

تأثیر پوشش‌های خوراکی صمغ فارسی-کیتوزان و صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر بر کیفیت و ویژگی‌های حسی فیله‌ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی مدت نگهداری به صورت منجمد

سارا رئیسی^۱، سید مهدی اجاق^{۱*}، سراج بیتا^۲

۱- گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده شیلات و محیط زیست، گرگان، ایران

۲- گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار- ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۱۳)

چکیده

ماهی و فرآورده‌های حاصل از ماهی به دلیل داشتن اسیدهای چرب غیراشباع و پروتئین با کیفیت بالا نسبت به فساد حساسیت بالایی دارند. لذا استفاده از مواد نگهدارنده برای جلوگیری یا به تعویق انداختن فساد در آن‌ها طی دوره نگهداری ضرورت دارد. با افزایش آگاهی عمومی در خصوص مضرات نگهدارنده‌های مصنوعی، تمایلات برای استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی افزایش یافته است. در این مطالعه، تأثیر پوشش‌های خوراکی صمغ فارسی-کیتوزان و صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر (*Allium Sativum L.*) بر تغییرات شاخص‌های شیمیایی شامل پراکسید (PV)، اسیدهای چرب آزاد (FFA)، اسید تیوباریتوریک (TBA) و مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) به همراه خواص حسی (مزه، ظاهر، رنگ، بو و پذیرش کلی) فیله‌ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی ۶ ماه نگهداری به صورت منجمد (-18°C) مورد بررسی قرار گرفته است. فیله‌های ماهی کپور نقره‌ای قبل از بسته‌بندی در محلول‌های صمغ فارسی-کیتوزان و صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر (۵ درصد) غوطه‌ور و سپس بسته‌بندی و منجمد گردیدند. آزمایش‌های مرتبط با تغییرات کیفی و حسی در زمان‌های ۰، ۲، ۴ و ۶ ماه بر روی فیله‌های منجمد انجام شد. در مقایسه با شاهد، اکسیداسیون چربی در نمونه‌های تیمار شده با صمغ فارسی-کیتوزان و صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر به طور معنی‌داری به تعویق افتاد ($p < 0.05$). بر اساس نتایج، استفاده از ترکیب صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر دارای بهترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و خصوصیات حسی بود.

کلید واژگان: صمغ فارسی، کیتوزان، سیر، ماهی کپور نقره‌ای

*مسئول مکاتبات: mahdi_ojagh@yahoo.com

۱- مقدمه

اکسیداسیون چربی به عنوان یکی از دلایل اصلی کاهش کیفیت [۱،۲] و یکی از بزرگترین نگرانی‌ها در مورد گوشت ماهی و فرآورده‌های دریایی منجمد به حساب می‌آید [۳]. بافت ماهی در مقایسه با بافت پستانداران و پرندگان به دلیل داشتن مقادیر قابل توجهی اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه^۱ (PUFA) و اکسیداسیون آن‌ها بعد از مرگ، سریعتر دچار فساد می‌گردد [۴]. اکسیداسیون سریع این نوع اسیدهای چرب و اسیدهای چرب امگا ۳ (به طور عمده شامل DHA^۲ و EPA^۳) [۵] و همچنین واکنش‌های هیدرولیتیک سبب کاهش عمرماندگاری در ماهیان می‌گردد [۶]. نخستین مرحله واکنش‌های هیدرولیتیک، شکسته شدن تری گلیسرید و تبدیل آن به اسیدهای چرب و گلیسرول است که این واکنش در اثر لیپازهای میکروبی یا لیپازهایی با منشأ داخلی ایجاد می‌گردد. لیپوکسیدازهای موجود در بعضی از میکروارگانیسم‌ها واکنش بین اسید چرب و اکسیژن را فعال می‌سازد که طعم خاص تندی چربی‌ها به دلیل وجود آلدهیدها و کتون‌های ناشی از این واکنش‌ها می‌باشد [۷]. علاوه بر این فساد در محصولات دریایی تحت تأثیر فاکتورهای داخلی و خارجی مثل غلظت ترکیبات حساس به اکسیداسیون، ترکیبات آهن دار درونی، میوگلوبین، آنزیم‌ها، pH، درجه حرارت، قدرت یونی و وجود اکسیژن می‌باشد [۸]. جهت جلوگیری و یا به تعویق انداختن فساد ماهی و فرآورده‌های آن راهکارهای متعددی ارائه شده است که از جمله‌ی آن می‌توان به کنترل درجه حرارت و کاهش آن، بسته بندی تحت خلاء و همچنین افزودن آنتی‌اکسیدان اشاره نمود [۱]. همچنین امروزه استفاده از پوشش‌های خوراکی طبیعی مختلف به تنهایی و یا به عنوان حامل مواد فعال (مانند مواد ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد مغذی، طعم دهنده‌ها، آنزیم‌ها و رنگ‌ها) در محصولات غذایی مختلف به عنوان موادی با خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی مورد توجه قرار گرفته است [۹،۱۰،۱۱]. پروتئین‌ها، لیپیدها و پلی-ساکاریدها، بیوپلیمرهای اصلی برای تهیه پوشش‌های خوراکی محسوب می‌شوند [۱۲]. صمغ‌ها گروهی از پلی‌ساکاریدها هستند

