیمارها داشت. این کارایی با گذشت زمان نمود بیشتر و بهتری داشت ($P< ۰/۰۵$). کمتر بودن pH در نمونه تیمار شده با عصاره را می‌توان به خاصیت آنتی‌باکتریایی عصاره ربط داد (۴۸).



نمودار ۷- میانگین تغییرات pH فیله ماهی کپور در تیمارهای مختلف آزمایشی

Fig 7- Average Changes pH of carp fish fillets in different experimental treatments

نمودار ۸ نشان داد با افزایش زمان نگهداری، مقدار عددی pH بطور معنی‌داری افزایش یافت به طوری که فیله‌ها در روز پایانی دوره آزمایشی، بالاترین مقدار pH را نشان دادند ($P< ۰/۰۵$). تا روز ششم دوره نگهداری اختلاف موجود در مقدار pH از نظر آماری معنی‌دار نبود. در روز نهم نیز مقدار pH به اندازه‌ای بود که با فیله‌های نگهداری شده در روز پایانی از نظر آماری تفاوتی نداشت.



نمودار ۸- میانگین تغییرات pH فیله ماهی کپور طی دوره نگهداری

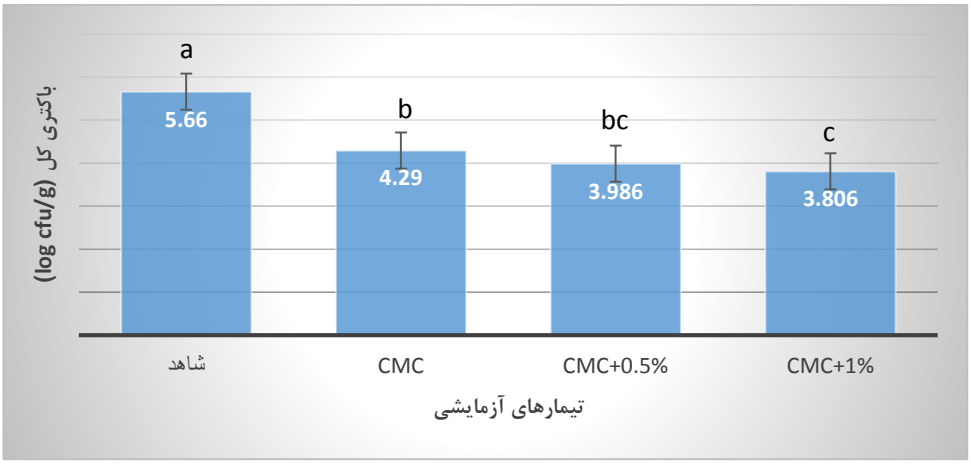
Fig 8- Average Changes pH of carp fish fillet during the storage period

در پژوهشی به منظور به حداقل رساندن گسترش تندشدگی در محصول و حفظ کیفیت آن در یک بررسی اثر دو آنتی‌اکسیدان اسید سیتریک و پوشش پروتئینی بر فیله‌های قزل‌آلای رنگین کمان منجمد، مقدار pH تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد و مقدار آن بین ۶/۳ تا ۶/۹ قرار داشت و تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ناشی از وجود آنتی‌اکسیدان یا مدت زمان نگهداری مشاهده نشد (۴۹). اما در مطالعه‌ای دیگر محققین در بررسی تغییر فاکتورهای شیمیائی کیفی گوشت چرخ شده گربه ماهی کانال در شرایط انجماد با کاهش pH گوشت مواجه شدند و علت این امر را در ماه‌های اول ناشی از تشکیل اسید لاکتیک از گلیکوژن و وجود ترکیبات آمونیومی که در اثر فساد باکتریایی تولید می‌شود دانستند (۲۹). در مطالعه‌ای که روی ماندگاری ماهی قزل‌آلا انجام دادند افزایش مقدار pH را در طول دوره نگهداری در یخچال مشاهده کردند که این روند در تیمار شاهد شدت بیشتری داشت که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد (۳۹). همچنین در مطالعه‌ای که روی مدت ماندگاری ماهی کپور معمولی انجام دادند مشاهده کردند که مقدار pH در طول دوره نگهداری افزایش یافته که افزایش آن می‌تواند بدلیل تولید ترکیبات فرار ناشی از فعالیت‌های باکتریایی باشد که با نتایج این پروژه مطابقت دارد (۴۸).

