



## آغشته‌سازی فیلم پلی اتیلن با اسانس آویشن دناپی (*Thymus daenesis*) و مرزه کوهی (*Satureja bakhtiarica*) جهت کنترل اکسیداسیون چربی فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری کوتاه مدت در یخچال

\*محمود ناصری<sup>۱</sup>، غلامعباس قنبریان<sup>۱</sup> و آریا وزیرزاده<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>استادیار گروه شیلات بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۳۱

### چکیده

در این تحقیق تأثیر آغشته‌سازی فیلم پلی اتیلن با اسانس آویشن دناپی (*T. daenesis*) و مرزه کوهی (*S. bakhtiarica*) برای کنترل اکسیداسیون چربی فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) طی پانزده روز نگهداری در دمای یخچال بررسی شد. در فواصل سه روزه شاخص‌های حسی و کیفیت چربی بررسی شد و با نمونه شاهد (فیلم پلی اتیلن بدون پوشش اسانس) مقایسه گردید. استفاده از اسانس آویشن و مرزه در بسته‌بندی موجب محدود شدن فساد هیدرولیتیک گردید. مقادیر بیشتر مزدوج‌های دی ان در نمونه شاهد، توسعه بیشتر فساد چربی در این تیمار را نشان داد در حالی که افزایش محصولات اولیه اکسیداسیون چربی پس از آغشته‌سازی فیلم با اسانس آویشن و مرزه به ترتیب تا روز دوازدهم و پانزدهم مهار گردید. روند تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی پس از استفاده از اسانس در فیلم بسته‌بندی محدود شد اما اختلاف معنی‌داری ناشی از نوع اسانس مشاهده نگردید ( $p < 0/05$ ). استفاده از اسانس آویشن و مرزه موجب بهبود پذیرش کلی و طعم محصول شد. در طول دوره نگهداری ارزش شاخص‌های حسی تمامی نمونه‌ها کاهش یافت اما این تغییرات با نرخ بسیار بیشتری در نمونه شاهد پیش رفت.

**واژه‌های کلیدی:** اسانس، فیلم پلی اتیلن، فساد چربی، آویشن دناپی، مرزه کوهی، قزل‌آلای رنگین‌کمان

### مقدمه

کارایی بالای چربی ماهی در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها، موجب استفاده روز افزون از این منبع مفید غذایی شده است (ناصری و همکاران، ۲۰۱۳). این امر به دلیل وجود مقادیر فراوان اسیدهای چرب چند غیراشباع به خصوص ایکوزاپنتانویک اسید (EPA) و دکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) در

ترکیب چربی ماهی است (ناصری و همکاران، ۲۰۱۳). علی‌رغم اثرات مفید چربی، بروز پدیده اکسیداسیون در کنار فعالیت‌های آنزیمی و میکروبی پس از صید، موجب کاهش شدید دوره ماندگاری ماهی می‌شود (رضایی و حسینی، ۲۰۰۸).

ایجاد شرایط سرد و بهداشتی جهت حمل و نگهداری، از جمله راه کارهای مفید برای افزایش زمان ماندگاری محسوب می‌گردد. از آنجا که

\*مسئول مکاتبه: [Mnaseri@shirazu.ac.ir](mailto:Mnaseri@shirazu.ac.ir)

اندام‌های گیاهی تهیه و به‌عنوان روغن‌های فرار، روغن‌های اتری و یا روغن‌های اساسی محسوب می‌گردند. اسانس‌ها با تأثیر منفی بر طیف گسترده‌ای از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی، نقش بارزی در کنترل عوامل فساد دارند (برت، ۲۰۰۴). مکانیسم اثر این ترکیبات، ورود به قسمت چربی غشاء سلولی و ایجاد اختلال در ساختمان غشاء و دفع ترکیبات حیاتی به خارج سلول می‌باشد. از سوی دیگر اسانس با تأثیر بر روی آنزیم‌های مسئول تولید انرژی موجب اختلال و در نهایت مرگ میکروارگانیسم می‌شود (پل و همکاران، ۲۰۰۲).

در کنار اثرات پاداکسنده و ضد میکروبی اسانس‌های گیاهی، تأثیر مثبت برخی از آن‌ها بر طعم و بوی محصولات شیلاتی می‌تواند آن‌ها را به‌عنوان عامل مطلوب در بسته‌بندی‌های فعال مطرح سازد. بنابراین در هنگام استفاده از این ترکیبات علاوه‌بر توجه به اثرات مثبت مذکور توجه به تغییر خواص حسی و فیزیکوشیمیایی ضروری است (کرولیکروسکا و همکاران، ۲۰۰۸).

در مطالعات قبلی اثرات پاد اکسندگی و ضد میکروبی اسانس آویشن و مرزه کوهی به اثبات رسیده است (سلطان‌دلال و همکاران، ۲۰۱۲؛ صمدیان و همکاران، ۲۰۱۳؛ سفیدکن و همکاران، ۲۰۰۷). استفاده از این دو گیاه به‌عنوان طعم دهنده نیز رایج و متداول است. اما امکان کاربرد آن‌ها به‌عنوان عامل محافظ در بسته‌بندی فعال طی دوره نگهداری کوتاه مدت در یخچال مورد بررسی قرار نگرفته است. در تحقیق حاضر ضمن تولید بسته‌بندی فعال به کمک اسانس این دو گیاه، تغییرات شیمیایی و حسی (طعم، بو، رنگ و ...) ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی یک دوره نگهداری پانزده روزه (در یخچال) در کنار بسته‌بندی پلی اتیلن خنثی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

واکنش‌های نامطلوب ناشی از فعالیت‌های میکروبی، آنزیمی و اکسیداتیو تحت شرایط نگهداری سرد، با سرعت کمتر ادامه می‌یابند، نگهداری در سرما نیز به‌طور کامل از فساد و افت کیفیت محصولات دریایی جلوگیری نمی‌نماید (رضایی و همکاران، ۲۰۰۷).

