(مقاله پژوهشی)

بررسی‌اثر یخ‌پوشانی‌با پوشش‌پولولان و عصاره برگ‌بو برماندگاری ماهی‌قزل‌آلای رنگین‌کمان نگهداری‌شده درفریزر

اوریانا ضرابی[۱]، محمد احمدی[۲*]، مسعود هدایتی فرد[۳]، لیلا گلستان[۲]، ایوب فرهادی[۴]

۱-دانشجوی دکتری،گروه علوم و صنایع‌غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی،آمل، ایران.

۲-استادیار،گروه علوم و صنایع‌غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی،آمل، ایران.

۳-دانشیار،گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاداسلامی، قائم‌شهر، ایران.

۴-دانشیار، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران.

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۶/۲۹

DOI: 10.30495/jfst.2021.1931047.1722

چکیده

در این مطالعه به بررسی تاثیر یخ پوشانی با پوشش پولولان به همراه عصاره برگ بو بر ماندگاری ماهی قزل آلای رنگین‌کمان در شرایط نگهداری در فریزر پرداخته شد. بدین منظور ابتدا عصاره برگ بو با استفاده از امواج اولتراسوند استخراج و ترکیبات تشکیل‌دهنده عصاره تعیین‌گردید. بیشترین ترکیبات عصاره شامل 1,8-Cineole (۵۶/۴۵درصد)، Sabinene (۱۳/۵۵درصد) و α-terpinyl acetate (۹/۳۵درصد) بوده است. سپس ۴ تیمار مورد مطالعه شامل ۱: شاهد، ۲: یخ پوشانی با پولولان، ۳: پولولان + عصاره ppm۷۵۰ و۴: پولولان + عصاره ppm ۱۵۰۰ تولید وپروفایل اسید چرب، شاخص‌بافت، مقادیر عدد پراکسید، تیوباربیوتیک اسید،باکتری‌کل و باکتری سرما دوست طی دوره ۴ ماه نگهداری در فریزر مورد ارزیابی قرارگرفت. بیشترین مقادیر اسید چرب اشباع مربوط به پالمتیک اسید (۱۲/۲۹درصد)، اسید چرب تک غیراشباع اولئیک اسید (۶۰/۹۸درصد) و چند غیر اشباع لینولئیک اسید (۹/۵۵درصد) بود. به طور کلی پوشش پولولان به همراه عصاره سبب‌کند شدن روند افزایشی شاخص‌های فساد اکسیداسیونی و میکروبی نسبت به تیمار شاهد شد و با افزایش غلظت نتایج بهتری مشاهده شد. تغییرات بافت و اسیدهای چرب هم در این تیمارها کمتر بود. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گیری کرد که یخ پوشانی با پوشش خوراکی پولولان به همراه عصاره برگ بو سبب حفظ کیفیت فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان طی دوره نگهداری در فریزر خواهد شد.

واژه های کلیدی: عصاره برگ بو، پوشش خوراکی، یخ‌پوشانی ، فساد اکسیداسیونی، پولولان، فیله ماهی.

*مسئول مکاتبات:Drahmady@gmail.com

۱- مقدمه

ماهی بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهد و یک منبع غنی از پروتئین، چربی، اسیدهای چرب امگا۳، ویتامین‌ها، سلنیوم و کلسیم است. قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، عضواصلی‌خانواده Salmonidae، یک ماهی سردآبی است که به دلیل قابلیت انطباق با شرایط مختلف در بسیاری از نقاط دنیا پرورش می‌یابد. به دلیل کیفیت‌بالای‌گوشت‌وارزش غذایی بالای این ماهی، تقاضای آن طی یک دهه گذشته در بازارهای دنیا افزایش یافته است (۳۲).با وجود ارزشمندی‌خاص‌این‌ماهی، اما به دلایل چندی از جمله وجود مقادیر زیاد اسیدهای‌چرب غیراشباع، تنوع اسیدهای‌آمینه‌وهمچنین‌فلورخاص‌باکتریایی‌موجوددر ماهی، امکان بروزفساد درآن در مقایسه با ماهیان پرورشی‌گرم آبی در طی دوره پس از صید نسبتا بالاتر است. بنابراین با توجه به افزایش مصرف روزافزون این ماهی و نظر به قابلیت فساد زود هنگام آن، مصرف کنندگان خواهان مصرف این ماهی با منشاء طبیعی و با حداقل فرآوری هستند (۱۴). یخ پوشانی مواد غذایی منجمد به طور گسترده‌ای برای جلوگیری از اکسیداسیون‌وتخریب‌آن‌طی‌دوره نگهداری در فریزر استفاده شده می‌شود. یخ پوشانی معمولا بین ۱۰-۴ درصد به کار برده‌می‌شود. لایه‌یخ‌به‌عنوان سدی برای کنترل انتقال رطوبت و جذب اکسیژن عمل می‌کند. علاوه بر این برای بهبود سطح پوشش یخ، انواع مختلفی از مواد لعاب به همراه یخ پوشانی نیز استفاده می‌شود، از جمله پروتئین‌های هیدرولیز شده، پلی‌ساکاریدها و ترکیبات طبیعی (۳۷). یخ‌پوشانی برای محصول به عنوان یک محیط مایع پس از این که محصول منجمد شد اعمال می‌شود، مایع اضافه شده ممکن است بلافاصله پس از انجماد اضافه شود، اما برای کسب بهترین نتیجه و هم‌چنین جلوگیری از توده ای شدن، بهتر است لعاب بعد از دومین لایه از یخ و قبل از بسته‌بندی نهایی اضافه شود. پولولان بیوپلیمری است که عمدتا توسط شبه مخمر *Aureobasidium pullulans* تولید و در ساخت فیلم‌هاوپوشش‌های‌خوراکی‌استفاده‌می‌گردد. *Aureobasidium pullulans* قابلیت تولید نوعی هموپلی‌ساکارید به نام پولولان را به عنوان یک متابولیت ثانوبه به صورت خارج سلولی دارد. پولولان شفاف و خصوصیات مکانیکی مطلوبی دارد و همچنین نفوذ پذیری آن به اکسیژن بالاست. لعاب خوراکی می‌تواندبه‌عنوان‌حامل‌ترکیبات ضد میکروبی‌وآنتی‌اکسیدانی مختلف مثل اسیدهای‌آلی، آنزیم‌ها (لیزوزیم)، ضد قارچ (بنومیل) و ضدمیکروب طبیعی نظیر ادویه‌ها و اسانس‌های روغن مورد استفاده قرار بگیرد. به این منظور اسانس‌ها با ترکیبات‌ضدمیکروبی‌درترکیب‌بامومادبسته‌بندی‌قرارمی‌گیرند و درنتیجه لعاب تولیدی موجب کاهش بار میکروبی و مواد غذایی و افزایش ماندگاری آن‌ها می‌شود. (۱۳). برگ بو با نام علمی *Laurus nobilis* L درخت یا درختچه‌ای همیشه سبز به ارتفاع ۱۵-۲۰ متر و دوپایه است. کاشت و پرورش درخت برگ بو در ایران در دوره قاجاریه آغاز شد. برگ گیاه سبز تیره، بیضی شکل و به طول ۱۱-۳ سانتی متر، نوک تیز، معطر و زیبا هستند و دارای دمبرگ کوتاه به رنگ سبز متمایل به قرمز است. میوه آن کوچک به رنگ ارغوانی تیره و به اندازه دانه انگور است. از نظر ترکیبات شیمیایی طبق تحقیقات انجام شده مشخص شده است که آلفا توکوفرول ایزومرعمده دراندام‌های رویشی‌گیاه برگ بو می‌باشدودر برگ‌ها فلاونوئیدها، لاکتون سسکوئی ترپنوئید، آلکالوئیدهای ایزوکوئینولین و اسیدهای فنولی وجود دارد. مقدار آلفا توکوفرول در برگ‌های گیاه برگ بو به شدت بالابوده وریشه‌های‌آن حاوی مقدار بالایی فلاونوئید می‌باشد (۹و ۳۴). Tometri و همکاران (۳۴) به بررسی تاثیر عصاره برگ‌بو(*Laurus nobilis*)درافزایش‌عمرماندگاری گوشت چرخ‌شده گاو طی دوره نگهداری ۱۶ روزه در یخچال مورد بررسی قرارگرفت. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که عصاره برگ بو دارای خاصیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی می باشد به طوری‌که فیله حاوی۱۵۰۰ppm عصاره برگ بو روند فساد میکروبی و اکسیداسیونی در فیله‌های‌گوشت را به‌طورمعنی‌داری به تعویق انداخت. Moosavi-Nasab و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی یخ پوشانی میگوی منجمد با استفاده از هیدروکلوئید کیتوزان به منظور بهبود ویژگیهای کیفی‌آن پرداختند. میزان بازده پس از لعاب‌دهی، افت در