که به دلیل ویژگی‌های ساختاری و مکانیکی مطلوب گزینه مناسبی برای تهیه پوشش‌های خوراکی محسوب می‌شوند [۱۳]. صمغ فارسی صمغی شفاف است که از درخت بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) تراوش می‌شود و با توجه به ویژگی‌های مناسب می‌تواند به عنوان پوشش خوراکی حامل آنتی-اکسیدان‌ها در صنعت تولید غذا مورد استفاده قرار گیرد [۱۴]. به دلیل اثرات نامطلوب آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی امروزه استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، بسیار توصیه می‌شود [۱۵]. از بین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌توان به کیتوزان و اسانس سیر اشاره نمود. کیتوزان پلیمری کربوهیدراتی است که در نتیجه حذف گروه استیل از کتین (ترکیب عمده سخت پوستانی مانند خرچنگ و میگو که پس از سلولز دومین پلیمر فراوان در طبیعت است) به دست می‌آید [۱۶]. خواص غیرسمی، زیست‌تخریب‌پذیری، آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی، نفوذ ناپذیری کیتوزان در برابر اکسیژن توسط مطالعات متعددی گزارش شده است [۱۷،۱۸،۱۹].

گیاه سیر (*Allium sativum* L.) از جمله گونه‌های گیاهی است که به عنوان مواد افزودنی خوراکی بسیار مورد مصرف روزانه قرار می‌گیرد. مطالعاتی که در رابطه با خواص آنتی-اکسیدانی این گیاه انجام شده است نشان داده است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی سیر به علت تیوسولفات‌ها خصوصاً تیوسولفینات‌ها و عمدتاً آلیسین می‌باشد که عامل اصلی فعالیت آنتی‌اکسیدانی و نیز طعم و بوی سیر می‌باشد [۲۰].

محققان زیادی تغییرات کیفیت و خصوصیات حسی در طول دوره نگهداری و روش‌های افزایش مدت ماندگاری فیله‌های ماهی را مطالعه کردند و تأثیر مثبت استفاده از آنتی‌اکسیدان در پوشش‌های خوراکی را بر روی طولانی کردن مدت ماندگاری گزارش کرده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعه نودزی و همکاران [۲۱] در بررسی اثر به کارگیری پوشش کیتوزان-ژلاتین بر فیله ماهی قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، اجاق و همکاران [۱۸] اثر پوشش کیتوزان غنی شده با اسانس دارچین بر ماهی قزل آلالی رنگین کمان، احمدی و همکاران [۱۴] اثر پوشش خوراکی صمغ فارسی و عصاره ریحان بر کیفیت ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) نگهداری شده تحت دمای ۱۸°C- و آلبوغبیش و خدانظری [۲۲] اثر پوشش کیتوزان و

1. Polyunsaturated fatty acids
2. Docosahexaenoic acid
3. Eicosapentaenoic Acid

گلستان، ایران تهیه گردیدند. سایر مواد شیمیایی با درجه آزمایشگاهی بوده و از شرکت مرک^۱ آلمان خریداری شدند.

۲-۲- آماده سازی و تیمار نمونه ها

پس از تهیه ماهی، نمونه های ماهی درون جعبه های حاوی یخ قرار گرفت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس نمونه های ماهی با آب شستشو داده شد و تخلیه شکمی انجام شد و فیله هایی به اندازه 20×10 سانتی متر و وزن 175 ± 5 گرم از آن تهیه گردید. جهت تیمار فیله ها از پوشش خوراکی صمغ فارسی- کیتوزان و صمغ فارسی- کیتوزان حاوی اسانس سیر استفاده گردید. جهت تهیه این پوشش، محلول ۲ درصد کیتوزان با استفاده از اسید استیک ۱ درصد و محلول صمغ فارسی ۵ درصد با استفاده از آب مقطر تهیه گردید و سپس به نسبت ۱:۱ (حجمی/حجمی) با هم ترکیب شدند. به منظور تهیه محلول صمغ فارسی- کیتوزان حاوی اسانس سیر، مقدار ۵ درصد (حجمی/حجمی) اسانس سیر به محلول صمغ فارسی- کیتوزان اضافه گردید. به منظور نرم تر شدن و انعطاف پذیرتر شدن پوشش ها پس از خشک شدن، $0/75$ درصد (حجمی/حجمی) گلیسرول به محلول پوشش ها اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد [۱۸]. در ادامه فیله ها به سه گروه تقسیم شدند: گروه اول به روش معمول و متداول (عدم استفاده از آنتی اکسیدان) بسته بندی شدند. گروه دوم و سوم به ترتیب در محلول صمغ فارسی- کیتوزان و محلول صمغ فارسی- کیتوزان حاوی اسانس سیر غوطه ور گردیدند. جهت ایجاد پوشش بر سطح فیله ها، ابتدا فیله ها را به مدت ۳۰ ثانیه در محلول ها غوطه ور نموده، سپس از محلول خارج کرده و پس از گذشت ۲ دقیقه مجدداً ۳۰ ثانیه دیگر در محلول غوطه ور شدند. سپس فیله ها به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد تا پوشش بر روی فیله ها تشکیل گردد [۱۸، ۲۶]. در ادامه فیله ها بسته بندی شده و در سینی های مخصوص قرار گرفت و به تونل انجماد منتقل و به مدت ۱۲ ساعت در دمای 40°C - منجمد گردیدند. جهت انجام آزمایشات مربوط به زمان صفر، تعداد نمونه های مورد نیاز جدا گردیدند و سایر فیله های بسته بندی شده و به فریزر 18°C - منتقل گردیدند تا در فواصل زمانی ۲، ۴ و ۶ ماه از فریزر خارج شوند و