استفاده از پوشش‌های پلی‌اتیلنی برای حفاظت و بسته‌بندی مواد غذایی در یخچال رایج و متداول است. این امر به دلیل قیمت مناسب، دسترسی آسان، سهولت بسته‌بندی، بازدارندگی در برابر گازها، بخار آب و تنش‌های مکانیکی می‌باشد. در سال‌های اخیر استفاده از پوشش‌های فعال برای حفاظت از مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته است. دلیل این امر برتری‌های فراوان این روش نسبت به بسته‌بندی‌های رایج و خنثی می‌باشد. در پوشش‌های فعال، به مواد بسته‌بندی اجازه داده می‌شود با ماده غذایی، محیط یا هر دو اثر متقابل داشته و نقش فعال در نگهداری ماده غذایی ایفا نماید (تفرشی و همکاران، ۲۰۱۳).

از انواع مهم بسته‌بندی فعال، بسته‌بندی ضداکسایشی است که حین نگهداری مواد غذایی (حاوی چربی ناپایدار)، با آزاد کردن پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان) از فساد اکسایشی چربی جلوگیری می‌کند (بوردي و همکاران، ۲۰۰۸). در برخی مناطق به‌منظور افزایش دوره نگهداری فرآورده‌های شیلاتی، از مواد ضد میکروبی و پاداکسنده مصنوعی استفاده می‌شود (لوپز مالو و همکاران، ۲۰۰۵). این در حالی است که امروزه مصرف‌کنندگان آگاهی بیشتری در مورد عوارض استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی داشته و متقاضی غذاهای سالم‌تر، طبیعی‌تر و همراه با کنترل بیشتر هستند (لوپز مالو و همکاران، ۲۰۰۵).

استفاده از اسانس‌های گیاهی به‌واسطه خواص ضد میکروب و پاداکسنده، به‌عنوان یک روش مکمل طبیعی جهت افزایش دوره ماندگاری مورد توجه است. اسانس‌ها، مایعات روغنی معطری هستند که از

## مواد و روش‌ها

برای انجام پژوهش حاضر از مواد مصرفی شامل: برگ خشک مرزه کوهی و آویشن دنايي، فیلم پلی اتیلن با دانسیته پایین (LDPE) با ضخامت ۵۰ میکرومتر، دانسیته ۹۲۲ kg/m<sup>3</sup>، شفاف، ساخت شرکت پنگوئن (ایران)، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، حلال‌های شیمیایی اتانول، متانول، کلروفرم ساخت شرکت مجللی (ایران)، ۱- بوتانل و ۲- تیوبایتوریک اسید ساخت شرکت مرک (آلمان) استفاده شد.

به‌منظور تهیه اسانس از مرزه کوهی و آویشن دنايي گیاهان مدنظر در فصل بهار به‌ترتیب از استان کهگیلویه و بویر احمد و فارس جمع‌آوری گردید. پس از خشک نمودن نمونه‌ها در فضای تاریک، عملیات آسیاب نمودن به‌وسیله خرد کن نانیوا (مدل ۳۱۲، ۲۶۰ وات، ایران) انجام شد. برای استخراج اسانس از بافت خشک شده گیاهی از سیستم هیدرودیستیلیسیون و تجهیزات کلونجر استفاده شد. نمونه‌ها پس از ۳ ساعت اسانس‌گیری از ستون دستگاه جدا گردیدند. به کمک سرنگ، اسانس از بخش جمع‌آوری کننده دستگاه خارج و فرایند آبیگری به‌وسیله سولفات سدیم خشک انجام شد. در انتهای عملیات، اسانس‌های حاصله به ظروف درب دار تیره منتقل و تا قبل از آزمایش‌های مدنظر، در دمای یخچال نگهداری شد (سفیدکن و همکاران، ۲۰۰۷).

بیست و یک عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن متوسط ۵۰۰ گرم و طول متوسط ۳۰-۳۵ سانتی‌متر از مزارع پرورش قزل‌آلای یاسوج تهیه و بلافاصله همراه با یخ به آزمایشگاه مرکزی بخش مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه شیراز منتقل گردید. پس از وزن کردن ماهی، سر و باله‌ها جدا و شکم آن خالی و متعاقباً عملیات شستشو انجام شد. ماهی‌ها

ابتدا به شکل پروانه‌ای فیله و در ادامه به چهار بخش تقریباً برابر تقسیم شدند.