آزمون‌های میکروبی

بار میکروبی کل

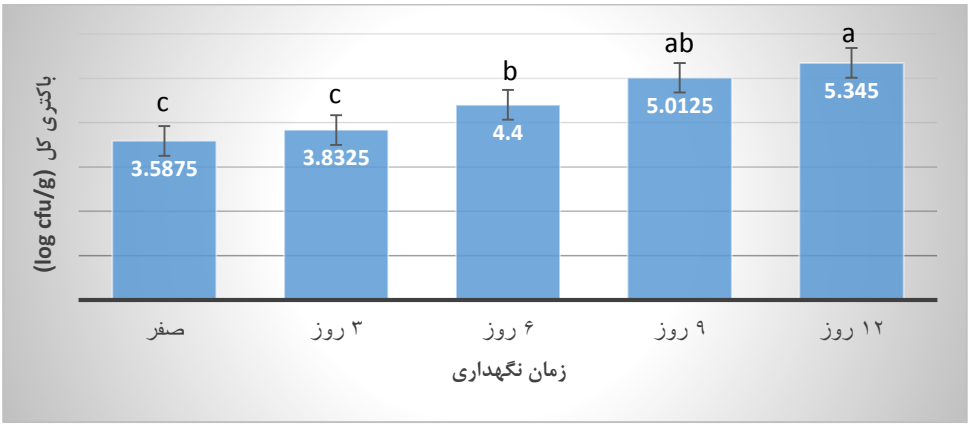
نتایج تأثیر استفاده از انواع پوشش فعال خوراکی بر پایه کربوکسی‌متیل سلولز بر میانگین بار میکروبی کل در نمودار ۹ نشان می‌دهد استفاده از پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز موجب کاهش معنی‌دار تعداد کل باکتری‌های مزوفیل نسبت به گروه شاهد شد ($P< ۰/۰۵$). غنی‌سازی پوشش مذکور با سطوح ۰/۵ و ۱ درصد عصاره مریم گلی موجب افزایش کارایی ضدمیکروبی پوشش کربوکسی‌متیل سلولز شد به نحوی که کمترین تعداد باکتری مزوفیل در فیله‌های حاوی پوشش کربوکسی‌متیل سلولز غنی شده با ۱ درصد عصاره مریم گلی دیده شد (۳/۸۰۶ در مقابل ۵/۶۶ در گروه شاهد log cfu/g).



نمودار ۹- میانگین تغییرات باکتری کل در فیله ماهی کپور معمولی در تیمارهای آزمایشی

Fig 9- Average Changes of bacteria (log cfu/g) in the common carp fillet in the experimental treatments

بررسی نمودار ۱۰ نشان می‌دهد با افزایش زمان نگهداری فیله‌های کپور معمولی در شـرایط یخچال، تعداد باکتری کل بطور معنی‌داری افزایش داشت (P< ۰/۰۵). نتایج نشان داد تـا پـایان روز ســـوم افزایش تعداد باکتری کل از نظر آماری معنی‌دار نبود اما روند افزایشی معنی‌دار تعداد کل باکتری تا پایان دوره نگهداری ادامه داشـــت طوری که بالاترین تعداد باکتری کل در پایان روز دوازدهم دوره نگهداری دیده شد.



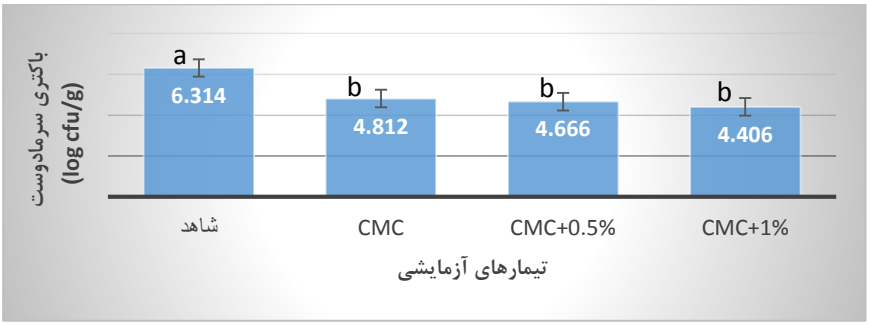
نمودار ۱۰- میانگین تغییرات باکتری کل در فیله ماهی کپور معمولی طی دوره نگهداری

Fig 10- Average Changes of bacteria (log cfu/g) in the common carp fillet during the storage period

باکتری‌های سرمادوست

تأثیر به کارگیری پوشش فعال خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز بر میانگین تعداد باکتری سرمادوست در نمودار ۱۱ نشان داد تعداد باکتری‌های سرمادوست بطور معنی‌دار تحت تأثیر نوع تیمار و طول دوره نگهداری قرار گرفت ($P<$ ۰/۰۵).