نانوکیتوزان غنی شده با عصاره چای سبز بر کیفیت ماهی گیش درخشان (*Carangoides coeruleopinnatus*) اشاره نمود. در بین گونه های متفاوت پرورشی، ماهی کپور نقره ای یکی از مهمترین ماهیان گرم آبی ایران می باشد، که غالباً ۵۰ تا ۵۸ درصد ترکیب را در سیستم کشت توأم ماهیان گرمابی به خود اختصاص می دهد. این ماهی تولیدی بیش از چهار میلیون تن در دنیا (معادل مجموع ۷۰ درصد صید و پرورش تون ماهیان) و چهل هزار تن در ایران دارد. تولید بالای سالانه، مرغوبیت گوشت و ارزش بالای اقتصادی و غذایی آن سبب شده است تا بررسی کیفیت و تعیین ماندگاری این ماهی با استفاده از روش های مختلف از جنبه های مهم مطالعات کیفی در بهداشت و تغذیه انسان به شمار رود [۲۳]. ماهی کپور نقره ای سرشار از اسیدهای چرب اشباع ($27/5\%$) و اسیدهای چرب مونو غیر اشباع ($46/39\%$) می باشد [۲۴] و بنابراین در طول مدت نگهداری نسبت به اکسیداسیون چربی که باعث کاهش کیفیت و تشکیل بوی نامطبوع آن می گردد بسیار حساس می باشد [۲۵]. مطالعه حاضر برای اولین بار به بررسی تأثیر استفاده از پوشش خوراکی صمغ فارسی- کیتوزان و صمغ فارسی- کیتوزان حاوی اسانس سیر بر روی حفظ کیفیت فیله های ماهی کپور نقره ای در طی ۶ ماه نگهداری در دمای 18°C - درجه سانتی گراد پرداخته است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- تهیه مواد

صمغ فارسی از عطاری محلی در شیراز، ایران (صمغ های با رنگ روشن جدا شده، با آسیاب برقی (MOULINEX مدل AR1043) پودر شدند و از الک با چشمه ۶۰ (250 میکرون) عبور داده شد تا پودر یکنواختی به دست آید؛ کیتوزان با وزن مولکولی متوسط و درجه استیل زدایی بیش از ۷۵ درصد از شرکت سیگما-آلدریچ^۱ آلمان؛ اسانس سیر از شرکت داروسازی گیاه اسانس، گرگان، ایران؛ ماهی کپور نقره ای با میانگین وزنی 950 ± 60 گرم از یکی از استخرهای پرورشی شهرستان بندر گز،

2. Merck

1. Sigma- Aldrich

کولموگروف-اسمیرنوف^۴ و همگنی واریانس داده‌ها با کمک آزمون لون^۵ بررسی شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه و برای بررسی تفاوت بین میانگین‌های یک تیمار در زمان‌های مختلف و بین تیمارهای مختلف در یک زمان از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ($\alpha = 0.05$) استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- آنالیزهای شیمیایی

۳-۱-۱- پراکسید (PV)

نتایج نشان داد که میزان PV در نمونه‌های شاهد و تیمار شده به طور معنی‌داری در طول دوره نگهداری افزایش یافت ($P \leq 0.05$) (جدول ۱). بر طبق نتایج، نمونه‌های تیمار شده دارای روند افزایشی کندتری نسبت به نمونه‌های شاهد بودند. کمترین و بیشترین میزان پراکسید در نمونه‌ها به ترتیب در روز صفر نمونه‌ها به مقدار ۰/۱۶ میلی‌اکی‌والان O₂ در کیلوگرم چربی و ماه ششم در نمونه شاهد به میزان ۲۰/۱۱ اندازه‌گیری شد. برای نمونه‌های شاهد، مقدار PV نسبت به نمونه‌های تیمار شده در تمام طول دوره نگهداری بیشتر بود. این تفاوت در مقدار PV برای نمونه‌های تیمار شده و تیمار نشده می‌تواند مربوط به ویژگی آنتی-اکسیدانی کیتوزان و اسانس سیر مورد استفاده در پوشش باشد. حداکثر مقدار قابل پذیرش PV در فرآورده‌های غذایی برابر ۲۰-۱۰ میلی‌اکی‌والان O₂ در کیلوگرم چربی است [۳۱]. در این مطالعه، مقدار PV در تیمار شاهد در ماه ششم به مقدار بیشتر از ۲۰ میلی‌اکی‌والان O₂ در کیلوگرم چربی رسید و این در حالی بود که در نمونه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی صمغ فارسی-کیتوزان و صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر تا ماه ششم اندازه‌گیری مقدار آن در محدوده قابل پذیرش قرار داشت که به روشنی نشان دهنده عملکرد مناسب پوشش‌های مورد استفاده در برابر اکسیداسیون اولیه چربی است. این نتایج با نتایج کریمی رضاآباد و همکاران [۳۲] برای ماهی شعری معمولی *Lethrinus nebulosus* اجاق و همکاران [۱۸] برای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و غیاثوند و

جهت مقایسه کیفیت تحت آزمایش قرار گیرند. برای هر آزمایش در هر ماه ۳ تکرار در نظر گرفته شد.