فیلم پلی اتیلن شفاف به‌صورت دولایه با دانسیته پایین و ضخامت ۵۰ میکرومتر از شرکت پنگوئن تهیه شد. به کمک آب مقطر طی دو مرحله فرآیند شستشو انجام گردید. پس از خشک شدن فیلم، به‌منظور ایجاد پوشش میزان ۰/۳ میلی‌لیتر اسانس استفاده شد. جهت پوشش کامل سطح فیلم‌ها، عملیات پاشش قبل از ورود فیله انجام و از طریق مالش مستقیم سطوح متقابل، بهترین پراکنش ممکن حاصل گردید. درون هر بسته ۵۰۰ گرم فیله وارد شد. از آنجا که هر ماهی به چهار بخش تقسیم شده بود سعی شد درون تمامی بسته‌ها از قسمت‌های مختلف قدامی و انتهایی ماهی استفاده شود. در انتها پس از بسته شدن فیلم‌ها، بسته‌ها به یخچال آزمایشگاهی (کویکا، ایران) منتقل و دمای یخچال روی ۴ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. جهت مقایسه پوشش‌های تهیه شده با بسته بندی معمول، چهار بسته ۵۰۰ گرمی ماهی بدون انجام فرآیند پوشش به‌عنوان نمونه شاهد تهیه و تحت شرایط یکسان با سایر تیمارها به‌مدت پانزده روز در یخچال نگهداری و آزمایش‌های شیمیایی با فواصل سه روزه انجام شد.

**تعیین میزان چربی و رطوبت:** به‌منظور تعیین رطوبت از روش خشک کردن در آون (AOAC<sup>1</sup>) در دمای ۱۰۰±۲ درجه استفاده شد. جهت استخراج و اندازه‌گیری چربی، از روش بلای و دایر (۱۹۵۹) استفاده شد. تمامی آزمایشات انجام شده (شیمیایی و حسی) در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ با سه تکرار انجام پذیرفت.

**آنالیز کیفی چربی:** پس از استخراج چربی و محاسبه چربی کل، میزان اسیدهای چرب آزاد و

1- Association of Official Analytical Chemists

برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. به‌منظور آنالیز مقادیر کمی به‌دست آمده از آزمایش‌های شیمیایی پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک (Shapiro-Wilk) و همگنی واریانس‌ها به‌وسیله آزمون لون (Leven) از تجزیه واریانس یک طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها در صورت همگنی واریانس‌ها از آزمون اس ان کا (SNK) و در صورت عدم همگنی واریانس‌ها از آزمون دانت تی ۳ (Dannet T3) استفاده شد. لازم به ذکر است که حداقل تکرار جهت آزمایش‌های شیمیایی ۳ بار بود و تمامی مراحل تجزیه و تحلیل، خطای مجاز برای رد فرضیه  $H_0$ ، ۵ درصد در نظر گرفته شد. به‌منظور بررسی اثر تیمارها بر خصوصیات حسی نمونه‌ها از آزمون کوروسکال والیس و آزمون من ویتنی یو برای احراز اختلاف معنی‌دار تیمارهای مورد آزمایش استفاده گردید.

تیوباریتوریک اسید به روش ایگان و همکاران (۱۹۸۱) تعیین گردید. مزدوج‌های دی ان به روش کیم و لابلای (۱۹۸۷) اندازه‌گیری شد.

**ارزیابی حسی:** ارزیابی حسی نمونه‌ها در هر دوره زمانی توسط حداقل پنج فرد آموزش دیده<sup>۱</sup> غیر ماهر<sup>۲</sup> انجام شد. شاخص‌های حسی وضعیت ظاهری پوست، بو، رنگ و بافت مطابق با طرح زیر در پنج درجه کیفی دسته‌بندی شد. در روز نخست جهت ارزیابی اثر اسانس‌های گیاهی بر طعم ماهی، پس از انجام تیمار آغشته‌سازی، بخشی از نمونه‌ها با استفاده از سرخ کن تفال (مدل ویسالیس، فرانسه) تحت دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد طی مدت ۵ دقیقه عمل‌آوری شدند (ناصری و همکاران، ۲۰۱۳). نمونه‌های سرخ شده همانند سایر شاخص‌ها توسط تیم آزمایشگر بر اساس جدول زیر مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. در طرح درجه‌بندی به کیفیت عالی (۵)، کیفیت مناسب (۴)، کیفیت خوب (۳)، کیفیت متوسط (۲) کیفیت بد (۱) نمره اختصاص داده شد. نمره ۳ به عنوان حد قابل قبول برای مصارف انسانی در نظر گرفته شد. با بهینه‌سازی طرح سعی شد برآورد کلی در زمینه استفاده از اسانس‌ها توسط گروه آزمایشگر مورد بررسی قرار گیرد. از همین رو در پایان از گروه آزمایشگر خواسته شد دیدگاه خود از لحاظ کلی نسبت به استفاده از اسانس‌های مورد استفاده را بیان نمایند.

### تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق تأثیر سه تیمار متفاوت (پوشش بدون اسانس، پوشش با اسانس آویشن و پوشش با اسانس مرزه کوهی) مورد آزمون قرار گرفت. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (۲۱) و

- 1- Trained
- 2- Non expert

جدول ۱- نحوه امتیازدهی در خصوص ارزیابی حسی.