اثر انجماد، میزان آبچک، میزان آبچک بعد از پخت، میزان آبچک پس از باز شدن یخ، عدد پراکسید و خصوصیات حسی(رنگ، بو، بافت و پذیرشکلی) نمونه‌های میگو در زمان صفرانجماد و پس از ۱ ماه نگهداری بهصورت منجمد، اندازه‌گیری و ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که فرآیند یخ پوشانی میگو با محلول ۲درصدکیتوزان به‌عنوان روشی مؤثر در حفاظت از میگوی منجمد عمل می‌کند و این فرآیند در مقایسه با یخ پوشانی با آب، تیمار متابی سولفیت سدیم و شاهد از تأثیرمطلوب‌تری برخوردار است. با توجه به مطالب بیان شده، هدف از این مطالعه بررسی اثرات آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی‌پوشش‌خوراکی‌پولولان‌به همراه اسانس برگ بودرافزایش‌عمرماندگاری فیله ماهی قزل آلای رنگین‌کمان یخ‌پوشانی شده طی دوره نگهداری در فریزر بوده است.

۲-مواد و روش ها

۲-۱-مواد اولیه

برگ‌های‌گیاه‌برگ‌بو(*Laurusnobilis*) از درختان شهرک خزرشهر واقع در استان مازندران تهیه، بعد از تأیید نام علمی از سوی گروه کشت و توسعه انستیتو گیاهان دارویی (گروه زارعت آقای دکتر محمودی) قسمت‌های زائدآن جدا و بلافاصله پس از شستشو خشک شد. سپس در آون تحت خلأ با درجه‌حرارت ۵۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۴۵ دقیقه خشک وتوسط‌خردکن کاملا پودر و تا زمان انجام آزمایش در بسته‌بندی‌های ویژه غیرقابل نفوذ به آب (رطوبت) درجه حرارت۲۵ درجه‌سانتی‌گراد نگهداری گردید. ۲۰ عدد ماهی قزل آلا با وزن ۵۰±۴۵۰ از یکی از مزارع پرورش ماهی در شهرستان آمل خریداری با رعایت شرایط صحیح و مناسب به آزمایشگاه منتقل و پس از سرزنی، تخلیه امعا و احشاء، کندن پوست و استخوان گیری ماهیان، با آب سرد شست وشو داده شد. سپس حدود ۶۰ فیله ۲ ±۱۰۰ گرمی تهیه شد وتا زمان انجام آزمایش (کمتر از یک ساعت) در یخچال (۴±۱ ^{o}C) نگهداری شد. پولولان از شرکت هایاشی بارا ژاپن‌خریداری‌شد.کلیه‌مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان تهیه شد و دارای درجه تجزیه ای بود.

۲-۲-استخراج عصاره با امواج اولتراسوند

۱۰گرم نمونه گیاه برگ بو با ۱۰۰ میلی لیتر از اتانول: آب (۵۰:۵۰) در دمای (۴۵ درجه‌سانتی‌گراد) و زمان (۲۰ دقیقه) در حمام اولتراسوند در ۲۰ KHz عصاره‌گیری شد. سپس محلول‌ها با کاغذ واتمن شماره ۱ صاف و حلال‌ها توسط تبخیرگردان تحت خلاء تبخیر شد. عصاره حاصله تا زمان انجام‌آزمایش دردمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. آنالیز عصاره توسط دستگاه گاز کروماتوگراف طیف نگار جرمی (Hewlett Packard) HP-5973(MS /GC، آمریکا)، نوع‌ستون، HP-5MS به‌طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فاز ساکن ۰/۳۲ میکرون صورت گرفت. برای این منظور ابتدا عصاره گیاه با سولفات سدیم بدون آب، آب‌گیری و پس از تزریق به دستگاه MS /GC با استفاده از ضرایب بازداری هریک از اجزای تفکیک شده وطیف‌جرمی‌آن‌هاومقایسه‌با استاندارد،ترکیبات‌تشکیل‌دهنده عصاره شناسایی شد. دمای آون از ۴۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۵۰درجه‌سانتی‌گرادباسرعت ۲/۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه افزایش یافت. از گاز هلیوم با سرعت جریان ۱/۱ میلی لیتر در دقیقه و از انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت استفاده شد (۱۶).

۲-۳-تهیه محلول پولولان

به‌منظورآماده‌سازی‌پولولان‌خالص۱۰درصد (وزنی-حجمی) وگلیسرول۱درصد(وزنی-حجمی)درآب مقطرحل می‌شود، محلول‌با همزن‌مغناطیسی مگنت دار (rpm۵۰۰) بر ۲۰ دقیقه با دمای۹۰ درجه‌سانتی‌گراد هم‌زده شد .گلیسرول به عنوان نرم‌کننده برای بهبود خاصیت مکانیکی لعاب به‌کار برده شد (۱۳).غلظت‌های مختلف عصاره برگ بو در دو سطحppm ۷۵۰ و۱۵۰۰ به محلول پولولان که دمای آن به ۲۵درجه سانتی‌گراد رسیده بود اضافه گردید.

۲-٤-آماده سازی نمونه‌ها

به منظوریخ‌پوشانی یا لعاب‌دهی فیله‌ها، مقدارمعینی ازفیله‌ها را درکیسه‌های پلاستیکی از جنس پلی‌اتیلن با دانسیته بالا قرارداده‌شدوکیسه‌هادرون‌جعبه‌های‌کارتنی مقاوم به رطوبت قرارداده و در دستگاه منجمدکننده صفحه‌ای برای۶ساعت

دردمای۴۵- درجه سانتی‌گراد منجمد گردید. سپس فیله‌ها را ازبسته بندی‌خارج کرده و برای چند لحظه درمحلول‌های مختلف‌پولولان‌قرارداده‌شد.فیله‌هابسته‌بندی‌و درمنجمدکننده صفحه‌ای‌منجمدکرده‌و سپس درفریزر۲۰-درجه سانتی‌گراد برای دوره زمانی۴ ماه آزمایش نگهداری و در زمان صفر،۱، ۲، ۳ و۴ماه برای بررسی و انجام آزمایش‌های میکروبی و شیمیایی نمونه‌برداری شد (۲۶).

۲-۵-آزمایشات

۲-۵-۱-تعیین پروفایل اسیدهای چرب

برای شناسایی اسیدچرب، نمونه چربی به دست آمده بعد از یکنواخت‌شدن با n- هگزان رقیق شده و متیله شد و برای شناسایی‌اسیدچرب‌به‌دستگاه‌گازکروماتوگرافی(GC)تزریق شد.

۲-۵-۱-۱- متیله کردن

به ۱گرم از نمونه ۱۵ میلی لیتر بنزن، ۴۵ میلی لیتر متانول و ۰/۵ سی سی‌اسیدسولفوریک غلیظ اضافه شد و به مدت ۱/۵ ساعت روی اجاق‌کجلدال‌ریفلاکس شد و با استفاده از مبرد آبی بعد از این مدت نمونه سرد و به دکانتور منتقل شد و ۲ بار با ۲۵ میلی لیتر اتر سبک (۴۰/۶۰) استخراج شد و حاصل استخراج با آب شست وشو داده شد تا اسیدی نباشد و ومجددا نمونه با استفاده ازدستگاه روتاتورخلا خشک و حاصل بار دیگر در اتر دوپترول حل و به دستگاه گاز کروماتوگرافی‌منتقل شد.