۳-۲- آزمایش‌های شیمیایی

میزان پراکسید (PV)^۱ گوشت ماهی به روش ایگان و همکاران [۲۷] تعیین و به صورت میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم چربی بیان شد. مقادیر اسیدهای چرب آزاد به روش ایگان و همکاران [۲۷] اندازه‌گیری و بر حسب درصد اسید اولئیک بیان شد. شاخص TBA^۲ (اسید تیوباربیتوریک) به روش رنگ‌سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین و به صورت میلی‌گرم مالون دی-آلدئید بر کیلوگرم بافت بیان گردید [۲۸]. مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)^۳ با روش گولاس و کونتومیناس [۲۹] اندازه‌گیری شد و به صورت میلی‌گرم در صد گرم گوشت ماهی بیان شد.

۳-۴- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی، نمونه‌های فیله (۱۰۰ گرم) به صورت مجزا در درجه حرارت ۹۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰-۱۰ دقیقه پخته شد. قابل ذکر است که در حدود ۱/۵ درصد نمک به نمونه‌ها اضافه گردید [۱۸]. ویژگی‌های حسی فیله‌های ماهی پس از پختن توسط ده نفر پنل (مرد، ۲۵ تا ۳۰ ساله) مورد ارزیابی قرار گرفت. پارامترهای مورد بررسی در این بخش شامل مزه، ظاهر، رنگ، بو و پذیرش کلی فیله‌های ماهی بود. مقیاس به کار رفته برای این منظور دارای ۱۰ سطح بود که توسط رئیسی و همکاران [۳۰] ارائه شده است. روند کاهش امتیازدهی به این صورت بود که: ۱۰-۹ عالی، ۸-۷ خوب، ۶-۵ نسبتاً خوب و قابل قبول، ۴-۳ ضعیف و ۲-۱ برای خیلی ضعیف. میانگین امتیازات تعلق گرفته توسط گروه بررسی کننده به عنوان کیفیت کلی نمونه‌ها در نظر گرفته شد. امتیاز کمتر از ۴ نشان دهنده غیرقابل قبول بودن کیفیت آن نمونه بود.

۳-۵- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 11.5 انجام شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون

4. Kolmogorov-Smirnov Test
5. Levene test

1. Proxid Value
2. Thiobarbituric acid
3. Total volatile basic nitrogen

توانایی به تأخیر انداختن اکسیداسیون اولیه چربی در فیله‌های ماهی را دارا می‌باشد.

همکاران [۳۳] برای ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) همخوانی دارد که بیان کردند کیتوزان و اسانس سیر

Table 1 Changes in the peroxide values (PV) in the fish samples during storage time

Treatment/Storage time (month)	PV (mEq O ₂ /kg lipid)			
	0	2	4	6
Control	0.16±0.02 ^f	0.52±0.01 ^f	3.23±0.1 ^d	20.11±0.9 ^a
Persian gum-chitosan	0.16±0.01 ^f	0.46±0.03 ^f	2.78±0.3 ^d	15.26±0.5 ^b
Persian gum-chitosan+ Garlic essential oil	0.16±0.04 ^f	0.38±0.03 ^f	1.86±0.2 ^c	9.84±0.7 ^c

Data represent mean ± SD of three replications. Different letters showed significant differences ($P \leq 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P \leq 0.05$). در پایان دوره بیشترین مقدار برای تیمار شاهد به میزان ۱۹/۰۱ درصد اولئیک اسید و کمترین مقدار برای تیمار صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر به میزان ۸/۹۳ درصد اولئیک اسید ثبت گردید. افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد در طول دوره نگهداری در همه تیمارها نشان‌دهنده فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک است [۳۵]. مطالعات متعددی افزایش شاخص اسیدهای چرب آزاد طی دوره نگهداری در شرایط سرد را گزارش کرده‌اند [۳۶، ۳۷، ۳۸].

۳-۱-۲- اسیدهای چرب آزاد (FFA)

افزایش اسیدهای چرب آزاد به دلیل هیدرولیز چربی است. پس از هیدرولیز به سبب تسهیل امکان اکسیداسیون، چربی‌ها به اسیدها و مواد فرار و بودار تبدیل می‌شوند [۳۴]. با توجه به نتایج این مطالعه (جدول ۲) میزان اسیدهای چرب آزاد در طول دوره در همه تیمارها افزایش یافت. در روز صفر و ماه دوم نگهداری اختلاف معنی‌داری بین هیچ کدام از تیمارها مشاهده نشد در حالی‌که بین شاهد و تیمارهای مورد مطالعه در ماه چهارم و ششم

Table 2 Changes in the free fatty acids (FFA) in the fish samples during storage time

