

## مطالعه عملکرد سینرژیستی نانوامولسیون روغن آفتابگردان و اسانس آویشن شیرازی بر کیفیت

## فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

شبنم شادمان<sup>۱</sup>، سید ابراهیم حسینی<sup>۲\*</sup>، هادی ارشاد لنگرودی<sup>۳</sup>، شاهرخ شعبانی<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد

اسلامی، تهران، ایران.

۲. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳. گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

\* نویسنده مسئول: [ebhoseini@srbiau.ac.ir](mailto:ebhoseini@srbiau.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۹

## چکیده

در این تحقیق اثر ضد باکتریایی نانوامولسیون روغن آفتابگردان و اسانس آویشن شیرازی بر کیفیت ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نگهداری شده در شرایط یخچال مطالعه شد. پس از تهیه نانوامولسیون روغن آفتابگردان، اسانس آویشن شیرازی (۰، ۰/۵ و ۱ درصد حجمی - حجمی) به آن افزوده و سپس جهت تیمار کردن فیله‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در یک دوره ۱۵ روزه و طی ۴ مرحله، نمونه برداری انجام و شمارش باکتری‌های زنده مزوفیل هوازی، باکتری‌های سرمادوست و ارزیابی حسی از لحاظ رنگ، بو و بافت روی تیمارها انجام پذیرفت. نتایج حاصله درخصوص باکتری‌های مزوفیل هوازی نشان داد تفاوت تیمار نانوامولسیون با تیمار کنترل از روز پنجم معنی دار می‌باشد ( $P < 0.05$ ). رشد باکتری‌های سرمادوست در هیچ یک از تیمارها مشاهده نشد. از نظر فاکتورهای میکروبی مورد نظر و حفظ کیفیت و عمر نگهداری و همچنین نتایج ارزیابی حسی، ترکیب ۱٪ اسانس آویشن شیرازی و نانوامولسیون روغن آفتابگردان برترین تیمار بود و به طور معنی‌داری رشد میکروبی را به تاخیر انداخته و باعث افزایش عمر ماندگاری فیله‌ها تا روز ۱۵ نگهداری شد. بکارگیری نانوامولسیون روغن آفتابگردان باعث کاهش رشد باکتری‌های مزوفیل هوازی در نمونه‌های ماهی قزل‌آلا شده و در نتیجه منجر به حفظ بهتر کیفیت میکروبی فیله‌ها و همچنین نتایج بهتر در ارزیابی حسی گردید. براساس نتایج، اسانس آویشن شیرازی با نانوامولسیون روغن آفتابگردان اثر سینرژیستی و هم افزایی نشان داد و ویژگی ضد میکروبی نانوامولسیون را تقویت نمود.

**واژگان کلیدی:** آویشن شیرازی، اسانس، قزل‌آلای رنگین کمان، عمر نگهداری، نانوامولسیون.

## مقدمه

می‌شود، از اهمیت بسزایی در جیره غذایی مردم جهان برخوردار هستند (مطلبی و همکاران، ۱۳۹۱). به دلیل بالا بودن محتوای آب، گوشت آبزبان سریع‌تر از گوشت جانداران خونگرم دچار فساد می‌شود (Danijela et al., 2011).

آبزبان به عنوان غذایی سالم به دلیل برخورداری از کالری و پروتئین بالا و همچنین وجود اسیدهای چرب امگا-۳ که مصرف مداوم آن باعث کاهش میزان چربی و کلسترول خون

تا نوع و گونه آنها. همچنین ترکیب فلور میکروبی آنها پس از صید و حین نگهداری به شدت تغییر می‌یابد (Gram and Dalgaard, 2002). در این تحقیق از ماهی قزل‌آلا رنگین کمان با نام علمی *Oncorhynchus mykiss* از خانواده آزاد ماهیان استفاده شد که از ماهیان پرورشی بسیار با ارزش در اکثر نقاط جهان، به ویژه ایران محسوب می‌شود (رضائی و همکاران، ۱۳۸۹). علت فساد در ماهی، بیشتر از طرف میکروارگانیسم‌های مزوفیل و سرماگرا است که با شکستن مولکول‌های درشت، آنها را به مونومرها مثل آمینواسیدها تبدیل می‌کنند (رضائی و همکاران، ۱۳۸۹).