خواص کیفی		امتیاز		برآورد کلی	
وضعیت ظاهری پوست	بافت	رنگ	بو	طعم	
				استفاده از اسانس موجب کاهش طعم ماهی به شکل نامطلوب گردیده است	
	ساختار مشابه بافت ماهی، بافت تکه‌ای و یکپارچه است. با ایجاد تنش مکانیکی حالت اولیه بافت تغییر نمی‌کند.	سفید و شفاف، داخل گوشت اندکی ظاهر صورتی دارد.	بو مشابه ماهی تازه قزل آلا است.	تازه، ترد و مطبوع، طعم و رایحه معمول ماهی قابل درک است. حین جویدن با کمی حس الاستیکی بافت رشته‌ای گوشت تا حدودی قابل درک است.	۱- ماهی به شکل نامطلوب گردیده است ۲- کاهش طعم طبیعی ماهی شدید و نامطلوب است.
پوست تا حدودی درخشندگی خود را از دست داده است.	ساختار مشابه بافت ماهی، بافت تکه‌ای اما پارگی‌های جزئی در بافت قابل رویت است.	سفید اندکی مات اما هنوز ظاهر صورتی داخل گوشت دیده می‌شود.	بو مشابه ماهی تازه قزل آلا است.	طعم ماهی قابل درک است اما از ترد و تازه بودن کمی کاسته شده، حین جویدن حس الاستیکی بافت و لمس رشته‌های آن تا حدودی از بین رفته است.	تأثیر استفاده از اسانس شدید و غیر قابل تحمل است. تأثیر اسانس باعث بهبود جزئی طعم ماهی گردید.
				استفاده از اسانس باعث بهبود طعم ماهی شده به صورتی که استفاده از این روش مطلوب به نظر می‌رسد.	
درخشندگی و رنگ پوست تغییر کرده است.	بافت خرد شده، حالت له شدگی و نرم شدن دیده می‌شود، با ایجاد تنش مکانیکی حالت اولیه بافت تغییر می‌نماید.	زرد مومی با ظاهری غیر شفاف و کدر است. رنگ صورتی داخل گوشت دیده نمی‌شود.	بوی ماهی، اما اندکی بوی ترشیدگی هم حس می‌شود.	طعم و رایحه ماهی از بین رفته است. رایحه روغن فاسد شده اندکی حس می‌شود.	استفاده از اسانس باعث بهبود شدید طعم ماهی شده است.
				استفاده از اسانس باعث بهبود شدید طعم ماهی شده است.	
				استفاده از اسانس باعث بهبود شدید طعم ماهی شده است.	
پوست فاقد درخشندگی است و رنگ آن محو شده است.	بافت به شدت له شده اما اندکی بافت تکه‌ای دیده می‌شود.	زرد مایل به قهوه‌ای	بوی ترشیدگی کاملاً محسوس و نامطبوع	طعم فساد روغن غالب شده، رایحه ترشیدگی در دهان به شدت محسوس است.	۲- ماهی شده به صورتی که استفاده از این روش مطلوب به نظر می‌رسد.
	بافت حالت خمیری داشته، به شدت تکه تکه یا له شده و بافت یکپارچه اصلاً دیده نمی‌شود.	بوع تعفن شدید، قهوه‌ای تیره	بوی ترشیدگی به شدت به مشام می‌رسد.	ترشیدگی شدیداً مزه را عوض نموده، مزه به تلخی متمایل شده، بافت در دهان حالتی از له شدگی مثل فرنی را دارد.	۳- ماهی شده به صورتی که استفاده از این روش مطلوب به نظر می‌رسد.

### نتایج و بحث

داده شده است. طی دوره نگهداری، میزان رطوبت نمونه شاهد به شکل معنی‌داری کاهش یافت ( $p < 0/05$ ). کمترین میزان رطوبت در روزهای ۶، ۱۲ و ۱۵ مشاهده شد. میزان رطوبت بافت پس از آغشته‌سازی پوشش پلی‌اتیلن با اسانس مرزه کوهی

تغییرات رطوبت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و سایر تیمارها (پوشش پلی‌اتیلنی همراه با اسانس مرزه کوهی و آویشن دنایی) طی دوره نگهداری موقت در شکل ۱ نشان

مشابهی در روز پانزدهم نگهداری در مورد تیمار پوشش یافته با اسانس آویشن دناپی مشاهده شد.

پس از مقایسه میزان چربی تیمارهای مختلف، در هر روز نگهداری، عدم وجود اختلاف در روزهای ۳، ۹ و ۱۲ مشاهده شد. در روز پانزدهم میزان چربی در نمونه شاهد بیش از تیمار مرزه کوهی و آویشن دناپی گزارش شد. نتایج پژوهش‌های پیشین حاکی از وجود رابطه معکوس چربی و رطوبت می‌باشد (کوستا و همکاران، ۲۰۰۱؛ گارسیا-آریاس و همکاران، ۲۰۰۳؛ ناصری و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج پژوهش حاضر (به‌خصوص در روز پانزدهم نگهداری) با تأیید نتایج سایر تحقیقات، کاهش میزان چربی را با افزایش میزان رطوبت مرتبط می‌داند.

پس از مرگ، به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده داخلی و میکروبی، تری گلیسیریدها به اسیدهای چرب آزاد و گلیسرول تجزیه می‌شوند (آبورگ و همکاران، ۲۰۰۲). تغییرات اسیدهای چرب آزاد طی دوره نگهداری در شکل ۳ مشاهده می‌شود. بر پایه نتایج نمونه شاهد، بیشینه میزان اسیدهای چرب آزاد در روز ششم مشاهده شد. پس از آن میزان این شاخص کاهش یافت به شکلی که اختلاف معنی‌داری با ماهی تازه (روز صفر) نداشت ( $P > 0/05$ ).