Treatment/Storage time (month)	FFA (oleic acid percentage)			
	0	2	4	6
Control	0.05±0.01 ^g	0.21 ± 0.02 ^g	4.67± 0.4 ^d	19.01±0.7 ^a
Persian gum-chitosan	0.05±0.01 ^g	0.16 ± 0.00 ^g	2.96± 0.2 ^e	12.42±0.4 ^b
Persian gum-chitosan+ Garlic essential oil	0.05±0.02 ^g	0.11 ± 0.01 ^g	1.72±0.3 ^f	8.93 ± 0.9 ^c

Data represent mean ± SD of three replications. Different letters showed significant differences ($P \leq 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

بر اساس تحقیقات مقدار قابل قبول برای TBA برابر با ۱-۲ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی می‌باشد [۴۰]. در مطالعه حاضر، مقدار TBA در ماه ششم نگهداری برای نمونه شاهد بیشتر از محدوده قابل پذیرش بود در حالی‌که برای نمونه‌های تیمار شده به وسیله پوشش‌های خوراکی صمغ فارسی-کیتوزان و صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر مقدار آن تا ماه ششم نگهداری کمتر از محدوده ذکر شده بود که این امر می‌تواند مربوط به فعالیت آنتی‌اکسیدانی کیتوزان و اسانس سیر و توانایی آن‌ها در مهار رادیکال‌های آزاد باشد [۱۸، ۳۳].

۳-۱-۳- اسید تیوباریتوریک (TBA)

اکسیداسیون ثانویه چربی به وسیله TBA مورد ارزیابی قرار گرفت که یک شاخص برای مقدار مالون دی‌آلدئید (MDA) است. MDA یکی از محصولات پایانی اصلی اکسیداسیون چربی است [۳۹]. تشکیل TBA در طول دوره نگهداری در جدول ۳ نشان داده شده است. مقدار ابتدایی TBA در نمونه‌ها برابر با ۰/۰۶ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی بود. نتایج نشان داد که مقدار TBA در نمونه‌های تیمار شده و تیمار نشده (شاهد) در طول دوره نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافت

Table 3 Changes in the TBA reactive substances in the fish samples during storage time

Treatment/Storage time (month)	TBA (MDA/kg)			
	0	2	4	6
Control	0.06±0.01 ^c	0.16±0.02 ^c	1.73±0.3 ^b	2.62±0.4 ^a
Persian gum-chitosan	0.06±0.01 ^c	0.11±0.03 ^c	0.74±0.1 ^d	1.86±0.2 ^b
Persian gum-chitosan+ Garlic essential oil	0.06±0.01 ^c	0.09±0.02 ^c	0.47±0.2 ^d	1.08±0.08 ^c

Data represent mean ± SD of three replications. Different letters showed significant differences ($P \leq 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

۳-۱-۴- مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

در ویژگی‌های حسی آن‌ها در طول نگهداری بستگی دارد. پیشنهاد شده است که در نمونه‌های ماهی مقدار قابل پذیرش برای استفاده انسان تا زمانی است که امتیاز حسی آن‌ها از ۱۰ به ۴ برسد [۳۰]. جدول ۵ نشان دهنده نتایج ارزیابی حسی شامل مزه، ظاهر، رنگ، بو و پذیرش کلی برای نمونه‌ها است. در شروع آزمایش همه نمونه‌ها تازه بودند و از امتیاز حسی بالایی برخوردار بودند که این بیانگر کیفیت عالی آن‌ها بود. در طول نگهداری، کیفیت نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p \leq 0.05$). نتایج نشان داد که نمونه‌های تیمار شده با پوشش‌های خوراکی مورد مطالعه به طور معنی‌داری از امتیاز حسی بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد برخوردار بودند ($p \leq 0.05$). به علاوه، نمونه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر دارای کیفیت حسی بهتری نسبت به نمونه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی صمغ فارسی-کیتوزان بودند. این نتایج همچنین به وسیله نتایج کیفیت شیمیایی نمونه‌ها نیز تأیید شد. در موافقت با مطالعه حاضر، مطالعات قبلی نیز نشان دهنده رابطه خوب بین کیفیت شیمیایی با ویژگی‌های حسی بود [۴۲، ۳۰، ۱۸]. بنابراین می‌توان بیان کرد که استفاده از کیتوزان و اسانس سیر در ترکیب پوشش خوراکی مورد استفاده به دلیل دارا بودن فعالیت‌های آنتی-اکسیدانی باعث ماندگاری طولانی‌تر ماهی به همراه حفظ کیفیت آن می‌شود.

TVB-N یکی از پارامترهایی است که به طور گسترده‌ای به منظور بررسی درجه تجزیه ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۴۱]. بر اساس نتایج، TVB-N به طور معنی‌داری در طول دوره نگهداری برای تمام نمونه‌ها افزایش یافت ($p \leq 0.05$) که این افزایش برای نمونه‌های تیمار نشده (شاهد) سرعت بیشتری داشت (جدول ۴). نتایج همچنین نشان داد که تیمار صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر در به تأخیر انداختن افزایش TVB-N در طول دوره نگهداری اثرگذارتر است. سطح قابل قبول TVB-N، ۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی می‌باشد [۴۰]. مقدار TVB-N در ماه ششم دوره نگهداری برای نمونه شاهد بیشتر از مقدار قابل پذیرش بود. در تحقیق حاضر تأخیر در میزان تشکیل TVB-N در نمونه‌های ماهی تیمار شده با پوشش‌های خوراکی می‌تواند مربوط به کاهش بسیار سریع جمعیت باکتری‌ها یا کاهش ظرفیت باکتریایی برای دامیناسیون^۱ اکسیداتیو ترکیبات نیتروژنی غیرپروتئینی یا ترکیبی از هر دو آن‌ها باشد [۴۲].