نگهداری در یخچال و انجماد، از تکنیک‌های معمول در جلوگیری از فساد ماهی هستند اما این روش‌ها نمی‌توانند افت کیفیت ماهی را متوقف کنند. (Hasanzati Rostami et al., 2010). فساد ماهی تازه به علت فعالیت‌های باکتریایی و آنزیمی روی می‌دهد و طی فساد در رنگ، بو و بافت ماهی تغییراتی ایجاد می‌شود (Torrieri et al., 2009; Medina et al., 2006). ماهی‌های صید شده در آب‌های سرد و تمیز، بار میکروبی نسبتاً کمتری نسبت به ماهیان صید شده در آب‌های گرم دارند. گونه‌های باکتریایی زیادی روی سطح ماهی یافت می‌شوند و این میزان در ماهی تازه صید شده بیشتر بستگی به محیط زندگی ماهیان دارد.

جدول ۱- انواعی از فساد باکتریایی ماهی تازه (Gram and Dalgaard, 2002)

نام محصول - شرایط نگهداری	ارگانیسم اصلی عامل فساد	ترکیبات تولید شده در اثر فساد
ماهیان دریایی - نگهداری در یخ	شوانلا پیوتریفشنز <sup>۱</sup>	تری متیل آمین، هالید هیدروژن، سولفید هیدروژن
ماهیان آب شیرین - نگهداری در یخ	گونه‌های سودوموناس <sup>۲</sup>	کتون‌ها، آلدهیدها، استرها
ماهی نگهداری تحت دی اکسید کربن و سرما	فتوباکتریوم فسفریوم <sup>۳</sup>	تری متیل آمین، هالید هیدروژن

<sup>1</sup> *Shewanella putrefaciens*

<sup>2</sup> *Pseudomonas spp.*

<sup>3</sup> *Photobacterium phosphoreum*

به ATP می‌شوند. خروج ATP منجر به تمام شدن ذخیره انرژی سلول و مرگ آن می‌شود (حمزه و رضائی، ۱۳۹۰).  
علاقه روز افزونی به توسعه روش‌های نوین و اقتصادی نگهداری مواد غذایی و همچنین تکنولوژی‌های ایمن جهت جایگزینی روش‌های سنتی وجود دارد تا هم رضایت مصرف کنندگان و هم رضایت صنایع مربوطه را به همراه داشته باشد (Shah, 2011).

بر اساس تعریف بنیاد ملی نانوتکنولوژی آمریکا، نانوتکنولوژی علمی است که شامل طراحی و بکارگیری ساختارها، وسایل و سیستم‌هایی در مقیاس نانو است که یک میلیاردم یک متر می‌باشد (Yiannaka, 2012). نانوتکنولوژی در تمام عرصه‌های علوم غذایی از کشاورزی تا فرآیند مواد غذایی، ایمنی و بسته بندی کاربرد دارد (Duncan, 2011). اخیراً نانو تکنولوژی غذا<sup>۷</sup> در بین صنایع فرآوری مواد غذایی و مصرف کنندگان مورد توجه قرار گرفته است. در نانو تکنولوژی غذا، از نانو ذرات برای ایجاد رنگ، عطر، طعم، خواص ضد میکروبی و در فرایندهای مختلفی مثل نگهداری، شناسایی پاتوژن‌ها، بسته بندی هوشمند و غیره استفاده می‌شود. از دیگر موارد کاربرد نانوتکنولوژی در صنایع غذایی می‌توان محافظت از اکسیداسیون، کنترل آزاد شدن نوترینت‌ها، پوشاندن طعم<sup>۸</sup>، حمل مواد عامل عطر و طعم، ویتامین‌ها و مواد مغذی، شناسایی و آنالیز کیفیت، خالص سازی و تصفیه آب آشامیدنی و ضد عفونی تجهیزات را نام برد (Joe et al., 2012; Sozer and Kokini, 2008).  
چند مکانیسم برای فعالیت ضد باکتری نانومولسیون‌ها ذکر شده است. این مواد ممکن است سبب آسیب دیواره یا غشای سلولی باکتری‌ها شده یا تغییرات نامطلوبی در ارگان‌های سلولی باکتری‌ها ایجاد کنند. همچنین به دلیل