نتایج نمودار ۱۱ نشان داد اگرچه به کارگیری پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز بطور معنی‌دار موجب کاهش تعداد باکتری‌های سرمادوست در مقایسه با گروه شاهد شد لیکن غنی‌سازی این پوشش، تأثیر معنی‌داری بر کارایی آن نداشت و اختلاف آماری معنی‌داری بین میانگین تعداد باکتری‌های سرمادوست در فیله‌های تیمار شده دیده نشد ($P<$ ۰/۰۵).

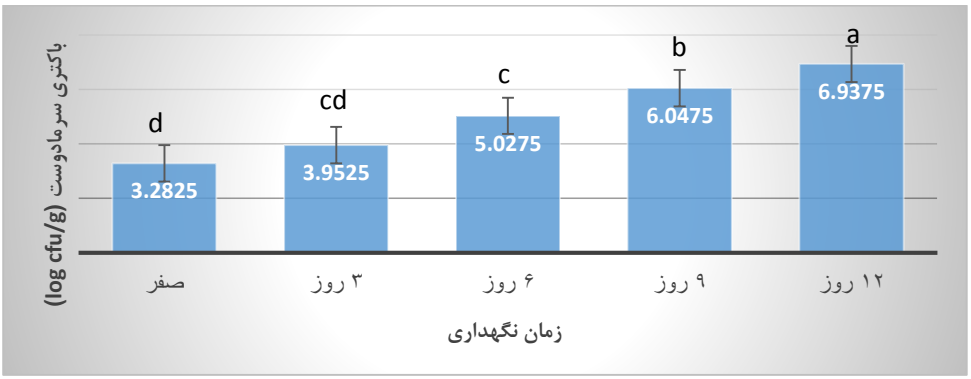


نمودار ۱۱- میانگین تغییرات باکتری سرمادوست در فیله ماهی کپور معمولی در تیمارهای آزمایشی

Fig 11- Average Changes of Psychrophilic bacteria (log cfu/g) in the common carp fillets in experimental treatments

بررسی نتایج نمودار ۱۲ نشان داد با افزایش زمان نگهداری فیله‌ها در شرایط نگهداری تعداد باکتری‌های سرمادوست افزایش می‌یابد.

به نحوی که بیشترین تعداد باکتری سرمادوست (۶/۹۳۷ logcfu/g) در پایان روز دوازدهم دوره نگهداری دیده شد ($P<$ ۰/۰۵).



نمودار ۱۲- میانگین تغییرات باکتری سرمادوست در فیله ماهی کپور معمولی طی دوره نگهداری

Fig 12- Average Changes of Psychrophilic bacteria (log cfu/g) in the common carp fillet during the storage period

حد مجاز تایید شده‌ای برای باکتریهای سرمادوست در منابع مختلف داده نشده است و شمارش آنها تنها به این دلیل انجام می‌شود که این باکتری‌ها در شرایط نگهداری در دماهای پایین نیز رشد می‌کنند.