۲-۵-۱-۲- مشخصات دستگاه

طول ستون ۶۰ متر،قطر خارجی ستون ۰/۳۲ میلی لیتر و قطر داخل‌ستون ۰/۲۵ میلی‌لیترو درجه حرارت تزریق ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت دتکتور۲۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم‌شد. دستگاه به مدت ۲ دقیقه در درجه حرارت ۱۰۰ درجه‌سانتی‌گراد قرار داده شد سپس با سرعت ۱۰ درجه در هردقیقه به۱۸۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و به مدت ۵ دقیقه در این دما نگه داشته شد بعد از آن به میزان ۳ درجه در هر دقیقه دما را تا رسیدن به ۲۲۰ درجه افزایش داده شد و به مدت ۱۰ دقیقه در این دما نگه داشته شد (۲۰).

۲-۵-۲-آنالیز مشخصات بافت (TPA)

هرنمونه مورد آزمایش با ۳ تکرار در دمای اتاق و با دستگاه بافت‌سنج انجام شد. برای هرتیمار سه نمونه با سیلندر (با قطر ۲/۵ سانتیمتر) از وسط هرفیله جدا شد و تحت آزمون فشار دو مرحله‌ای قرارگرفت. نمونه‌ها تا۴۰درصد از ارتفاع اصلی خود با گوی‌های استوانه‌ای با مقطع دایره‌ای به قطر ۵ سانتی‌متر و سرعت حرکت ۵ میلی متر/ثانیه فشرده شد (۲۹). فراسنجه‌های مشخصات بافت شامل سختی و قابلیت جویدن مشخص شد.

۲-۵-۳-عدد پراکسید

آزمون‌پراکسیدمیزان‌محصولات‌اولیه‌اکسیداسیون (هیدروپراکسیدها) را اندازه‌گیری می‌کند. روند تغییرات عدد پراکسید نمونه‌ها مطابق روش AOAC (۳) تعیین شد.

۲-۵-٤-عددتیوباربیتوریک اسید

آزمون تیوباربیتوریک اسید محصولات ثانویه اکسیداسیون (مالون‌دی‌آلدهید)رااندازه‌گیری‌می‌کند. این آزمون بر اساس روش AOAC (۳) انجام شد.

۲-۵-۵-اندازه‌گیری شاخص‌های میکروبی

برای‌شمارش‌باکتریایی‌نمونه‌ها، ۱۰گرم‌ازنمونه‌ماهی درشرایط استریل‌با۹۰میلی‌لیترمحلول‌کلریدسدیم۰/۸۵مخلوط‌و هموژن شد و متعاقب آن رقت‌های متوالی(10^{-2}تا10^{-10})تهیه گردید. یک‌میلی‌لیترازهررقت‌برای‌کشت باکتری‌هابه‌روش پورپلیت[1] مورد استفاده قرارگرفت. شمارش تعداد باکتری‌های‌کل و باکتری‌های سرمادوست‌درمحیط‌پلیت‌کانت آگار[2] به ترتیب در دماهای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ روز و ۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز با شمارش‌کلنی‌های موجود برروی پلیت انجام گرفت.تمامی شمارش‌ها به صورت log CFU/g گزارش گردید (۱۷).

۲-٦-تجزیه و تحلیل آماری

کلیه‌آزمایش‌هادرطرح‌آزمایشی کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام‌شد و نتیجه به صورت میانگین با انحراف معیار گزارش

1-Pour Plat
2- Plate Count Agar

گردید. آنالیز آماری تیمارها توسط جدول آنالیز واریانس (ANOVA) با استفاده ازنرم افزار (SPSS version 18) صورت‌گرفت. برای بیان تفاوت معنی‌داری میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ استفاده شد و شکل‌ها با نرم افزار Microsoft Excel ترسیم شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تعیین‌ترکیبات تشکیل‌دهنده عصاره برگ بو

باتوجه به نتایج (جدول ۱)، در مجموع ۱۹ ترکیب با مجموع ۹۹/۴۸ درصد شناسایی شد. بیشترین ترکیبات عصاره شامل 1,8-Cineole(۴۵/۹۴درصد)،Sabinene(۱۱/۵۵درصد)، 3-Carene(۸/۷۵ درصد) و D-Limonene(۷/۲۷درصد) بوده است. Fatima و همکاران (۱۰) نیز اعلام نمودند اصلی‌ترین‌ترکیبات‌برای‌اسانس‌برگ بو شامل 1,8-cineole (به۳۰/۹۰درصد)، sabinene (۹/۶ درصد)، α-terpinyl acetate(۷/۸ درصد)، linalool(۴/۹-۹/۵ درصد) بود. در مطالعه بیان شده عمده ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده عصاره برگ‌بو، 1,8-Cineole بود. تفاوت‌جزئی‌درمقادیر ترکیبات در مطالعات متنوع به منطقه جغرافیایی رویش، زمان برداشت گیاه، شرایط محیطی و فصلی، روش خشک کردن و عصارهگیری از اندام‌های مختلف و در نهایت تفاوت ژنتیکی گیاه بستگی دارد (۱۱، ۲۱).

جدول ۱-ترکیبات شیمیایی عصاره برگ بو

ردیف	ترکیبات	درصد
۱	1,8-Cineole	٤٥/٩٤
۲	Sabinene	۱۱/٥٥
۳	3-Carene	۸/۷٥
٤	D-Limonene	۷/۲۷
٥	α-terpinyl acetate	٥/۳٥
٦	α-Pinene	٤/۷٥
۷	Methyleugenol	۳/۹٥
۸	linalool	۳/۳۳
۹	eugenol	۱/۹۸
۱۰	p-cymene	۱/۹٥
۱۱	myrcene	۱/۰۸
۱۲	γ-terpinene	۰/۹۹
۱۳	β-Pinene	۰/۸٥
١٤	β-Myrcene	۰/۷۸
١٥	pinocarvone	۰/۳۹
١٦	α-terpineol	۰/۲٥
۱۷	carvacrol	۰/۱٥
۱۸	Linalyl acetate	۰/۰۹
۱۹	α-ylangene	۰/۱۲
مجموع		۹۹/٤۸

۳-۲- ترکیب اسدهای چرب

امروزه‌مصرف‌ماهی‌به‌عنوان‌یک‌منبع‌پروتئینی‌به‌جای دیگر منابع پروتئینی، باعث‌سوق‌دادن‌صنعت‌آبزی‌پروری‌به سمت تولید فرآورده‌های با کیفیت بالا شده است. یکی از مهم‌ترین معیارها برای تعیین‌کیفیت گوشت ماهی، میزان اسیدهای‌چرب ضروری و غیرضروری آن می‌باشد. بیشترین مقادیراسیدچرب‌اشباع‌مربوط(جدول۲) به پالمتیک اسید (۱۳/۹۵درصد)، اسید چرب تک غیراشباع اولئیک اسید (۳۳/۶۵درصد) و چند غیراشباع لینولئیک‌اسید(۱۲/۲۵درصد) بود.تحقیقات‌نشان داده‌که در تمامی آبزیان که تاکنون مورد ارزیابی‌قرارگرفته‌اند، اسیدپالمتیک بیشترین مقدار را در میان اسیدهای چرب اشباع‌شده داشته است بعضی از اسیدهای چرب اشباع برای سلامتی مفید نیستند به همین دلیل در رژیم‌غذایی بعضی ازاسیدهای چرب اشباع را با اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه یا اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه جایگزین می‌کنند(۵). اسیدهای چرب اشباعی مثل اسید میرستیک‌و اسید پالمیتیک می‌توانند باعث افزایش کلسترول بد شود. اسید استئاریک بر سلامتی تاثیری ندارد با جایگزین کردن اسیدهای چرب اشباع با اسیدهای چرب غیراشباع با یک یا چند پیوند دوگانه می‌توان باعث کاهش بیماری و پیشرفت بهبود سلول ها شد (۸).