اسانس‌ها نقش بسیار مناسبی در کنترل باکتری‌های عامل فساد، بیماری‌زا و افزایش طول عمر نگهداری مواد غذایی دارند و بر طیف وسیعی از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی تاثیر گذار هستند. مکانیسم اثر اسانس‌ها ورود به قسمت چربی غشاء سلولی و ایجاد اختلال در ساختمان غشاء و تاثیر بر روی آنزیم‌های مسئول تولید انرژی می‌باشد (رئیس و همکاران، ۱۳۹۱). جنس *Zataria* از خانواده نعناعیان<sup>۴</sup> در ایران با یک گونه به نام *Zataria multiflora* Boiss. با نام فارسی آویشن شیرازی شناخته می‌شود که علاوه بر مصرف خوراکی، به عنوان عطر و طعم دهنده، در درمان اختلالات گوارشی، زخم‌های موضعی و همچنین به دلیل اثرات ضداحتقان و خلط آور در اختلالات تنفسی و سرماخوردگی استفاده می‌شود (خانوی و همکاران، ۱۳۸۸).

نتایج آنالیز کروماتوگرافی جرمی روغن اسانسی این گیاه نشان داده است که ترکیبات فعال اصلی آن تیمول، پارا-سیمن، کارواکرول و گاماترپین<sup>۵</sup> هستند. اسانس این گیاه ایمن شناخته شده<sup>۶</sup> و علاوه بر خاصیت ضد میکروبی، قادر به مهار اکسیداسیون لینولئیک است (Zakipour Rahimabadi and Divband, 2012).  
از سویی ترکیبات فنولی مثل تیمول و کارواکرول به عنوان قوی ترین ترکیبات ضد باکتری شناخته شده‌اند (Shah, 2011). خاصیت بازدارندگی تیمول در برابر طیف وسیعی از باکتری‌ها شامل اشرشیا کلی *E. coli O157:H7* لیستریا مونوسیتوژنز، استافیلوکوکوس اورئوس و سالمونلا تایفی موریوم گزارش شده است. (Shah, 2011; Eftekhari et al., 2011). کارواکرول و تیمول غشای خارجی میکروارگانیسم‌ها را تخریب می‌کنند و سبب خروج لیپوساکاریدها و افزایش نفوذپذیری غشای سیتوپلاسمی

<sup>4</sup> *Lamiaceae*<sup>5</sup>  $\gamma$  - terpinene<sup>6</sup> Generally modified as safe<sup>7</sup> Food Nanotechnology<sup>8</sup> Taste masking

استیک ماهی مکرل در ۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت نشان داد که نمونه‌های تیمار شده با نانومولسیون پس از ۱۲ ساعت کاهش قابل توجهی در تعداد باکتری‌های هتروترف داشتند و پس از آن افزایش تعداد تا ۴۸ ساعت بعد مشاهده شد. اما در نمونه شاهد حتی نمونه تیمار شده با آنتی بیوتیک روند افزایش تعداد باکتری‌ها سریع‌تر بود و در نمونه‌های تیمار شده با نانومولسیون نسبت به نمونه تیمار شده با آنتی بیوتیک و شاهد این مقدار به ترتیب ۳۱ درصد و ۷۵ درصد کمتر بود (Jeo et al., 2012).

ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۹) تاثیر عصاره‌های آویشن شیرازی، پیاز و کاکوتی کوهی بر زمان ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان را در دمای ۴ °C مقایسه نمودند. عصاره آویشن شیرازی در ترکیب با روش‌های نمک سود سبک و بسته بندی تحت خلاء ماندگاری فیله قزل‌آلای رنگین کمان را به میزان به ۶ روز افزایش داد و کارایی بهتری در بهبود ماندگاری و حفظ کیفیت فیله قزل‌آلای داشت (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۸۹). رهنما و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی اثرات ضد میکروبی اسانس گیاه آویشن شیرازی و نایسین بر لیستریا مونوسیتوزن در آبگوشت قلب - مغز پرداختند و نتیجه گرفتند که اسانس آویشن شیرازی در غلظت ۶۰۰ میکروگرم در میلی لیتر دارای اثرات بازدارندگی بوده و این اثرات به وضوح در همراهی با نایسین هم افزایی نشان داد (رهنما و همکاران، ۱۳۸۸).