همانطور که در نتایج ملاحظه گردید در آزمون‌های میکروبی صورت گرفته در این تحقیق روند افزایش بار میکروبی (کل و سرمادوست) با افزایش زمان نگهداری دیده شد به نحوی که بیشترین مقدار در پایان دوره آزمایشی دیده شد. داده‌ها نشان داد سرعت افزایش بار میکروبی در تیمارهای (فاقد پوشش خوراکی) به مراتب بیش از تیمارهای آزمایشی بود. گروه اصلی میکروارگانیسم‌های مسئول فساد ماهی تازه نگهداری شده به صورت سرد، باکتری‌های سرمادوست گرم منفی هستند (۴۵). بیشترین حد پیشنهاد شده برای باکتری‌های سرمادوست در ماهی ۷ log cfu/g است (۵۳). اثرات بازدارندگی عصاره مریم گلی بر کل باکتری‌های قابل رؤیت و باکتری‌های سرمادوست را تأیید می‌کند. نتایج بررسی تأثیر سطوح مختلف عصاره مریم گلی به تنهایی و زمانی که در پوشش هیدروکلوئیدی کربوکسی‌متیل سلولز به کار رفت، داده‌ها نشان داد غیر از روز اول و شروع نگهداری، در سایر زمان‌ها، به کارگیری تیمارهای مختلف، بطور معنی‌داری موجب تغییر در تعداد باکتری‌های کل فیله‌ها شد ($P< ۰/۰۵$). طی دوره نگهداری فیله‌ها در شرایط سرد، اعمال تیمارهای مختلف بطور معنی‌داری موجب کاهش تعداد باکتری‌های کل شد ($P< ۰/۰۵$). در این راستا استفاده از سطوح بالاتر عصاره تأثیر بیشتری در این کاهش داشت ضمن اینکه آثار ضدباکتریایی آن زمانی که در قالب پوشش هیدروکلوئیدی مورد استفاده قرار گرفت، با بهبود بخشیدن کارایی آن موجب کاهش بیشتر تعداد باکتری‌های کل گردید به نحوی که در روزهای مذکور، کمترین تعداد باکتری کل در فیله‌هایی دیده شد که پوشش هیدروکلوئیدی ترکیبی فعال شده با عصاره بیشتر را داشتند به نظر می‌رسد عصاره مریم گلی علاوه بر خواص آنتی‌اکسیدانی دارای خواص ضدباکتریایی بوده یا اینکه موجب بهبود یا تقویت آثار ضدباکتریایی پوشش هیدروکلوئیدی خواهد شد. این نتایج با تحقیقات بر روی تأثیر عصاره گیاهی را روی گوشت مطابقت دارد (۵۲). در آزمون‌های میکروبی صورت گرفته در این آزمایش، روند افزایش بار میکروبی (کل و سرمادوست) با افزایش زمان نگهداری دیده شد و نشان داده شد استفاده از پوشش کربوکسی‌متیل سلولز در مقاطع زمانی مختلف بر کاهش بار میکروبی مؤثر بود لیکن غنی‌سازی آن با عصاره مریم گلی این کارایی را بهبود بخشید.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق عملکرد بهتر فیله‌های تیمار شده با پوشش کربوکسی‌متیل سلولز حاوی ۱ درصد عصاره مریم گلی را نسبت به سایر تیمارها تایید می‌کند؛ بطوریکه مقادیر PV و TBA، TVB-N، pH به عنوان شاخص‌های شیمیایی و مقادیر باکتری‌های کل و سرمادوست به عنوان شاخص‌های میکروبی کنترل کیفیت فیله ماهی کپور معمولی، دارای نتایج بهتری نسبت به سایر تیمارها تا پایان دوره نگهداری بودند. بر اساس پژوهش کنونی، کارواکرول ترکیب اصلی داده‌های GC-MS عصاره مریم گلی بوده که به عصاره خاصیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی می‌بخشد. اگرچه دیگر ترکیبات عصاره هر چند به مقدار کم نیز ممکن است بتوانند نقش مهم و هم‌افزایی در خواص عصاره داشته باشند. بنابراین، عصاره مریم گلی به عنوان یک منبع ضدباکتری و آنتی‌اکسیدان طبیعی در ترکیب با پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز، یک روش امیدوارکننده به منظور جلوگیری از افزایش باکتری‌های عامل فساد و اکسیداسیون چربی و در نتیجه حفظ کیفیت فیله ماهی کپور معمولی می‌باشد و نیز قابلیت کاربرد در سیستم‌های صنایع مواد غذایی دریایی را داراست.

همان‌طور که نتایج حاصل از آزمایش نشان داد، پوشش بر پایه مشتقات سلولز واجد تأثیر ضداکسیداسیونی بود و در غالب موارد، غنی‌سازی آن با سطوح بالاتر عصاره مریم گلی،

کارایی آنرا بهبود بخشـید. زیرا دارای ترکیبات زیسـت فعالی اسـت که از فسـاد آنزیمی نیز جلوگیری می‌کنند و دارای فعالیت مفید ضدباکتریایی می‌باشد.