روند تغییر اسیدهای چرب آزاد در تیمار پوشش پلی‌اتیلن همراه با اسانس آویشن دناپی و مرزه کوهی حاکی از عدم افزایش مقادیر آن طی دوره نگهداری است. با توجه به اثبات اثرات ضد باکتریایی اسانس آویشن و مرزه کوهی در سایر مطالعات (سلطان دلال و همکاران، ۲۰۱۲؛ صمدیان و همکاران، ۲۰۱۳؛ سفیدکن و همکاران، ۲۰۰۷) به نظر می‌رسد محدود شدن فساد هیدرولیتیک به دلیل استفاده از این دو اسانس در بسته‌بندی، موجب به تعویق انداختن حد بیشینه تولید اسیدهای چرب آزاد گردیده است.

کاهش یافت اما تغییر معنی‌داری طی دوره نگهداری مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ). نتایج نشان داد میزان رطوبت تیمار آویشن دناپی در روز ۶ ام نگهداری کاهش یافت در حالی که اختلاف معنی‌داری ناشی از نگهداری در سایر روزها مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ). مطالعات پیشین نشان داد که میزان رطوبت بافت ماهی طی دوره نگهداری موقت کاهش می‌یابد (آبورگ، ۲۰۰۱؛ آراشیراسا همکاران، ۲۰۰۴؛ کویان، ۲۰۱۳). نتایج تیمار شاهد در این تحقیق، با تأیید تحقیقات قبلی، میزان کاهش رطوبت را با پوشش بسته‌بندی به کار رفته مرتبط می‌داند. اصولاً نگهداری ماهی موجب تغییر ساختار و ماهیت پروتئین‌ها می‌گردد. در پی این تغییر ساختار، خواص مکانیکی و تکنولوژیک عضله مثل ظرفیت نگهداری آب (Water holding capacity) کاهش می‌یابد (رضوی شیرازی، ۲۰۰۷). بر پایه نتایج این پژوهش در انتهای دوره نگهداری میزان رطوبت نمونه شاهد کمتر از سایر تیمارها بود. به نظر می‌رسد استفاده از اسانس‌های گیاهی در پوشش بسته‌بندی موجب حفظ بهتر ظرفیت نگهداری آب در بافت ماهی گردیده است.

اندازه‌گیری چربی به‌عنوان یکی از فاکتورهای مهم کیفیت ماهی در مطالعات بسیاری از محققان دیده می‌شود. میزان چربی کل ماهی نشان داد این ماهی از دسته ماهیان چرب می‌باشد. نتایج مشابهی توسط چن و همکاران (۲۰۰۸) و آراشیراسا و همکاران (۲۰۰۴) در این زمینه گزارش شده است.

تغییرات چربی تیمارهای مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است. در نمونه شاهد تغییرات معنی‌داری در میزان چربی در طی دوره نگهداری در یخچال مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). در روز دوازدهم نگهداری، میزان چربی در تیمار پوشش اسانس مرزه به شکل معنی‌داری کمتر از آغاز دوره نگهداری بود. وضعیت

ماندگاری شکسته و به محصولات ثانویه فساد چربی تبدیل می‌شوند (آبورگ، ۲۰۰۱). مقایسه میزان محصولات اولیه فساد چربی در تیمار شاهد (روز پانزدهم و دوازدهم) موید همین امر می‌باشد. بنابراین اندازه‌گیری تخریب اعمال شده بر چربی به وسیله تعیین میزان محصولات ثانویه فساد در روزهای پایانی دوره نگهداری کارایی بهتری خواهد داشت.

مرحله دوم اکسیداسیون چربی با ظهور ترکیبات کربونیل آغاز می‌گردد (ناصری و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج این تحقیق نشان داد، فرآیند نگهداری کوتاه مدت موجب افزایش محصولات ثانویه فساد چربی (مالون دی آلدئید) در کلیه تیمارها شده است. نکته قابل توجه در این زمینه افزایش چند برابری محصولات ثانویه فساد نمونه شاهد در مقایسه با سایر تیمارها (استفاده از اسانس آویشن دناپی و مرزه کوهی در بسته‌بندی پلی اتیلن) است. با توجه به شکل ۵ روند افت کیفیت پس از استفاده از اسانس‌های یاد شده محدود گردید اما اختلاف معنی‌داری ناشی از نوع اسانس مشاهده نگردید ( $P > 0.05$ ).

بر اساس گزارش الکهتانی و همکاران (۱۹۹۶) محصولات پروتئینی که میزان مالون دی آلدئید آن‌ها کمتر از  $3 \text{ mg/kg}$  باشد به لحاظ شرایط نگهداری و تغییرات اکسیداتیو در وضعیت مناسبی قرار دارند. کلیه نمونه‌ها در این پژوهش در وضعیت مناسبی قرار داشته‌اند اما مسلماً کیفیت چربی تیمار حاوی اسانس آویشن دناپی و مرزه کوهی بیش از نمونه شاهد است. روند افزایشی محصولات ثانویه اکسیداسیون پس از استفاده از هر دو اسانس در پوشش بسته‌بندی تا روز نهم نگهداری متوقف شد در حالی که در نمونه شاهد میزان مالون دی آلدئید پس از روز اول نگهداری روند افزایشی داشت. در تحقیق حاضر افزایش طول دوره نگهداری بیش از پانزده روز مقدور نبود. به‌نظر