اگر چه اثر ضد میکروبی روغن اسانسی آویشن شیرازی روی تعدادی از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی گزارش شده (Eftekhari et al., 2011) اما در استفاده از روغن‌های اسانسی به تنهایی محدودیت وجود دارد. افزودن مقادیر زیاد روغن‌های اسانسی سبب ایجاد تغییرات نامطلوب در طعم، رنگ یا ظاهر ماده غذایی می‌شود. بنابراین در ترکیب با سایر عوامل ضد میکروبی و با انواعی از تیمارها و به همراه

دارا بودن نسبت سطح به حجم زیاد، سطح تماس زیادی با دیواره باکتری دارند (Moritz and Geszke-Moritz, 2013).

در مطالعه‌ای در خصوص بررسی اثرات تیمارهای بسته بندی با اسانس آویشن بر فیله تازه قزل‌آلای، بار میکروبی<sup>۹</sup> با گذشت زمان افزایش و رشد باکتریایی با افزایش غلظت آویشن بهتر مهار شده بود که به دلیل خاصیت ضد میکروبی آویشن می‌باشد (Angis and Oguzhan, 2013). حمزه و رضائی (۱۳۹۰) اثرات ضد باکتریایی پوشش آلزینات سدیم به همراه اسانس آویشن بر فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نگهداری شده در یخچال را بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که مقادیر شمارش کلی باکتری‌های هوازی و باکتری‌های سرماگرا در تیمار حاوی ۱ و ۱/۵ درصد اسانس تغییرات کمتری نسبت به بقیه تیمارها داشت اما اختلاف معنی داری بین دو غلظت ۱٪ و ۱/۵٪ مشاهده نشد (حمزه و رضائی، ۱۳۹۰). در مطالعه دیگری تقی‌زاده اندواری و رضایی (۱۳۹۱) بر دوره ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نگهداری شده در یخچال با پوشش ژلاتین و اسانس دارچین تحقیق کردند و دریافتند با استفاده از پوشش ژلاتین حاوی اسانس دارچین می‌توان از رشد باکتریها در فیله تازه قزل‌آلای رنگین کمان جلوگیری نمود. (تقی زاده اندواری و رضایی، ۱۳۹۱). در مطالعه‌ای توسط Can با موضوع اثر همزمان نمک سود و اسانس آویشن بر فیله قزل‌آلای رنگین کمان، در همه تیمارها افزایش معنی دار مقدار TC در قزل‌آلای کامل نگهداری شده در یخ تا پایان دوره مشاهده شد و استفاده همزمان بکارگیری نمک و اسانس بهترین نتیجه را داشت (Can, 2011). مطالعات انجام شده توسط Joe و همکاران (۲۰۱۲) در مورد تاثیر نانومولسیون روغن آفتابگردان بر عمر نگهداری و کیفیت

<sup>9</sup> Total count (TC)

وات و فرکانس ۲۰ کیلوهرتز در مدت زمان ۵ دقیقه به صورت مداوم و پالس سیکل تنظیم دما روی ۲۵ درجه سانتیگراد (Bandelin, Germany) اعمال گردید. برای کنترل اندازه ذرات از روش تفرق نور پویا<sup>۱۳</sup> (DLS) و دستگاه زتاسایزر<sup>۱۴</sup> مدل ZS (Malvern, England) استفاده شد. در روش DLS از پرتو لیزر استفاده می شود و قادر است تا اندازه های کمتر از ۱ نانومتر را نیز اندازه گیری کند. (Kaszuba et al., 2008)

اسانس آویشن شیرازی تازه با درجه خلوص بالا از شرکت باریج اسانس (کاشان، ایران) خریداری شد و آنالیز دستگاهی روی آن صورت گرفت. برای GC/MS، از دستگاه HP 6890 متصل به دتکتور طیف سنج جرمی MS 5973 با قدرت انرژی یونیزاسیون 70 eV استفاده شد. ستون HP-5MS به طول ۶۰ متر و قطر ۰/۳۲ میلی متر بود که ضخامت لایه فاز ساکن در آن ۰/۲۵ میکرومتر، نوع گاز حامل هلیوم و سرعت گاز برابر ۱/۵ ml/min استفاده شد. دمای ابتدایی ستون ۶۰ درجه سانتی گراد، توقف در این دما به مدت ۱ دقیقه و افزایش دما تا ۲۴۵ درجه سانتی گراد با سرعت ۳ درجه در دقیقه برنامه ریزی شد. درجه حرارت آشکار ساز ۲۵۰ درجه سانتی گراد و دمای محل تزریق ۲۳۰ درجه سانتی گراد بود. با توجه به الگوی خروج آلکان های نرمال، شاخص بازداری و اندیس کواتس و تطبیق آنها با الگوهای کتابخانه ای، طیف های مربوط به هر جسم تفسیر و ترکیبات عمده تشکیل دهنده اسانس آویشن شیرازی به کمک نرم افزار کامپیوتری Wiley275.L شناسایی شدند.