References

1- Moini S, Basimi B. Preparation of carp fish cutlet and determination of its shelf life in cold storage at-18°C. Scientific Journal of Iranian Fisheries. 2004; 13(1): 163-170. DOI:10.22092/isfj.2004113724. [In Persian]

2- Kanipour AA, Moradian Sorkhi F, Faim dezban Y. The study of stability and changes poly unsaturated fatty acid (PUFA) coefficient of the (Polyen Index) in burger production of Kilka (Clupeonella cultriventris) and Silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) during storage at-18°C. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2016; 25(1): 43-51. DOI:10.22092/ISFJ. [In Persian]

3- Perez-Alonso F, Arias C, Aubourg S. Lipid deterioration during chilled storage of Atlantic pomfret (*Brama brama*). European Journal of Lipid Science and Technology. 2003; 105(11): 661-667. DOI: 10.1002/ejlt.

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

5- Ghanbarzadeh B, Pezeski Najafabadi A, Almasi H. Active edible films in food packaging. Iranian Journal of Food Science and Technology. 2011; 8(31): 123-135. [In Persian]

6- Tatari A, Shekarian E. The importance of cellulose derivatives in producing biodegradeable films for food packaging. Iranian Journal of Packaging Science and Technologies. 2014; Period 5(19): 22-31. [In Persian]

7- Raeisi M, Tajik H, Aliakbarlu J, Mirhosseini, SH, Hashem Hosseini SM. Effect of carboxymethyl cellulosebased coatings incurporated with *Zataria* multiflora Boiss. Essential oil and grape seed extract on the shelf life of rainbow trout fillets. LWT-Food Science and Techno. 2015; 64: 898-904. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.06.010.

8- Erkan N, Dogruyol H, Gunlu A, Yuksel Genc I. Use of natural preservatives in seafood: plant extracts, edible film and coating. Journal of Food and Health Science. 2015; (1): 33-49. DOI: 10.3153/JFHS15004.

9- Dashipour A, Khaksar R, Hosseini H, Shojaee-Aliabadi S, Ghanati K. Physical, Antioxidant & Antimicrobial Characteristics of Carboxymethyl Cellulose Edible Film Cooperated with Clove Essential Oil. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2014; 16(8): 34-42.

10- Ariyaei P. Effect of edible methyl cellulose film coating enriched with anarije esse ntial oil on phytophagous fish fillets under conditions of refrigerator storage. Doctoral thesis. Faculty of Food Industry. Sabzevar Islamic Azad University. 2012; 90. [In Persian]

11- Cochran G, Cox G. Experimental Designs. John Wiley & Sons. Inc, New York. 1957; 390.

12- Han JH, Rooney ML. Personal communications, Active Food Packaging Workshop, Annual Conference of the Canadian. Institute

of Food Science and Technology (CIFST). 2002.

13- Fayazfar S, Ziafati kafi Z, Hosseini pazhooh KH. An over review on usage of antimicrobial films in food packaging. Pejvad. 2014; 3(1): 51-55.

14- Khezri Ahmadabad M, Rezaei M, Ojagh SM. The effect of whey protein edible coating on microbial quality of *Rainbow trout* fillet during cold storage. Iranian Journal of Food Science and Technology. 2015; 12(49): 11-20.

15- Ismaeilzadeh Kenari R. Investigating the antioxidant properties of some plant extracts. The first national seminar on food security, Islamic Azad University, Savadkooh branch. Mazandaran. 2011 [In Persian]

16- Benkeblia N. Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). LWT-Food Science and Technology. 2004; 37(2): 263-268.
DOI:10.1016/j.lwt.2003.09.001.

17- Chouliara E, Karatapanis A, Savvaidis IN, Kontominas MG. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4°C. Food Microbiology. 2007; 24(6): 607-617.
DOI: 10.1016/j.fm.2006.12.005.

18- Aryaei P, Tavakolipour h, Rezaei M, Elhamirad AH. Antimicrobial activity of methyl cellulose edible film enriched with anarije essential oil on phytophagous fish fillets under conditions of storage in the refrigerator. Journal of Food Processing and Preservation. 2013; 5(1): 13-26. [In Persian]

19- Ali Babaei Qaghelestani A, Al Ibrahim M, Asadi M. Chemical analysis and identification of dominant compounds of essential oil from medicinal plant Salvia officinalis L. Journal of Food Science and Industry. 2019; 101(17).
DOI 10.29252/fsct. [In Persian]

20- Raal A, Orav A, Arak E. Composition of the essential oil of *Salvia officinalis* L. from various European countries. *Natural product research.* 2007; 21(5): 406-411.
DOI: 10.1080/14786410500528478.