۳-۲- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی به عنوان یک هنر محسوب می‌شود که به تصور افراد از کیفیت مواد غذایی بر اساس طعم، مشاهده، شنیدن و لمس کردن مربوط می‌شود. پذیرش محصولات ماهی به تغییرات

Table 4 changes in the total volatile basic nitrogen (TVB-N) in the fish samples during storage period

Treatment/Storage time (month)	TVB-N (mg/100 g)			
	0	2	4	6
Control	11.36±0.2 ¹	13.34±0.4 ^g	17.42±0.3 ^c	21.11±0.3 ^a
Persian gum-chitosan	11.36±0.1 ¹	12.64±0.3 ^h	15.61±0.2 ^e	18.72±0.1 ^b
Persian gum-chitosan+ Garlic essential oil	11.36±0.3 ⁱ	12.21±0.3 ^h	14.51±0.5 ^f	16.27±0.2 ^d

Data represent mean ± SD of three replications. Different letters showed significant differences ($P \leq 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

Table 5 Sensory properties of Silver carp fillet samples during storage period

Storage time (month)/ Treatment	Control	Persian gum-chitosan	Persian gum-chitosan+ Garlic essential oil
Taste			
0	9.10±0.00 ^b	9.11±0.03 ^b	9.60±0.00 ^a
2	7.45±0.02 ^e	7.57±0.02 ^d	8.34±0.01 ^c
4	6.11±0.04 ^h	6.68±0.03 ^f	7.48±0.05 ^e
6	5.20±0.03 ^k	5.93±0.04 ⁱ	6.35±0.03 ^g
Appearance			
0	9.55±0.01 ^a	9.55±0.02 ^a	9.55±0.01 ^a
2	7.51±0.00 ^d	8.24±0.03 ^c	8.40±0.02 ^b
4	6.14±0.04 ^g	7.26±0.02 ^e	7.51±0.05 ^d
6	5.18±0.02 ^h	6.11±0.03 ^g	6.21±0.01 ^f
Color			
0	9.54±0.02 ^a	9.54±0.01 ^a	9.54±0.00 ^a
2	7.20±0.01 ^d	8.36±0.02 ^c	8.61±0.02 ^b
4	6.31±0.05 ^f	7.16±0.01 ^e	7.22±0.01 ^d
6	5.20±0.00 ⁱ	5.89±0.03 ^h	6.10±0.04 ^g
Odor			
0	9.10±0.01 ^b	9.12±0.01 ^b	9.74±0.00 ^a
2	8.36±0.00 ^c	8.43±0.02 ^d	8.92±0.03 ^c
4	6.14±0.04 ^h	6.75±0.01 ^g	7.64±0.02 ^f
6	5.31±0.06 ⁱ	6.11±0.01 ^h	6.73±0.01 ^g
Overall acceptability			
0	9.56±0.02 ^c	9.61±0.02 ^b	9.72±0.01 ^a
2	8.32±0.04 ^f	8.53±0.01 ^e	8.89±0.00 ^d
4	6.64±0.03 ⁱ	6.85±0.02 ^h	7.23±0.00 ^g
6	5.57±0.00 ^m	6.12±0.02 ^l	6.42±0.01 ^k

Data represent mean ± SD of three replications. Different letters showed significant differences ($P \leq 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

شیمیایی، حفظ یا بهبود ویژگی‌های حسی و افزایش مدت ماندگاری فیله‌های ماهی کپور نقره‌ای در طی نگهداری به صورت منجمد شود. بنابراین استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی مانند کیتوزان و اسانس سیر در ترکیب پوشش‌های خوراکی می‌تواند به عنوان روش حفاظتی ایمن برای افزایش مدت ماندگاری فیله‌های منجمد ماهی کپور نقره‌ای مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نتایج این مطالعه، استفاده از پوشش خوراکی صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر (۵ درصد) به طور مؤثرتری موجب حفظ کیفیت و به تعویق انداختن زوال شیمیایی فیله‌های ماهی کپور

۴- نتیجه گیری

با وجود اینکه نگهداری ماهی به صورت منجمد می‌تواند مانع ضایعات میکروبی شود ولی در حین نگهداری ماهی، کیفیت آن در نتیجه فاکتورهای متعدد کاهش می‌یابد که یکی از این فاکتورها اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیراشباع می‌باشد که بو و مزه غیرمتعارف تولید می‌کند. مطالعه حاضر نشان داد که پوشش‌های خوراکی صمغ فارسی-کیتوزان و صمغ فارسی-کیتوزان حاوی اسانس سیر می‌تواند به طور مؤثرتری موجب تأخیر در زوال