اسانس آویشن شیرازی به میزان ۰/۵ و ۱ درصد حجمی- حجمی به نانوامولسیون افزوده و سپس جهت تیمار کردن فیله ها مورد استفاده قرار گرفت.

برخی ترکیبات دیگر به کار می روند. (Shah, 2011; Eskandani, 2009) یک محدودیت روغن های اسانسی این است که چربی دوست<sup>۱۰</sup> و آبگریز<sup>۱۱</sup> بوده و به همین علت به مقدار کمی محلول در آب هستند; (Lahlou, 2004; Burt, 2004; Shah, 2011) که در سیستم های غذایی پیچیده یک چالش محسوب می شود. از سویی در ابعاد نانو، پایداری فیزیکی در حد مناسبی افزایش می یابد. استفاده از یک سیستم در مقیاس نانو ممکن است فعالیت ضد میکروبی را افزایش دهد. (Donsi et al., 2012). بنابراین هدف از پژوهش حاضر، مطالعه تأثیر نانوامولسیون روغن آفتابگردان و بررسی اثر هم افزایی نانوامولسیون مذکور و اسانس آویشن شیرازی بر فیله ماهی قزل آلا ی رنگین کمان در دمای یخچال می باشد.

#### مواد و روش کار

ماهی قزل آلا ی رنگین کمان در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۳ بصورت زنده از بازار الگویی ماهی فروشان استان گیلان به تعداد ۳۰ عدد با میانگین وزنی حدود ۴۰۰ گرم بصورت تصادفی انتخاب گردید و پس از صید، در جعبه های ایزوله بصورت لایه لایه با پودر یخ به نسبت حجمی ۱ به ۲ (ماهی به یخ) پوشانده (Ozyurt et al., 2009) و به آزمایشگاه منتقل شد. با کمک یک چاقوی تیز فولادی ضد زنگ، عملیات پوست کنی و خروج امعاء و احشاء و استخوان گیری و توزین صورت گرفت.

نانوامولسیون به روش نجفی و همکاران (۱۳۸۹) انجام شد. برای این منظور از روغن مایع آفتابگردان با نام تجاری لادن و توئین<sup>۱۲</sup> (Merck, Germany) به میزان ۱/۵ درصد حجمی استفاده گردید. سپس امواج فراصوت با توان ۲۰۰

<sup>10</sup> Lipophilic

<sup>11</sup> Hydrophobic

<sup>12</sup> Tween 80

<sup>13</sup> Dynamic Light Scattering

<sup>14</sup> Zetasizer

صورت گرفت (Ozyurt et al., 2009). به این منظور، تیمارهای تولید شده بصورت جداگانه توسط ۶ نفر ارزیاب از پیش تعیین شده (کارشناسان مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان) که همگی دارای سابقه فعالیت تخصصی در زمینه تست فرآورده‌های آبزیان به مدت طولانی بودند، از حیث شاخص‌های رنگ، بو و بافت و با ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. درجه مقبولیت و ارزیابی کیفی<sup>۱۹</sup> هر یک از ویژگی‌های مورد نظر بین حداقل ۰ و حداکثر ۳ امتیاز بندی شد که امتیاز ۰ نشانگر بهترین کیفیت بود و با افزایش امتیاز، کیفیت کاهش می‌یافت (Rezaei and Hosseini, 2008; Ozogul et al., 2005; Ozyurt et al., 2009).