جدول ۲- پروفایل اسید چرب ماهی قزل آلای رنگین کمان در تیمارهای مختلف در انتهای دوره نگهداری

فرمول	نام اسید چرب	شاهد (روز صفر)	شاهد	پولولان	پولولان+۷۵۰ ppm	پولولان+۱۰۰۰ppm
C14:0	مریستیک اسید	۰/۲۹^{c}	۰/۳۵^{a}	۰/۳۱^{b}	۰/۳۲^{b}	۰/۳۳^{ab}
C16:0	پالمتیک اسید	۱۳/۹۵^{c}	۱۶/۹۸^{a}	۱۵/۰۶^{b}	۱٤/۰۵^{b}	۱٤/۱۱^{b}
C18:0	استئاریک اسید	۱۱/٤۵^{a}	۵/۸۷^{d}	٦/۲۵^{c}	٦/۸۸^{b}	٦/۹۵^{b}
C20:0	آراشیدیک اسید	۰/۷۵^{a}	۰/۵۹^{b}	۰/۵۵^{b}	۰/۵۵^{b}	۰/۵۳^{b}
C22:0	بهینک اسید	۰/۳۵^{c}	۰/٤۰^{b}	۰/٤۲^{ab}	۰/٤۵^{a}	۰/٤۲^{ab}
SFA	مجموع اشباع	۱۸/۰۳^{a}	۱۷/۷۰^{b}	۱۷/٤۸^{c}	۱۷/٦۸^{b}	۱۷/٦۸^{b}
C16:1	پالمیتولئیک	۲/۰۵^{b}	۲/۲۵^{a}	۲/۲۱^{a}	۲/۲۹^{a}	۲/۲۵^{a}
C18:1	اولئیک	۳۳/٦۵^{c}	٤۱/۹۵^{a}	٤۰/۲۵^{b}	۳۹/۳۵^{b}	۳۹/۵۵^{b}
C20:1	ایکوزانوئیک	۱/٦۹^{c}	۲/٤۵^{a}	۲/۱۵^{b}	۲/۱۸^{b}	۲/۱٤^{b}
MUFA	تکی (منوئن)	۳۷/۳۹^{c}	٤٦/٦۵^{a}	٤٤/٦۱^{b}	٤۳/۸۲^{b}	٤۳/۹٤^{b}
C18:2n-6	لینولئیک اسید	۱۲/۲۵^{a}	۱۰/۹۸^{c}	۱۱/۰۵^{bc}	۱۱/۲۳^{b}	۱۱/۳۹^{b}
C18:3n-3	آلفا لینولنیک اسید	۰/۷۵^{a}	۰/۵۹^{b}	۰/۵۵^{b}	۰/۵۵^{b}	۰/۵۳^{b}
C20:3n-3	ایکوزا ترینوئیک اسید	۰/۳۵^{c}	۰/٤۰^{b}	۰/٤۲^{ab}	۰/٤۵^{a}	۰/٤۲^{ab}
C20:2n-6	ایکوزانوئیک اسید	۰/۳۵^{a}	۰/۱۵^{c}	۰/۱۸^{c}	۰/۲۵^{b}	۰/۲٦^{b}
C20:4n-6	آراشیدونیک اسید	۰/۲۵^{a}	۰/۰۹^{b}	۰/۱۱^{b}	۰/۰۹^{b}	۰/۱۲^{b}
C20:5n-3	ایکوزاپنتانوئیک اسید	٤/۵۹^{a}	۳/۳۹^{c}	٤/۰۰^{b}	٤/۰۵^{b}	٤/۰٤^{b}
C22:5n-3	دکوزاپنتانوئیک اسید	۰/۲۹^{c}	۰/۳۹^{b}	۰/٤۲^{a}	۰/٤۵^{a}	۰/٤۲^{a}
C22:6n-3	دوکوزاهگزانوئیک اسید	۸/۲۵^{a}	٦/۲۵^{d}	۷/۰۵^{c}	۷/۵۵^{b}	۷/٦۵^{b}
PUFA	چندگانه (پلی ئن)	۲٦/۷۳^{a}	۲۱/٦٤^{d}	۲۳/۲٦^{c}	۲٤/۰۹^{b}	۲٤/٤۲^{b}
UFA	مجموع غیراشباع	٦٤/۲٤^{b}	٦۸/۲۹^{a}	٦۷/۸۷^{a}	٦۷/۹۱^{a}	٦۸/۳٦^{a}
n-3	امگا-۳	۹/۸۷^{a}	۷/۱۲^{d}	۸/۲۲^{c}	۸/٤۲^{bc}	۸/٦٦^{b}
n-6	امگا-٦	۲۱/۱۰^{a}	۱۷/٤۷^{d}	۱۸/۳۹^{c}	۱۹/۱۲^{b}	۱۹/٤۲^{b}
n-3/n-6	امگا ۳/ امگا ٦	۱/٤۱^{a}	۱/٤۰^{a}	۱/۳٤^{b}	۱/۳۸^{b}	۱/۳۸^{b}

*حروف کوچک متفاوت در هر ردیف (a, b) نشان دهنده اختلاف معنی دار آماری (P<۰/۰۵) می باشد.

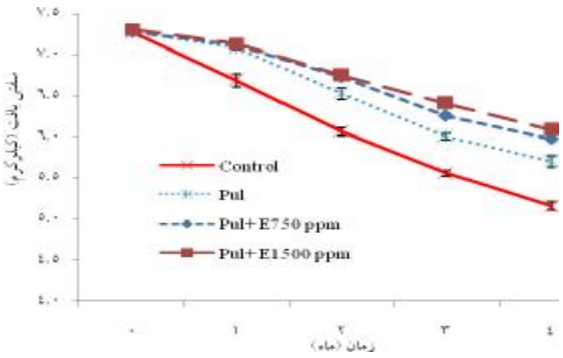
شکری و همکاران(۱) بیشترین مقادیر اسید چرب اشباع قزل‌آلای‌رنگین‌کمان(قائمشهر)رااستئاریک‌اسید(۱۴/۰۸درصد) و پس از آن پالمتیک اسید (۱۱/۶۴درصد)، اسید چرب تک غیراشباع‌اولئیک‌اسید(۲۷/۶۱درصد)وچندغیراشباع لینولئیک اسید(۱۶/۲۵درصد)گزارش نمودند.نتایج مربوط به مطالعات مذکورتفاوت جزئی با مطالعه حاضر داشت، به صورت کلی تفاوت در اسیدهای چرب ماهی خود بر اساس رژیم غذایی، و نیز با اندازه، سن، شرایط تولید مثل، و شرایط محیطی، به خصوص درجه حرارت آب، است که می تواند محتوای چربی و ترکیب اسیدهای چرب را تغییر دهد (۳۰). میزان ایکوزاپنتانوئیک اسید(EPA)(C20:5n-3) در ماهی قزل‌آلا، ۴/۵۹درصدو میزان دوکوزا هگزانوئیک اسید(DHA)(C22:6n-3) در ماهی‌قزل آلا ۸/۲۵ درصد می باشد. در رژیم‌های غذایی معمولا برای‌کودکان و افراد بزرگسال حداقل روزانه میزان ۵۰۰ میلی‌گرم از اسیدهای چرب اسید ایکوزاپنتانوئیک و اسیددوکوزاهگزانوئیک‌بایدوجودداشته باشد که نشان‌دهنده اهمیت‌بالای‌ماهی‌قزل‌آلا می باشد. در انتهای دوره نگهداری مقادیراسیدهای‌چرب مذکور در تمامی تیمارها کاهش یافت و این کاهش در تیمار شاهد بالاتر بود، اما در انتهای دوره نگهداری در تمامی تیمارها از محدوده بالایی از اسیدهای چرب مذکور برخوردار بود. مجموع اسید چرب غیراشباع (UFA) در مطالعه حاضر بالاتر از مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) می‌باشد. با توجه به ارزش بالای اسیدهای چرب غیراشباع، این ماهی،ماهی با ارزشی می باشد. یکی از شاخص های مهم و کلیدی برای بررسی ارزش تغذیه‌ای ماهی نسبت PUFA/SFA است. حداقل میزان توصیه شده شاخص PUFA/SFA برابر با ۰/۴۵ می‌باشد (۱۲). که در مطالعه حاضر این نسبت برای ماهی قزل آلا ۰/۹۴ می‌باشد، که نشان‌دهنده ارزش تغذیه‌ای بالای این ماهی می‌باشد. در انتهای دوره نگهداری مقادیراین نسبت در برخی تیمارها کاهش‌و در برخی‌افزایش‌یافت اما در انتهای دوره نگهداری در تمامی تیمارها از محدوده بالایی‌ازاسیدهای‌چرب مذکور برخوردار بود و بیشتر از محدوده مجاز بود.