- [10] Mohammadi, M., Bahramian, S., & Rokhzadi, A. (2016). The effect of chitosan coating and essential oil of *Pistacia atlantica* subsp. *kurdica* on rainbow trout's fat oxidation process during storage. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 25(3), 273-279.
- [11] Motallebi, Y., Ojagh, M., Motallebi, A., & Safari, R. (2017). The effects of chitosan coating combined with natamycin on quality of salted kutum (*Rutilus frisii kutum*) roe during refrigerated storage. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 25(4), 109-120.
- [12] Kumar, M. N. V. R. (2000). A review of chitin and chitosan applications. *Reactive Functional Polymers*, 46(1), 1-27.
- [13] Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., & Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 292-303.
- [14] Ahmadi, A., Hoseini, S. M., Ojagh, S. M., & Rajab Zade, E. (2016). Effects of Persian gum and Basil extract (*Ocimum basilicum*) coating on the quality of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during frozen storage (-18 °C). *Journal of marine sciences and technology*, 15(3), 105-115.
- [15] Sakanaka, S., Tachibana, Y., & Okada, Y. (2005). Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (*Kakinoha-cha*). *Food Chemistry*, 89(4), 569-575.
- [16] No, H. K., Meyers, S. P., Prinyawiwatkul, W., & Xu, Z. (2007). Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A Review. *Journal of Food Science*, 72, 87-100.
- [17] Kong, M., Chen, X. G., Xing, K., & Park, H. J. (2010). Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: a state of the art review. *International Journal of Food Microbiology*, 144, 51-63.
- [18] Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120, 193-198.
- [19] Domard, A. (2011). A perspective on 30 years research on chitin and chitosan. *Carbohydrate Polymers*, 84, 696-703.
- نقره‌ای در طی ۶ ماه نگهداری به صورت منجمد می‌شود و فیله-های ماهی تیمار شده با این ترکیب از کیفیت حسی بالاتری برخوردار بودند.

۱-۵- منابع

- [1] Lin, C. C., & Lin, C. S. (2005). Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. *Food Control*, 16, 169-175.
- [2] Sahoo, J., Kawasra, R. K., & Hooda, S. (2004). Studies on a-tocopherol acetate as an antioxidant in chicken mince on its quality during refrigerated storage. *Journal of Food Science and Technology*, 41(3), 140-243.
- [3] Serdaroglu, M., & Felekoglu, E. (2005). Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. *Journal of Food Quality*, 28, 109-120.
- [4] Foegeding, E. A., Lanier, T. C., & Hultin, H. O. (1996). Characteristics of edible Muscle Tissues. In: Fennema, O.R., Ed., *Food Chemistry*, Marcel Dekker Inc., New York, 902-906.
- [5] Cho, S., Endo, Y., Fujimoto, K., & Kaneda, T. (1989). Oxidative deterioration of lipids in salted and dried sardines during storage at 5 °C. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 541-544.
- [6] Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sanchez, M. E., & Robles-Burgueno, M. R. (2000). Postmortem biochemical characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0 °C. *Journal of Food Science*, 65, 40-47.
- [7] Hedges, N. (2002). Maintaining the quality of frozen fish. In *Safety and Quality Issues in Fish Processing*, Bremer, A., Ed. Woodhead Publishers, Cambridge, England, pp. 379-406.
- [8] Underland, I. (2001). Lipid oxidation in fatty fish during processing and storage. In SC Kestin & P.D. Warris (Eds.), *Farmed Fish Quality*, UK: Fishing News Books, Black Welle Science, pp. 261-275.
- [9] Váscónez, M. B., Flores, S. K., Campos, C. A., Alvarado, J., & Gerschenson, N. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*, 42, 762-769.