به عبارت دیگر بافت، بو و رنگ در چهار درجه کیفی ارزیابی شد. در این روش کیفیت عالی، کیفیت خوب (نسبت به وضعیت عالی، ماهی کاهش کیفی کمی دارد)، کیفیت مناسب (هنوز مناسب برای فروش می باشد) و کیفیت غیر قابل قبول (ماهی برای مصرف و فروش مناسب نیست) در نظر گرفته شد (Ozogul et al., 2006).

### تجزیه و تحلیل آماری

به منظور آنالیز آماری، پس از همگن سازی میانگین داده‌های تیمارها و محاسبه ضریب همبستگی متغیرهای بکارگرفته شده و تاثیر زمان نگهداری، با استفاده از نرم افزار SPSS – 17، آنالیز واریانس تیمارها انجام شد. آزمون آماری تحلیل واریانس یک طرفه برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر شاخص در زمان‌های صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز انجام شد.

### نتایج

نتایج کروماتوگرافی جرمی نشان داد تیمول به میزان ۳۵/۳۱ درصد و کارواکرول به میزان ۳۳/۹۰ درصد بیشترین

برای انجام آزمایش، فیله‌ها به ۴ دسته تقسیم شدند. بخش اول به عنوان کنترل در ظرف حاوی آب آشامیدنی بهداشتی، بخش دوم در ظرف حاوی نانوامولسیون، بخش سوم در ظرف حاوی مخلوط نانوامولسیون و ۰/۵ درصد اسانس آویشن شیرازی و بخش چهارم در مخلوط نانوامولسیون و ۱ درصد اسانس آویشن شیرازی به مدت ۱۵ دقیقه به روش غوطه وری قرار داده شدند و سپس آب چکان گردیده و در بسته‌های پلی اتیلن با دانسیته ۷۵ μm بسته بندی و برچسب گذاری شده و به یخچال با دمای °C ۱±۴ منتقل شدند. نمونه برداری از بسته‌ها در ۴ مرحله و هر ۵ روز یکبار در روزهای ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ انجام شد. جهت شمارش باکتری‌های مزوفیل، زنده و هوازی، ۱۰ گرم از نمونه گوشت فیله در شرایط اسپتیک جدا و از آن رقت‌های متوالی تهیه و با روش کشت آمیختنی<sup>۱۵</sup>، در محیط پلیت کانت آگار کشت داده شد، سپس ۴۸ ساعت در گرمخانه °C ۳۷-۳۵ گذاشته و بعد از این مدت اقدام به شمارش کلنی‌ها شد (تقی‌زاده اندواری و رضایی، ۱۳۹۱؛ Yilmaz et al., 2009). جهت شمارش باکتری‌های سرمادوست نیز از محیط پلیت کانت آگار استفاده و پلیت‌های کشت شده در دمای °C ۶±۱ گرمخانه گذاری گردیدند و پس از گذشت ۱۰ روز کلنی‌ها شمارش شدند (استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۲۹-۱۳۸۶). نتایج به صورت لگاریتم تعداد کلنی در واحد وزن (Log cfu/g) گزارش گردید.

ارزیابی حسی<sup>۱۶</sup> بر مبنای سنجش میزان پذیرش<sup>۱۷</sup> نمونه‌ها و با استفاده از فرم‌های ۴ رده‌ای انجام شد. این ارزیابی روی نمونه‌های خام توسط ۶ ارزیاب (پنلیست)<sup>۱۸</sup> با تجربه

<sup>15</sup> Pour plate

<sup>16</sup> Sensory evaluation

<sup>17</sup> Acceptance

<sup>18</sup> Panellist

<sup>19</sup> Quality Score

محدوده زیر ۱۰۰ نانومتر است که با نظرات Mc Clements (2011) و همچنین Gutiérrez و همکاران (۲۰۱۲) و استاندارد ISO/TS8004-1:2015 تطابق دارد. بررسی آماری میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده باکتری‌های مزوفیل هوازی (بار میکروبی) بر حسب Log cfu/g در تیمار کنترل و مقایسه آن با تیمار دیگر از فاز صفر تا ۱۵ روز پس از نگهداری در دمای یخچال در جدول ۲ آمده است.