نسبت مجموع اسیدهای چرب امگا۳- و امگا۶-در مطالعه حاضر حدود ۱/۴۱ می‌باشد. این نسبت شاخص مهم دیگری جهت مقایسه ارزش تغذیه‌ای روغن ماهیان می‌باشد. مصرف امگا۳-و امگا۶- برای بدن ضروری است اما بدن به نسبتی از این‌دواسیدچرب نیاز دارد که در رژیم غذایی معمول کنونی یافت نمی‌شود. لزوم‌مصرف‌متعادل‌این‌دواسیدچرب ضروری به این خاطر که این دو اسیدچرب با یکدیگر بر سر آنزیم‌ها رقابت‌می‌کنند. یعنی هرگاه اسیدچرب‌امگا-۶ بیش ازامگا-۳ مصرف‌گردد، فقط اسید چرب امگا-۶ متابولیزه شده و بدن قادر نمی‌باشد از اسید چرب امگا-۳ استفاده کند. دلیل دوم این امرخواص متفاوت این دواسیدچرب است. بنابراین از آن‌جایی که‌دررژیم‌غذایی انسان اسید چرب امگا-۶ به اندازه کافی وحتی بیش از نیاز مصرف می‌شود باید مصرف‌امگا-۳ را افزایش داد (۲۷). در صورتی‌که این نسبت بالاتر از ۰/۵ درصد باشدمطلوب است (۳۶). اما Lenas و همکاران (۱۹) اعلام نمودند نسبت بالاتراز۱درصدنشان‌دهنده ارزش‌غذایی وکیفیت بالاتر چربی ماهی می‌باشد. در مطالعه حاضر این نسبت‌رای‌ماهی‌قزل‌آلابا۱/۴۱درصد می باشد،که‌نشان‌دهنده ارزش‌تغذیه‌ای‌بالای‌آن‌می‌باشد.مقادیر اسیدهای چرب اشباع (SFA)درابتدای‌دوره‌نگهداری‌بالاترازانتهای دوره نگهداری بود.مقادیراسیدهای‌چرب‌تک-غیراشباع(MUFA) با افزایش زمان نگهداری افزایش‌یافت وبالاترین مقادیر در تیمار شاهد درانتهای‌دوره نگهداری مشاهده شد. مقادیر اسیدهای چرب غیراشباع (PUFA) با افزایش زمان نگهداری‌کاهش یافت و کمترین‌مقادیردرتیمارشاهد درانتهای‌دوره نگهداری مشاهده شد. نتایج‌کلی‌مطالعه‌حاضرنشان‌داد، دوره نگهداری در سرما تاثیر منفی بر روی اسید چرب نداشت و تنها تغییرات جزئی درمقادیراسیدچرب‌مشاهده‌شد.این‌نتایج با نتایج De Castro وهمکاران (۷) هم‌خوانی‌داشت.آن‌هابه بررسی۳ گونه ماهیان آب‌شیرین (کپور معمولی، تیلاپیای نیل و تامباکو) پرداختند. نتایج نشان داد طی ۴۵ روز نگه داری این ماهیان در شرایط انجماد، ترکیب اسیدهای‌چرب تغییرمعنی‌داری نداشت. همچنین‌شکری‌وهمکاران(۱)نیزاعلام نمودند مقادیر پروفایل

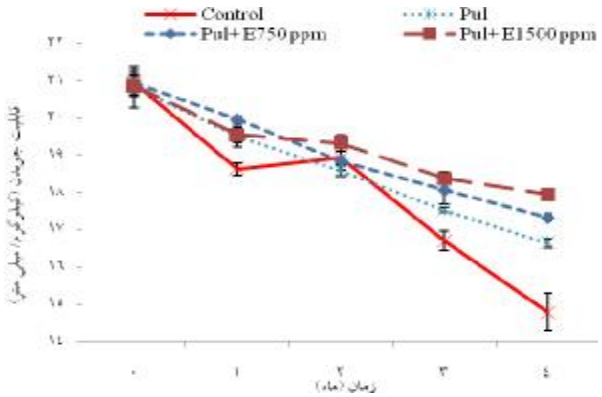
اسید چرب ماهی قزل آلای رنگین کمان طی دوره ۳ ماه نگهداری در فریزر تغییر چندانی نمی کند.

۳-۳- بررسی بافت ماهی

بافت ماهی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های‌فیزیکی‌تأثیرگذار بر کیفیت وپذیرش‌آن می‌باشد. نتایج مربوط به سفتی بافت (شکل۱) و قابلیت جویدن (شکل۲) در مطالعه حاضر باهم همخوانی‌داشت به طوری که‌با افزایش‌زمان‌مقادیرسفتی بافت و قابلیت‌جویدن‌درتمامی‌تیمارها کاهش یافت و این تغییرات در تیمار شاهد بیشتر بود ($P<0.05$). اکسیداسیون چربی‌ها و دناتوراسیون‌پروتئین‌هامنجر به تغییر در یکپارچگی عضلات، دناتوراسیون و تجمع پروتئین‌های‌میوفیبریلی‌درگوشت ماهی می‌شود. افزودن پوشش‌وعصاره‌سبب‌کندشدن روند تغییرات بافت گوشت‌ماهی‌شدکه‌احتمالاً به دلیل اثر محافظتی پوشش به همراه عصاره بر اکسیداسیون لیپیدها است (۲۲)، هم‌چنین بیانگرفعالیت ضدمیکروبی واثر بازدارندگی عصاره برگ بو در برابررشد میکروبی و فعالیت‌آنزیم‌های‌ذاتی گوشت ماهی نیز می‌باشد که در این حالت تجزیه کلاژن و پروتئین‌های میوفیبریلی‌به‌تأخیرافتادوبنابراین‌بافت‌گوشت ماهی دستخوش تغییرات‌اندکی‌طی‌دوره نگهداری خواهدشد (۱۸). با افزایش غلظت‌عصاره نتایج بهتری مشاهده شد که این امر نشان‌دهنده افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره با افزایش غلظت می‌باشد. نتایج مشابهی توسط Alizadeh Behbahani و همکاران(۲) در مورد استفاده از پوشش خوراکی موسیلاژ بالنگوی‌شهری درترکیب با اسانس زیره سبزگزارش گردید. آن‌هانیزاعلام‌نمودندبا افزایش‌زمان‌مقادیرسفتی بافت گوشت گاودرتمامی‌تیمارهاکاهش‌یافت و پوشش خوراکی به همراه اسانس‌سبب‌کندشدن‌روندکاهشی این پارامتر نسبت به تیمار شاهد شد.