21- Couladis M, Tzakou O, Mimica Dukić N, Jančić R, Stojanović D. Essential oil of Salvia officinalis L. from Serbia and Montenegro. Flavour and fragrance journal. 2002; 17(2): 119-126.
DOI: 10.1002/ffj.1065.

22- Esmaeilzadeh Kenari R, Mohsenzadeh F, Amiri Z. Antioxidant activity and total phenolic compounds of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound-assisted extraction methods, Food science & nutrition. 2014.
Doi: 10.1002/fsn3.118.

23- Ghanbarzadeh B, Almasi H. Physical properties of edible emulsified based on carboxymethyl cellulose and oleic acid. International Journal of Biological Macromolecules. 2010; 48(1): 44-49.
DOI:10.1016/j.ijbiomac.

24- Iranian Institute of Standards & Industrial Research. Meat and its products-count of

and Technology. 1991; 29th September-4th October, Toronto, Canada.

32- Chidanandaiah Keshri RC, Sanyal MK. Effect of sodium alginate coating with presservatives on the quality of meat patties during refrigerated (4±1°C) storage. Journal of Muscle Foods. 2007; 20: 275-292.
DOI: 10.1111/j.1745-4573.2009.00147.x.

33- Etemadi H, Rezaei M, Abedian Kenary AM. 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. 2008; 5(4): 67-77.

34- Fan W, Chi Y, Zhang S. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmicthys molitrix*) during storage in ice. Food Chemistry. 2008; 108: 148-153.
DOI:10.1016/J.FOODCHEM.

35- Fathi S. Production of hybrid fish burger of Kilka (Clupeonella cultiventris)-silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) and evaluation of its nutritional value and shelf life during storage in cold storage (-18 degrees Celsius), master's thesis, Islamic Azad University, Savadkooh branch. Mazandaran. 2013. [In Persian]

36- Tokur B, Ozkűtűk AS, Polat A, Ozyurt GB. Changes in the quality of fishburger produced from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18°C). European Food Research and Technolochy. 2004; 218(5): 420-423.
DOI:10.1007/s00217-004-0879-4.

Psychrophilic bacteria. 2003; 2629. [In Persian]

25- Iranian Institute of Standards & Industrial Research. Microbiology of the food chain-a comprehensive method for counting microrganisms. 2014; 5272. [In Persian]

26- Siripatrawan U, Noipha S. Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. Food Hydrocolloids. 2012; 27(1): 102-108.
DOI:10.1016/j.foodhyd.

27- Goulas AE, Kontominas MG. Effect of salting and smoking method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and sensory attributes. Food chemistry. 2005; 93(3): 511-520.

28- A.O.A.C. Official methods of Analysis (17edition), Association of Offcial Analytical Chemitis. 2005.

29- Suvanich V, Jahncke ML, Marshall DL. Changes in selected chemical quality characteristics of channel cat fish frame mince during chill and frozen storage. Journal of Food Science. 2000; 65(1): 24-29.
DOI:10.1111/j.1365-2621.2000.tb15950.x.

30- Shabanpoor B, Zolfaghari M, FalahZadeh S, Alipoor GHH. 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). 2011; 8(33):1-11.

31- Lindsay RC. Flavour of fish. Paper presented at 8th World Congress of Food Science

37- Song Y, Liu L, Shen H, You J, Luo Y. 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(3-4): 608-615. DOI:10.1016/j.foodcont.

38- He Q, Xiao K. 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. 2016; 65: 339-345.

39- Ojagh SM, Rezaei M, Razavi SH, Hoseini SM. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated *Rainbow trout*. Food Chemistry. 2010; 120: 193-198.

40- Raissy M, Yazdi F. Study of Some Medicinal Plants on Chemical Composition of *Rainbow Trout* Fillets after Exposure with *Aeromonas hydrophila*. World Journal of Fish and Marine Sciences. 2014; 6(4): 350-354.

41- Ibrahim Sallam K. Antimicrobial and antioxidan effect of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Journal Food control. 2007; (18): 566-575. DOI:10.1016/j.foodcont.