اسیدهای چرب آزاد به خودی خود موجب کاهش ارزش غذایی محصول نمی‌گردند (آبورگ، ۲۰۰۱) اما پس از تولید، این رادیکال آزاد به‌عنوان واسطه واکنش‌های اکسیداتیو عمل می‌کند. در بسیاری از مطالعات افزایش مقادیر اسیدهای چرب آزاد سبب تسریع فساد، اکسیداسیون چربی، کاهش کیفیت محصول و تغییرات بافتی (دنا توره شدن پروتئین) شناخته شده است (رضایی و حسینی، ۲۰۰۸؛ آبورگ، ۲۰۰۱). با توجه به روند تغییر شاخص مزدوج‌های دی ان به‌نظر می‌رسد بخشی از اسیدهای چرب آزاد تیمار شاهد در روز نهم نگهداری، به محصولات اولیه فساد تبدیل شده است (شکل ۴).

مقادیر بیشتر مزدوج‌های دی ان در نمونه شاهد، توسعه بیشتر فساد چربی در این تیمار را نشان می‌دهد. حین اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیر اشباعی با جایگزینی دی و پلی‌ان‌ها به جای گروه متیل، به‌دلیل ایزومر شدن و تغییر در محل پیوندها، مزدوج‌های دی ان تشکیل می‌گردند (فارمر، ۱۹۴۶). در مراحل اولیه فساد با افزایش میزان جذب اکسیژن توسط مزدوج‌های دی ان، پراکسیدها تولید می‌گردند (زوتا و همکاران، ۲۰۰۷). چنین فرآیندهایی موجب افزایش جذب طیف فرابنفش (با طول موج ۲۳۳ نانومتر) گردیده که به‌عنوان شاخصی جهت سنجش میزان محصولات اولیه فساد چربی استفاده می‌شود (ویر و همکاران، ۲۰۰۸). روند افزایشی محصولات اولیه فساد در نمونه شاهد نشانگر افت کیفیت طی دوره نگهداری می‌باشد. افزایش محصولات اولیه فساد چربی پس از آغشته‌سازی پوشش پلی اتیلن با اسانس آویشن دناپی تا روز دوازدهم مهار گردید. امری که با استفاده از اسانس مرزه کوهی در بسته‌بندی تا روز پانزدهم به تعویق افتاد (شکل ۴).

بر پایه مطالعات پیشین هیدروپراکسیدها (محصولات اولیه فساد) همگام با افزایش دوره

(قنبرزاده و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج برآورد کلی از مصرف محصول در این تحقیق نشان داد نه تنها استفاده از اسانس تأثیر منفی در بر نداشت بلکه به شدت مورد استقبال تیم آزمایشگر قرار گرفت (شکل ۶).

بر اساس نتایج این تحقیق در ابتدای دوره، بافت ماهی محکم و منعطف بود ولی در پایان دوره نگهداری، بافت تیمار شاهد نرم و نامطلوب گزارش شد (جدول ۲) همزمان بافت فیله‌های قرار گرفته در پوشش پلی‌اتیلن آغشته به اسانس‌های آویشن و مرزه کوهی وضعیت مناسب‌تری داشت. بر پایه نتایج جدول ۳ بین تیمارهای پوشش آویشن و مرزه تفاوت معنی‌داری به لحاظ بافت مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). مسلماً کاهش فعالیت‌های میکروبی و اکسیداتیو نقش بارزی در حفظ کیفیت بافت داشته‌اند.

گذشت زمان تغییر رنگ در کلیه تیمارها را به دنبال داشت اما میزان تغییرات در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها روند سریع‌تری داشت (جدول ۳). در طول دوره پانزده روزه نگهداری، اختلاف معنی‌داری بین رنگ فیله‌های بسته‌بندی شده در پوشش آغشته به اسانس آویشن و مرزه وجود نداشت (جدول ۴).

با افزایش طول دوره نگهداری تغییرات وضعیت ظاهری پوست در هر سه تیمار معنی‌دار گزارش شد ( $P < 0/05$ ). روند تغییر این شاخص در نمونه شاهد و پوشش اسانس مرزه مشابه بود (جدول ۳). بر پایه نتایج این پژوهش سرعت تغییر وضعیت ظاهری پوست در تیمار حاوی اسانس آویشن کمتر از سایر تیمارها است. از روز نهم نگهداری، وضعیت این شاخص در نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری با پوشش حاوی اسانس آویشن داشت.

سرعت تغییرات نامطلوب بو در تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود. بر اساس نتایج جدول ۳ برترین تیمار به لحاظ کاهش نرخ تغییر

می‌رسد چنانچه طول دوره نگهداری افزایش می‌یافت افت شدید کیفیت در نمونه شاهد نمایان تر می‌گردید. ارزیابی حسی به‌عنوان یکی از روش‌های سنجش کیفیت طی دوره نگهداری و عمل‌آوری در بسیاری از مطالعات دیده می‌شود. شاخص‌های حسی به‌عنوان سریع‌ترین و کارآترین شاخص ارزیابی کیفیت محسوب می‌گردند (ستیونو، ۲۰۰۶). در مطالعه حاضر خصوصیات حسی از جمله طعم، بو، رنگ، بافت و وضعیت ظاهری فیله‌های موجود در پوشش پلی‌اتیلن (نمونه شاهد) و پوشش‌های پلی‌اتیلن آغشته به اسانس آویشن دنیایی و مرزه کوهی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. نتایج ارزیابی حسی در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده است. در جدول ۳ تغییرات شاخص‌های حسی در نمونه‌ها طی دوره ۱۵ روزه نگهداری نشان داده شده است در حالی‌که در جدول ۴ ویژگی‌های حسی تیمار شاهد، بسته‌بندی حاوی اسانس آویشن دنیایی و مرزه کوهی در هر روز نگهداری با هم مقایسه شده است.