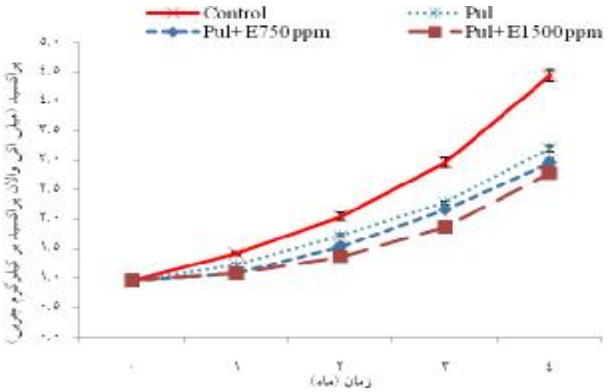
شکل۱-تغییرات سفتی بافت در تیمارهای مختلف طی فرآیند نگهداری



شکل۲- تغییرات قابلیت جویدن در تیمارهای مختلف طی فرآیند نگهداری

۳-٤- بررسی‌مقادیرعدد پراکسید

شاخص‌پراکسیدمیزان کل‌هیدروپراکسیدها را نشان می‌دهد و یکی‌ازشاخص‌های‌ارزیابی کیفی‌بسیارر‌ایج‌چربی‌هاوروغن‌ها طی‌تولیدونگهداری‌است.نتایج‌مربوط‌به‌عددپراکسید(شکل۳) نشان داد، میزان عدد پراکسید در طول زمان درهمه‌تیمارها افزایش یافت ($P<0.05$). در مجموع مقایسه میزان عدد پراکسید نمونه شاهد نسبت به ما بقی تیمارها در دوره های مختلف نگهداری حاکی از آن بود که تیمارهای حاوی نگهدارنده،روندافزایش‌عدد پراکسید را نسبت به تیمار شاهد کندکرد. یخ‌پوشانی با پوشش پولولان سبب کندشدن روند افزایشی عدد پراکسید نسبت به تیمار شاهد شد، به طورکلی پوشش‌های‌زیست تخریب پذیرنفوذپذیری بسیارکمی نسبت به‌اکسیژن ودی‌اکسیدکربن‌دارند. بنابراین‌پوشش‌تشکیل شده روی سطح فیله‌های ماهی به طور قابل ملاحظه‌ای نرخ تماس محصول‌را با اکسیژن کاهش داده که از سرعت اکسیداسیون اولیه چربی‌ها و متعاقب آن تشکیل هیدروپرواکسیدها کاسته می‌شود (۲۴). لایه یخ خشک شده روی سطح فیله ماهی پس از لعاب‌دادن ممکن است در برابر انتشار اکسیژن مقاوم باشد، بنابراین ممکن است اکسیداسیون چربی را در فیله‌های ماهی‌لعاب‌دارتاخیربیندازد(۳۱). همچنین‌مقادیرعدد پراکسید در تیمارهای حاوی عصاره‌کمتر بود،کمتر بودن مقادیر عدد پراکسید به علت ترکیبات فنلی موجود در عصاره می باشد، زیرا ترکیبات فنولیک با غیر فعال کردن رادیکال‌های آزاد چربی‌و رادیکال های پراکسی از اکسیداسیون جلوگیری می‌کنند بعضی از گونه‌های‌گیاهان دارویی دارای ترکیبات متفاوتی‌هستند ولی‌به طورعمده حاوی پلی‌فنول‌ها می باشند، که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند و به همین دلیل می‌توانند زمان نگهداری‌گوشت ماهی را بالا ببرند. با افزایش درصد عصاره‌این خاصیت افزایش یافت. مطالعات متعددی گزارش شده است که اثرآنتی اکسیدانی عصاره‌های گیاهی وابسته به میزان دوزشان‌است (۲۸، ۳۴). میزان‌مجازپراکسیددر گوشت برای‌مصرف انسانی ۵ میلی‌اکی‌والان/ کیلوگرم چربی است (۳۸). درانتهای‌دوره‌نگهداری‌میزان پراکسیددرتمامی تیمارها از محدوده مجازی برخوردار بود.

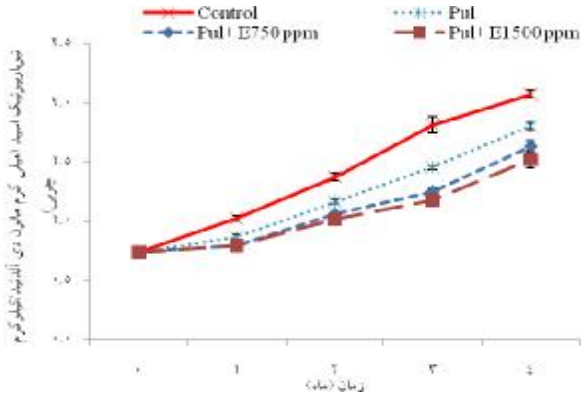


شکل۳- تغییرات عدد پراکسید در تیمار های مختلف طی فرآیند نگهداری

۳-۵-بررسی مقادیر عدد تیوباربیوتیک اسید

باافزایش‌زمان مقادیر تیوباربیوتیک اسید (شکل ۴) در تمامی تیمارهاافزایش یافت ($P<0.05$). روند افزایشی این شاخص به دلیل‌افزایش‌آهن‌آزاد و دیگر پراکسیدان‌ها در ماهیچه و همچنین‌تولیدآلدئیدهاازمحصولات ثانویه حاصل از شکست هیدروپراکسیدها است (۲۸). با توجه به نتایج آنالیزآماری دراکثر روزها بیشترین مقادیر در تیمار شاهد ،مشاهده شد . به طورکلی پوشش‌های زیست تخریب پذیر نفوذپذیری بسیارکمی‌نسبت به اکسیژن و دی‌اکسیدکربن دارند. بنابراین پوشش تشکیل شده روی سطح فیله‌های ماهی به طور قابل ملاحظه‌ای نرخ تماس محصول را با اکسیژن کاهش داده که از سرعت اکسیداسیون اولیه چربی‌ها ومتعاقب‌آن تشکیل هیدروپرواکسیدها کاسته می‌شود (۳۵). هم‌چنین می‌توان اظهار داشت که یخ پوشانی فیله ماهی تأثیر مثبتی برکاهش اکسیداسیون لیپید وکندکردن تولیدمتابولیت‌های چربی دارد (۳۹). افزودن عصاره برگ بو سبب‌کند شدن روند افزایشی

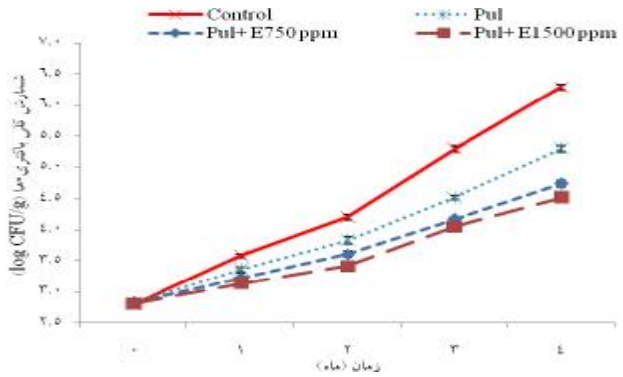
عدد تیوباربیوتیک اسید شد. امکان استفاده مؤثر از گیاهان خشک‌وعصاره‌ی‌آن‌ها به منظور کاهش اکسیداسیون چربیها در فرآورده‌های‌گوشتی وجود دارد. ترکیبات موجود در عصاره‌ها اهداکننده‌ی مناسب الکترون و پروتون بوده و رادیکال‌های واسطه‌ی آنها به دلیل پدیده‌ی حرکت الکترون درحلقه‌بنزن و فقدان محل حساس به حمله ی اکسیژن، بسیار پایدار می‌باشد. ترکیبات موجود در عصاره برگ بو شامل 1,8-Cineole درعصاره‌دارای‌خاصیت‌خنثی‌سازی‌رادیکالهای آزادهستند و همچنین قادر به مهارکردن یون‌های فلزی مانند Fe^{+2} می باشند و به این ترتیب سرعت شکل‌گیری مولکول اکسیژن‌فعال‌کاهش‌می‌یابد(۲۳).نتایج‌مشابهی‌توسط Tometri و همکاران (۳۴) درمورداستفاده ازعصاره برگ بو بر مقادیر تیوباربیوتیک‌اسیدگوشت چرخ‌شده گزارش گردید. به طور کلی‌میزان‌تیوباربیوتیک‌اسید۲میلی‌گرم‌مالون‌دی‌آلدهید/گرم گوشت به عنوان محدودیت مصرف در نظر گرفته می‌شود و آن‌زمانی‌است که بوی فساد درگوشت قابل کشف خواهد بود (۶). در انتهای دوره نگهداری میزان تیوباربیوتیک اسید در تمامی تیمارها به جز تیمار شاهد در فیله ماهی از محدوده مجازی برخوردار بود.