42- Ozyurt G, Polat A, Tokur B. Chemical and sensory changes in frozen (-18°C) wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) captured at different fishing seasons. Internatinal journal of food science and Technology. 2007; 42: 887-893. DOI:10.1111/j.1365-2621.2006.01302.x.

43- Vidya sager reddy g, Spikar LN. Effect of preprocess ice storage on the lipid change of jappanese threadfin bream (nemipterus japonicas) mince during frozen storage .asian fisheris science. 1996; (9): 109-114.

44- Huss HH. Quality and quality changes in freshfish. Rome: FAO; (FAO Fisheries Technical Paper). 1995; 348.

45- Ozogul f, Polat A, Ozogul Y. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical. Sensory and microbiological change of sardines (sardine pilchardus). Food chemistry. 2004; (85): 49-57. DOI:10.1016/j.foodchem.

46- Rahnama M, Investigating the acceptance rate of silver carp and shrimp mixed bite kebab, investigating its changes during storage at freezing temperature, Bachelor's course in the field of processing fishery products, Mirza Kochakh Khan Center for Applied Scientific Higher Education of Fisheries Sciences and Industries (Rasht). 2009. [In Persian]

47- Nessrien MN, Aboutaleb M. Antioxidant and antimicrobial effects of marjoram and thyme in coated refrigerated senmi fried Mullet fish fillets. World Journal of Dairy & Food Science. 2007; 2(1): 1-9.

48- Serdaroglu M, Felekoglu E. Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince.Journal of Food Quality. 2005; (28): 109-120. DOI:10.1111/j.1745-4557.2005.00016.x.

49- Ersoy B, Aksan E, Özeren A. The effect of thawing methods on the quality of eels

(*Anguilla anguilla*). Food chemistry. 2008; (111): 377-380.
DOI:10.1016/j.foodchem.

50- Aubourg SP, Perez-Alonso F, Gallardo JM. Studies On Rancidity inhibition in frozen horse mackerel (*Trachuus trachurus*) by citric and ascorbic acids. European journal of lipid science and technology. 2004; (4): 232-240.

DOI:10.1002/ejlt.200400937.

51- Khezri Ahmadabad M, Rezaei M, Ojagh M. 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. 2012; 7(3): 69-78.

Vol.2/No.3/Winter 2023/Pages 37-56 https://www.qafj.iauk.ac.ir

Investigating the Chemical and Microbial Parameters of Spoilage and Determining the Shelf Life of *Cyprinus Carpio* Fillet Under the Influence of Carboxymethyl Cellulose Coating Containing *Salvia Officinalis* Extract

Moammad Esmaeili[1], Yasaman Fahim Dezhban[*2]

1- M.S., Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran

2- Assistant Professor, Department of Natural Resources, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Svadkooh, Iran

* Corresponding Author: Dr.Fahim79@Yahoo.Com

Received: 4/1/2023, Accepted: 22/2/2023

Abstract

In the present study, the effect of carboxymethyl cellulose oral active coating containing salvia officinalis extract on the quality and shelf life of common carp fillet during the storage period in the refrigerator (4±1℃) was investigated. Common carp fillets in five control groups were treated with carboxymethyl cellulose coating without extract and containing 0.5% and 1% sage extract and kept in refrigerator for 12 days, chemical (pH, TVN, PV, TBA) and microbial (Total and Psychrophilic bacterial load) indicators were investigated. The results of this research confirm the better performance of carboxymethyl cellulose coating containing 1% sage extract compared to other treatments; So that the chemical indices and amounts of total and Psychrophilic bacteria as microbial indices of quality control of had better results than other treatments until the end of the storage period and showed was able to provide acceptable quality by reducing the Total bacterial amount and the amount of Psychrophilic bacteria in the samples. According to the results of the evaluation chemical indicators affecting spoilage, the application of carboxymethyl cellulose coating containing 1% of sage extract can more effectively cause damage by controlling and reducing the oxidation of lipids than other treatments. Maintain the quality of common carp fillets during the storage period. Therefore, Salvia officinalis extract, having antioxidant and antimicrobial properties, as a natural biological preservative in combination with coating of carboxymethyl cellulose, can be used as a method to maintain the quality and increase the shelf life of common carp fillets during storage in the refrigerator.

Keywords: Edible Coating, Carboxymethyl Cellulose, *Salvia Officinalis* Extract, Spoilage, *Cyprinus Carpio*