در تحقیق حاضر پس از آغشته‌سازی پوشش پلی‌اتیلن به اسانس آویشن دنیایی و مرزه کوهی بخشی از نمونه‌ها سرخ شد و طعم آن‌ها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. بر اساس نتایج، طعم نمونه شاهد در قیاس با تیمارهای مورد استفاده از مطلوبیت پایین‌تری برخوردار بود. براساس مطالعات پیشین مشخص گردید که به‌دلیل تبادلات صورت گرفته بین عامل فعال بسته‌بندی و ماده خوراکی، ترکیب فعال جزء قسمت خوراکی ماده غذایی بسته‌بندی شده محسوب می‌شود (قنبرزاده و همکاران، ۲۰۱۱). به همین دلیل ترکیب فعال نباید تأثیر منفی در خواص ارگانولپتیک ماده غذایی داشته باشد. هر چند که استثنا ممکن است جهت ایجاد مزه غیرطبیعی و یا پوشاندن مزه‌های نامطلوب، برخی ترکیبات طعم دهنده به‌صورت آگاهانه به محتوای بسته‌بندی اضافه شوند



رنگین کمان سبب حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری در یخچال نسبت به نمونه شاهد (بسته بندی خنثی) می گردد. نتایج این پژوهش حاکی از به تعویق افتادن تغییرات نامطلوب پس از استفاده از بسته بندی فعال می باشد. سرعت روند فساد هیدرولیتیک و اکسیداتیو در بسته بندی حاوی اسانس آویشن و مرزه کاهش چشمگیری داشت و طول دوره نگهداری با کیفیت بافت به شکل قابل ملاحظه ای افزایش یافت. استفاده از اسانس علاوه بر القای خاصیت پاداکسندگی (آنتی اکسیدانی) و ضد میکروبی، با بهبود خواص ارگانولپتیک افزایش رضایتمندی مصرف کننده را در پی داشت. با توجه به این مهم، لزوم مطالعات تکمیلی در زمینه استفاده بهینه از این ترکیبات و تعیین حداقل میزان لازم جهت تأمین اهداف نگهداری موفق محصولات شیلاتی قابل توصیه می باشد.

این شاخص، پوشش پلی اتیلن حاوی اسانس آویشن دناپی است.

روند تغییر شاخص های ارزیابی حسی حین نگهداری، با تغییرات اکسیداسیون در تیمارهای مورد آزمایش هماهنگ و همسو می باشد. چرا که اکسیداسیون چربی منجر به تخریب و افت کیفیت و کاهش مقدار مواد مغذی از جمله کاهش اسیدهای چرب چند غیراشباع ضروری (PUFA) و تولید محصولات نامطلوب اکسیداسیون می شود (کولاکسکا و همکاران، ۲۰۰۶). از طرفی افزایش هیدرولیز چربی تجمع اسیدهای چرب آزاد را به دنبال دارد که سریع تر از چربی های با وزن مولکولی بالا مثل تری گلیسریدها و فسفولیپیدها اکسید می شود (رودریگوئز و همکاران، ۲۰۰۸).

### نتیجه گیری

استفاده از پوشش پلی اتیلن حاوی اسانس مرزه و آویشن برای نگهداری کوتاه مدت ماهی قزل آالی

### منابع

1. Al Kahtani, H.A., Abu Tarboush, H.M., Bajaber, A.S., Atia, M., Abou-Arab, A.A., and El Mojaddidi, M.A. 1996. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. J. Food Sci. 91: 729-733.
2. AOAC. 2005: Official Method of Analysis (17th ed). Washington, DC: Association of Official Analytical.
3. Arashisara, S., Hisara, O., Kayab, M., and Yanik, T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. Int. J. Food Microb. 97: 209-214.
4. Aubourg, S. 2001. Review: Loss of quality during the manufacture of canned fish products. Food Sci. Tech. Int. 7(3): 199-215.
5. Aubourg, S., Lehmann, I., and Gallardo, M.J. 2002. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). J. Sci. Food Agric. 82: 1764-1771.
6. Bligh, E.G., and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. Biochem. Physiol. 37: 911-917.
7. Brody, A.L., Bugusu, B., Han, J.H., Koelsch Sand, C., and Mchugh, T.H. 2008. Innovative Food Packaging Solutions. J. of Food Sci. 73(8): 107-116.
8. Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods\_ a review. Int. J. Food Microb. 94(3): 223-53.
9. Chen, Y.-C., Nguyen, J., Semmens, K., Beamer, S., and Jaczynski, J. 2008. Chemical changes in omega-3-enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during abusive-temperature storage. Food Control. 19: 599-608.