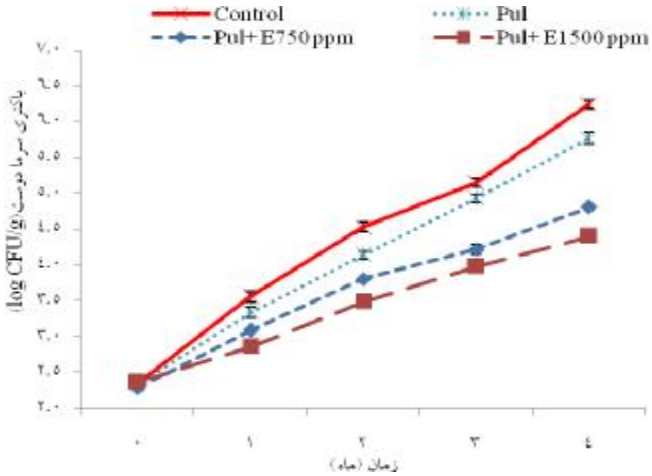
شکل٤- تغییرات عدد تیوباربیوتیک اسید در تیمار های مختلف طی فرآیند نگهداری

۳-۶-مقادیر شمارش کلی باکتری‌ها و باکتری سرما دوست طی مدت نگهداری

در مطالعه حاضر نتایج مربوط به شمارش کلی باکتری‌ها (شکل ۵) و باکتری سرمادوست (شکل ۶) با هم، هم خوانی داشت، به طوریکه با توجه به نتایج در اکثر روزها بیشترین مقادیر باکتری سرما دوست و شمارش کلی باکتری‌ها در تیمار شاهد، مشاهده شد پوشش دهی و یخ پوشانی سبب کند شدن روند افزایشی مقادیر باکتری شد ($P<0.05$). که این امر به علت ویژگی ممانعت کنندگی یخ پوشانی با پوشش خوراکی در برابر نفوذ اکسیژن باشد که برای رشد باکتری‌های هوازی و باکتری‌های سرمادوست (مانند گونه-های *سودوموناس*، *شوانلا*، *فلاووباکتریوم*- *ترومونا*س) ضروری است. از رشد و فعالیت متابولیکی باکتری‌های سرمادوست (به عنوان اصلی ترین عامل فساد گوشت ماهی و محصولات گوشتی در شرایط هوازی و در دماهای پایین) که قادر به تجزیه اسیدهای آمینه و گلوکز تحت این شرایط می باشند، کاسته می‌شود (۳۳). همچنین افزودن عصاره سبب کند شدن روند افزایش شمارش کلی باکتری‌ها و باکتری سرمادوست شد. کمتر بودن بار شمارش کلی باکتری‌ها در تیمارهای حاوی عصاره می‌تواند ناشی از ترکیبات فنولی نظیر سینول می‌باشد. ترکیبات فنولی موجود در عصاره‌های گیاهی غشای خارجی میکروارگانیسم‌ها را تخریب کرده و سبب خروج لیپوساکاریدها و افزایش نفوذپذیری غشای سیتوپلاسمی به ATP می‌شود. خروج ATP منجر به تمام شدن ذخیره انرژی سلول و مرگ سلول می‌شود (۱۵). خاصیت ضد میکروبی نگهدارنده های طبیعی به غلظت مورد استفاده آنها بستگی دارد و با افزایش غلظت، خاصیت ضد میکروبی آنها افزایش می یابد (۱۷، ۲۸ و ۳۴).



شکل٦-تغییرات مقادیر باکتری کل در تیمارهای مختلف طی‌فرآیند نگهداری



شکل۷-تغییرات مقادیر باکتری سرمادوست در تیمار های مختلف طی‌فرآیند نگهداری

٤- نتیجه‌گیری

نتایج‌مربوط‌به‌مطالعه حاضر نشان داد که به طورکلی پوشش پولولان به همراه عصاره سبب کند شدن روند افزایشی شاخص‌های‌فساداکسیداسیونی‌و بارمیکروبی نسبت به تیمار شاهدشد. هم‌چنین‌تغییرات‌بافت‌هم در این تیمارها کمتر بود. با توجه به‌نتایج به دست‌آمده می‌توان نتیجه‌گیری‌کرد که یخ پوشانی با پوشش‌خوراکی پولولان به همراه عصاره برگ بو باغلظت۱۵۰۰ ppm سبب حفظ کیفیت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از لحاظ شاخص‌های کیفی شیمیایی، میکروبی وافزایش ماندگاری در فریزر نسبت به سایر تیمارهامی‌شود. مطالعات بیشتر با سایر ماهیان و یخ پوشانی با پوشش‌های دیگربه‌همراه‌عصاره‌های‌بومی ممکن است نتایج امیدوارکننده در این زمینه ارائه دهد.

٥-منابع

۱. شکری، ف.، هدایتی فرد، م و رفتنی‌امیری، ز. ۱۳۹٤. اثر تخلیه احشایی بر ویژگی‌های حسی، میکروبی، شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب ماهی‌قزل‌آلای‌رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). طی‌نگه‌داری در ۱۸- درجه سلسیوس. *بهداشت مواد غذایی*، دوره۵، شماره۱، ۵۱-۳۵.

2. Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., Jooyandeh, H. 2020. Improving oxidative and microbial stability of beef using Shahri Balangu seed mucilage loaded with Cumin essential oil as a bioactive edible coating. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 24(2): 101563.

3. AOAC. 2005. Official Method of Analysis (17th ed). Washington, DC: *Association of Official Analytical chemists*.
4. Bagheri, R., Izadi Amoli, R., Tabari Shahndash, N., Shahosseini, S. R. 2016. Comparing the effect of encapsulated and unencapsulated fennel extracts on the shelf life of minced common kilka (*Clupeonella cultriventris* caspia) and *Pseudomonas aeruginosa* inoculated in the mince. *food science and nutrition*, 4(2):216–222.
5. Baum, S. J., Kiris-Etheron, P. M., Willett, W.C. 2021. Fatty acid incardiovascular health and disease. *A comprehensiveupdate. J. Clin.lipido*. 6: 216-234.
6. Campo, M. M., Nute, G., Hughes, S., Enser, M., Wood, J. D., Richardson, R. I. 2006. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72: 303–311.
7. De Castro, F. A. F., Sant'Ana, H. M. P., Campos, F. M., Costa, N. M. B., Silva, M. T. C., Salaro, A. L.2007. Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cookingprocesses. *Food Chemistry*, 103:1080-1090.
8. FAO (Food andAgricultural Organization). 1998. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome, Italy.
9. Farhoosh, R., Tavakkoli, J., Hadad Khodaparast, M. H. 2008. Chemical composition and oxidative stability of kernel oils from two current subspecies of Pistacia atlantica in Iran. *Journal of American oil chemistry society*, 15: 379-385.
10. Fatima, Z., Bendjersi, M., Fairouz Tazerouti, A., Radia Belkhelfa-Slimani, B., Bahia Djerdjouri, D., Brahim, Y., Meklati, M. 2016. Phytochemical composition of the Algerian Laurus nobilis L. leaves extracts obtained by solvent-free microwave extraction and investigation of their antioxidant activity. *Journal of Essential Oil Research*.
11. Fidan, H., Stefanova, G., Kostova, L., Stankov, S., Damyanova, S., Stoyanova, A., Zheljazkov, V. 2019. Chemical Composition and Antimicrobial Activityof Laurus nobilis L. Essential Oils from Bulgaria. *Molecules*, 24: 804.
12. HMSO. 1994. Committee on medical aspects of food policy, nutritional aspects of cardiovascular disease, department of health report on health and social subjects, No. 46, London.
13. Hedayati rad, F., sharifan, A., Khodayian Chegini, F., hossini, E. 2013. Antimicrobial activity of Pullulan film incorporated with Artemisia sieberi essential oil. *J Fasa Univ Med Sci*, 3(2):130-135.
14. Hosseini, S. V., Shahhosseini, G., Jamali, A., Ziaei, K. 2020. Assessment of oil-in-water nanoemulsion based on sunflower oil on the quality of rainbow trout during refrigerated storage. *Journal of Fisheries*, 73(3): 483-496.
15. Jan Khan, N., Khan, Z., Sukhcharn, S .2017. Stinging nettle (Urtica dioica L.): a reservoir of nutrition and bioactive components with great functional . *J. Of Food Measurement*, 11:423–433.
16. Jalali, M., Ariiai, P., 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. *J Food Sci Technol*, 53 (7):757-765.
17. Javadian, S. R., Shahoseini, S. R., Ariaii, P. 2017. The effects of liposomal encapsulated thyme extract on the quality of fish mince and *Escherichia coli* O157: H7 inhibition during refrigerated storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26 (1): 115-123.
18. Kiarsi, Z., Hojjati, M., Behbahani, B. A., Noshad, M. 2020. In vitro antimicrobial effects of Myristica fragrans essential oil on foodborne pathogens and its influence on beef quality during refrigerated storage. *Journal of Food Safety*, 12782.
19. Lenas, ., Chatziantoniou, S., Nathanailides, C., Triantafillou, D. 2011. Comparison of wild and farmed