- on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 93, 511–520.
- [30] Raeisi, S., Sharifi-Rad, M., Young Quek, S., Shabanpour, B., & Sharifi-Rad, J. (2016). Evaluation of antioxidant and antimicrobial effects of shallot (*Allium ascalonicum* L.) fruit and ajwain (*Trachyspermum ammi* (L.) Sprague) seed extracts in semi-fried coated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets for shelf-life extension. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 112–121.
- [31] Kotakowska, A., Domiszewski, Z., Kozłowski, D., & Gajowniczek, M. (2006). Effects of rainbow trout freshness on n-3 polyunsaturated fatty acids in fish offal. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 723-729.
- [32] Karimi Rezaabad, M., Khodanazary, A., & Hosseini, S. M. (2017). Comparative effect of edible film and coating chitosan on quality properties of Spangled emperor *Lethrinus nebulosus* stored in refrigerator. *Veterinary research and biological products*, 116, 252-263.
- [33] Ghiasvand, Z., & Changizi, R. (2016). Investigation of immersion effect of *Hypophthalmichthys molitrix* fillets in Garlic extract on some qualitative parameters during refrigerated storage. *Scientific research Iranian veterinary journal*, 12(2), 72-84.
- [34] Ucak, I., Ozogul, Y., & Durmus, M. (2011). The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 1157–1163.
- [35] Aubourg, S. P. (1993). Fluorescence study of the prooxidant activity of free fatty acids on marine lipids. *Journal of Food Science and Agriculture*, 81, 385-390.
- [36] Abedi, E., Naseri, M., Ghanbarian, G. A., & Vazirzadeh, A. (2016). Coverage of polyethylene film with essential oils of Thyme (*Thymus daenensis* Celak) and Savory (*Satureja bachtiarica* Bunge) for lipid oxidation control in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during short term storage in the refrigerator. *Journal of food processing and preservation*, 40(3), 483-491.
- [37] Chhibber, S., Kumar, L., & Harjai, K. (2014). Recent update on multiple
- [20] Rahman, M. M., Fazlic, V., & Saad, N. W. (2012). Antioxidant properties of raw garlic (*Allium sativum*) extract. *International Food Research Journal*, 19(2), 589-591.
- [21] Nowzari, F., Shábanpour, B., & Ojagh, S.M. (2013). Comparison of chitosan-gelatin composite and bilayer coating and film effect on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 141(3), 1667-1672.
- [22] Alboghbeish, H., & Khodanazary, A. (2018). Comparative effects of chitosan and nanochitosan coatings enriched with green tea (*Camellia sinensis* L.) extract on quality of Coastal trevally fish (*Carangoides coeruleopinnatus*) during refrigerated storage. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 26(5), 95-109.
- [23] Gholamzadeh, M., Hosseini, E., Eskandari, S., & Hosseini H. (2013). Chemical, microbial and sensory changes of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fish treated with Black cumin (*Nigella sativa* L.) extract during storage at refrigerator. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 22(1), 71-84.
- [24] Moini, S., Rafie, M., Ghazvini, P., & Jalili, S. (2013). A study on the effect of dry salting on fatty acids of Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and the shelf life under the environmental condition. *Journal of Fisheries, Iranian Journal of Natural Resources*, 65(4), 429-438.
- [25] Venugopal, V., & Shahidi, F. (1996). Structure and composition of fish muscle. *Food Reviews International*, 12, 175–197.
- [26] Jeon, C. O., Kamil, Y. V. A., & Shahidi, F. (2002). Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of Herring and Atlantic Cod. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50, 5167-5178.
- [27] Egan, H., Krik, R. S., & Sawyer, R. (1997). *Pearson's Chemical Analysis of Food*. 9th Edition, Edinburgh, Scotland, Churchill. Livingstone, UK, pp. 609-634.
- [28] Natseba, A., Lwalinda, I., Kakura, E., Muyanja, C. K., & Muyonga, J. H. (2005). Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Research International*, 38, 469-474.
- [29] Goulas, A. E., & Kontominas, M. G. (2005). Effect of salting and smoking-method

- [40] Connell, J. J. (1990). Control of fish quality, 3rd ed. London: Fishing News Books, 227p.
- [41] Malle, P., & Poumeyrol, M. (1989). A new chemical criterion for the quality control of fish: Trimethylamine /Total Volatile Basic Nitrogen (%). *Journal of Food Protection*, 52, 419-423.
- [42] Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A., & Savvaidis, I. N. (2010). Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelf-life of refrigerated trout fillets. *Food Microbiology*, 27, 115-21.
- pharmacological benefits of zingerone: a quick review. *Advanced Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*, 2(6), 693–704.
- [38] Rodríguez, Ó., Barros-Velázquez, J., Piñeiro, C., Gallardo, J. M., & Aubourg, S. P. (2006). Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of farmed turbot (*Psetta maxima*). *Food Chemistry*, 95(2), 270–278.
- [39] Weber, J., Bochi, V. C., Ribeiro, C. P., Victorio, A. M., & Emanuelli, T. (2008). Effects of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of Silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Food Chemistry*. 106, 140–146.

Effects of Persian gum-chitosan and Persian gum-chitosan incorporated with Garlic essential oil edible coatings on quality and sensory properties of Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during frozen storage

Raeisi, S. ¹, Ojagh, S. M. ^{1*}, Bitai, S. ²

1. Department of Seafood Technology and Processing, Faculty of Fisheries Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2. Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar- Iran

(Received: 2018/02/24 Accepted:2018/06/03)

Fish and fish products are highly perishable foods due to their high unsaturated fatty acids and high quality of protein contents. So, preservatives are used to prevent or delay their spoilage. With increasing public awareness about the hazards of synthetic preservatives, the tendency to use natural preservatives is increased. In this study, effects of Persian gum-chitosan and Persian gum-chitosan incorporated with Garlic (*Allium sativum* L.) essential oil edible coatings on change in chemical deterioration index include peroxide value (PV), free fatty acids (FFA), thiobarbituric acid index (TBA), total volatile basic nitrogen (TVB-N) and sensory properties (Taste, appearance, color, odor and overall acceptability) during 6 months frozen storage (-18 °C) was investigated. Silver carp fillets were immersed in the Persian gum-chitosan and Persian gum-chitosan incorporated with Garlic essential oil (5%) solutions and then packed and frozen. Experiments were carried out at months 0, 2, 4 and 6 of storage on frozen fillets. Comparing to control, lipid oxidation was significantly delayed in samples treated with Persian gum-chitosan and Persian gum-chitosan incorporated with Garlic essential oil ($P \leq 0.05$). According to the results, application of Persian gum-chitosan incorporated with Garlic essential oil gave the best antioxidative activities and sensory scores.

Keywords: Persian gum, Chitosan, *Allium sativum*, Silver carp

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