10. Çoban, O.E. 2013. Evaluation of essential oils as a glazing material for frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. J. Food Proces. Preserv. 37: 759–765.
11. Cuesta, C., Romero, A., and Sanchez-Muniz, F.J. 2001. Fatty acid changes in high oleic acid sunflower oil during successive deep-fat frying of frozen foods. Food Sci. Technol. Int. 7: 317–328.
12. Egan, H., Kirk, R.S., and Sawyer, R. 1981. Oil and fat in Pearsons chemical analysis of foods, Pp: 536. New York .Longman Scientific and Technical Press.
13. Farmer, E.H. 1946. Peroxidation in relation to olefinic structure. Trans. Farad Soc. 42: 228–236.
14. Garcia-Arias, M.T., Pontes, E.A., Garcia-Linares, M.C., Garcia-Fernandez, M.C., and F.J.Sanchez-Muniz. 2003. Cooking freezing reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. Food Chem. 83: 349–356.
15. Ghanbarzadeh, B., Pezeshki Najafabadi, A., Almasi, H. 2011. Antimicrobial edible films for food packaging. J. Food Sci. Technol. 8(31): 123-135.
16. Kim, R., and Labella, F. 1987. Comparison of analytical methods for monitoring autoxidation profiles of authentic lipids. J. lipid Res. 28: 1110-1117.
17. Kolakowska, A., Zienkiewicz, L., Domiszewski, Z., and Bienkiewicz, G. 2006. Lipid changes and quality of whole of whole- and gutted Rainbow trout during storage in ice. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 36(1): 39-47.
18. Kroliczewska, B., Zawadzki, W., Skiba, T., Kopec, W., and Kroliczewski, J. 2008. The influence of baical skullcap root (*Scutellaria baicalensis radix*) in the diet of broiler chickens on the chemical composition of the muscles, selected performance traits of the animals and the sensory characteristics of the meat. Veterin. Medic. 53(7): 373-380.
19. Lopez-Malo, A., Maris Alzamora, S., and Palou, E. 2005. Aspergillus flavus growth in the presence of chemical preservatives and naturally occurring antimicrobial compounds. Int. J. Food Microb. 99(2): 119-128.
20. Naseri, M., Abedi, E., Mohammadzadeh, B., Afsharnaderi, A. 2013. Effect of frying in different culinary fats on the fatty acid composition of silver carp. Food Scie. Nutr. 1(4): 292-297.
21. Naseri, M., Rezaei, M., Moieni, S., Hosseini, H., Eskandari, S. 2011. Effects of different filling media on the oxidation and lipid quality of canned silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). Int J. Food Sci Technol. 46: 1149–1156.
22. Pol, I.E., Krommer, J., and Smid, E.J. 2002. Bioenergetic consequences of nisin combined with carvacrol towards *bacillus cereus*. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 3(1): 55-61.
23. Razavi-Shirazi, H. 2007. Marine technology products, storage and processing principles. Second edition, Pars neghar. Press. 325p.
24. Rezaei, M., Montazeri, N., Ershad Langrudi, H., Mokhayer, B., Parviz, P., and Nazarinia, A. 2007. The biogenic amines and bacterial changes of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) stored in ice. Food Chem. 103: 150–154.
25. Rezaei, M., and Hosseini, S.F. 2008. Quality assessment of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. J. Food Sci. 6(73): 93-96.
26. Rodriguez, A., Carriles, N.M., Cruz, J., and Aubourg, P. 2008. Changes in the of farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice (-1.5 0C). L.W.T. 41: 1726-1732.
27. Samadian, F., Towhidi, A., Zeinoaldini, S., Karimi Torshizi, M.A., Ansari Pirsaraei, Z., Gholamzadeh, P., Taghizadeh, M. 2013. Effect of Dietary Addition of *Thymus vulgaris*, *Mentha piperita*, *Cirtus lemon* and *Carum copticum* Essential Oils on Beast Meat Quality of Male Broilers. Res. Anim. Product. 7(4): 78-92.
28. Sefidkon, F., Sadeghzadeh, L., Teimouri, M., Asgari, F., and Ahmadi, Sh. 2007. Antimicrobial effects of the essential oils of two Satureja species (*S. Khuzistanica Jamzad*

- and *S. bachtiarica* Bunge) in two harvesting time. Iranian J. Medicin. Aromat. Plant. 23(2): 174-182.
29. Setiyono, K.I. 2006. Factors affecting histamine level in Indonesian canned albacore tuna (*Thunnus alalunga*). M.Sc. Thesis, Norwegian College of Fishery Science. 64p.
  30. Soltandalal, M.M., Bayat, M., Yazdi, M.H., Aghamiri, S., Moshkani, M.G., Mohtasab, T.P., Shojaei sadi, B. 2012. Evaluation of the antimicrobial effect of thyme essential oils on the strains of *Staphylococcus aureus* resistant to an antibiotic isolated from food. Scie. J. Kurdistan Uni. Medic. Sci. 17: 21-29.
  31. Tafreshi, F., Javanmard, M., and Fahim danesh, M. 2013. Effect of polymer coated with essentials oil of rosemary on inhabitation of butter oxidation. J. Food Sci. Nov. Technol. 1: 37-48.
  32. Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victo´ rio, A.M., and Emanuelli, T. 2008. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. Food Chem. 106: 140–146.
  33. Zuta, P.C., Simpson, B.K., Zhao, X., and Leclerc, L. 2007. The effect of a-tocoferol on the oxidation of mackerel oil. Food Chem., 100: 800–807.