Malaysian waters. *Food chemistry*, 73: 55-60.
28. Rashidaie Abandansarie, S. S., Ariaii, P., Charmchian Langerodi, M. 2019. Effects of encapsulated rosemary extract on oxidative and microbiological stability of beef meat during refrigerated storage. *Food Sci Nutr*, 7: 3969– 3978.
29. Rodríguez-Carpena, J., Morcuende, D., Estévez, M. 2012. Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. *Meat Science*, 90:106–115.
30. Saito, H., Yamashiro, R., Alasalvar, C., Konno, T. 1999. Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily caesioninae (*Caesio diagramma* and *C. tile*) and family siganidae (*Siganus canaliculatus*). *Lipids,* 34:1073-1082.
31. Sathivel, S., Liu, Q., Huang, J., Prinyawiwatkul, W. 2007. The influence of chitosan glazing on the quality of skinless pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. *Journal of Food Engineering*, 83:366–373
32. Shakour, N., Khoshkhoo, Z., Akhondzadeh Basti, A., Khanjari, A., Mahasti Shotorbani, P. 2021. Investigating the properties of PLA-nanochitosan composite films containing Ziziphora Clinopodioides essential oil and their impacts on oxidative spoilage of Oncorhynchus mykiss fillets. *Food Sci Nutr*, 00:1–13.
33. Tabatabaei Yazdi, F., Alizadeh Behbahani, B., Vasiee, A., Roshanak, S., Mortazavi, A. 2017. Production of an antimicrobial edible coating based on Plantago major seed mucilage in combination with Heracleum persicum essential oil: its properties and application in beef. *Microbiology in Food Industries*, 3:1-21.
34. Tometri, S. S., Ahmady, M., Ariaii, P. 2020. Extraction and encapsulation of Laurus nobilis leaf extract with nano-liposome and its effect on oxidative, microbial, bacterial and sensory properties of minced beef. *Food Measure*.

sea bass (*Dicentrarchus labrax* L) lipid quality. *Procedia Food Sci*, 1: 1139–1145.
20. Luthria, D. L. 2004. Oil Extraction and Analysis. *The American Oil Chemists Society*, 274 p.
21. Mahdavi, V., Hosseini, E., Sharifian, A. 2018. Effect of edible chitosan film enriched with anise (*Pimpinella anisum* L.) essential oil on shelf life and quality of the chicken burger. *Food science and nutrition*, 6 (2):269-279.
22. Masoumi, B., Abbasi, A., Mazloomi, S. M. 2018. The Effect of Saffron on Microbial, Physicochemical and Texture Profile of Chicken (Breast) Meat Stored in Refrigerator. *Int J Nutr Sci*, 3(3):164-170.
23. Mohamed, H. M., Mansour, H. A. 2012. Incorporating essential oils of marjoram and rosemary in the formulation of beef patties manufactured with mechanically deboned poultry meat to improve the lipid stability and sensory attributes. *LWT-Food Science and Technology*, 45(1):79-87.
24. Mohan, C. O., Ravishankar, C. N., Lalitha, K. V., Srinivasa Gopal, T. K. 2012. Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) during chilled storage. *Food Hydrocolloids,* 26(1):167-174.
25. Mohseni, M., Pourkazemi, M., Karaminasab, M., Rastravan, M. 2019. Effect of different dietary protein levels on growth, carcass biochemical composition and apparent digestibility coefficient in juvenile Caspian trout (*Salmo trutta caspius*). *isfj*. 28(2) :165-177.
26. Moosavi-Nasab, S., Moosavi-Nasab, A., Mesbahi, M., amalian, J., Maghsoudlou, Y. 2013. Ice-glazing of Frozen Shrimp Using Chitosan Hydrocolloid For Improving Its Qualitative Properties. *Electronic Journal of Food Processing and Preservation*, 5(2):1-17.
27. Osman, H., Suriah, A., Law, E. 2001. Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in

35. Valipour, F., Ariaii, P., Khademi, D., Nemati, M. 2017. Effect of chitosan edible coating enriched with eucalyptus essential oil and α-tocopherol on silver carp fillets quality during refrigerated storage, 37(1):12295.
36. Vujkovic, G., Karlovic, D., Vujkovic, I., Vorosbaranyic, I., Branislava Jovanovic, B. 1999. Composition of muscle tissue lipids of silver carp and bighead carp. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76:475-480.
37. Wang, J,. Yu, W,. Xie, J. 2021. Effect of Glazing with Different Materials on the Quality of Tuna During Frozen Storage. *Foods* 2020, 9: 231.
38. Yanar, Y. 2007. Quality Changes of Hot Smoked Catfish (*Clarias Gariepinus*) During Refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods*, 18: 391-400.
39. Žoldoš, P., Popelka, P., Marcinčák, S., Nagy, J., Mesarčová, L., Pipová, M., Jevinová, P., Nagyová, A., Maľa1, P. 2011. The effect of glaze on the quality of frozen stored Alaska Pollack (*Theragra chalcogramma*) fillets under stable and unstable conditions. *ACTA VET.BRNO*, 80: 299–304.

(Original Research Paper)

Evaluation Of The Effect Of Icing With Pullulan and Bay Leaf Extract On The Shelf Life of Rainbow Trout During Storage In The Freezer

Oriana Zarabi[1], Mohammad Ahmady[2*], Masoud Hedayati Fard [3] , Leila Golestan [2], Ayyoub Farhadi[4]

1-PhD student of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
3- Associate Professor, Fisheries Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Qaemshahr branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.
4-Associate Professor, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

Received:19/05/2021 Accepted:20/09/2021

Abstract

In this study, the effect of icing covered with pullulan with bay leaf extract on the shelf life of rainbow trout under freezer conditions was investigated. For this purpose, first the bay laef extract was extracted using ultrasound waves and the constituents of the extract were determined. The most common components of the extract were 1,8-Cineole (56.45), Sabinene (13.55) and α-terpinyl acetate (9.35). Then 4 studied treatments including 1: control, 2: icing with pullulan, 3: pullulan+ extract at 750 ppm and 4: pullulan+ extract at 1500 ppm were produced and profile of fatty acid, index texture, peroxide value, thiobarbiotic acid, total amounts of bacteria and psychrotrophic counts bacteria during the 4 month storage period in the freezer were evaluated. The highest levels of saturated fatty acid were palmitic acid (12.29%), monounsaturated fatty acid oleic acid (60.98%) and polyunsaturated linoleic acid (9.55%). In general, coating of pullulan with the extract slowed down the increasing trend of oxidative and microbial spoilage indices compared to the control treatment and with increasing concentration, better results were observed. Also, texture changes and fatty acids were less in these treatments. According to the obtained results, it can be concluded that in general, icing with edible coating of pullulan along with bay leaf extract maintains the quality of fish fillets during storage in the freezer.

Keywords: Bay leaf Extract, Edible Coating, Icing, Oxidative Spoilage, Pullulan, Fish Fillet.

*Corresponding Author:: Drahmady@gmail.com