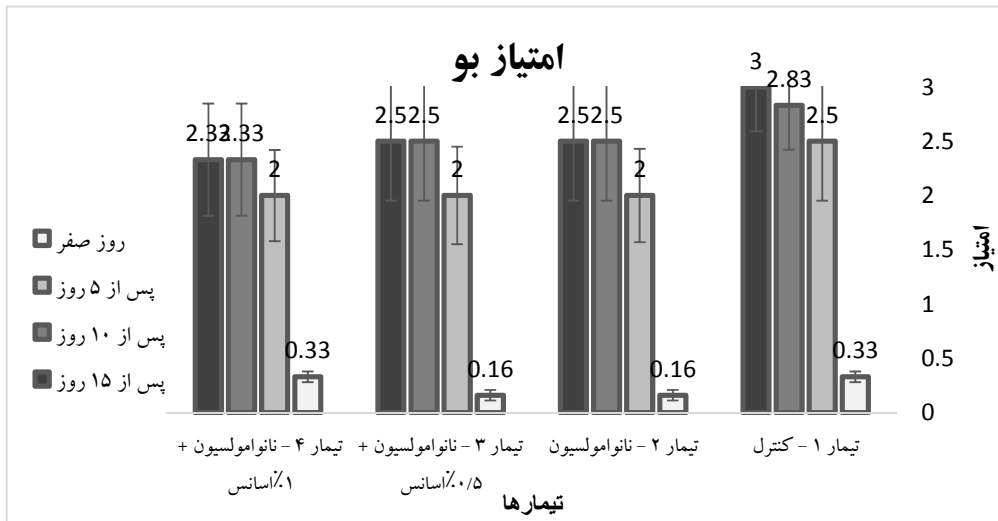
درصد ترکیبات اسانس آویشن شیرازی را تشکیل می‌دادند. به طور کلی ترکیبات اسانس‌های گیاهی بر حسب منطقه جغرافیایی رویش، واریته گیاهی، سن گیاه در هنگام تهیه اسانس، روش خشک کردن و روش استخراج اسانس متفاوت است (آخوندزاده بستی و همکاران، ۱۳۸۴). آب و هوا، ترکیب خاک محل رویش و چرخه رویشی گیاه نیز موثر تشخیص داده شده است (Hashemi et al., 2001). نتایج پایش و تعیین اندازه ذرات توسط روش تفرق نور پویا (DLS) نشان داد که بزرگترین پیک حاصل مربوط به

جدول ۲- بررسی آماری میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی (TC)

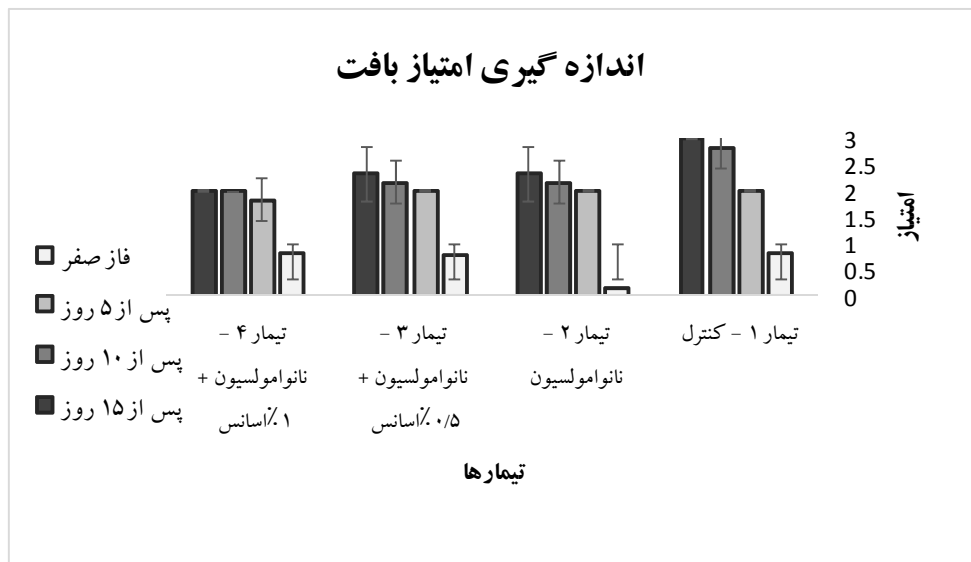
زمان - روز	تیمار ۱ - کنترل	تیمار ۲ - نانوامولسیون	تیمار ۳- نانوامولسیون + ۰/۵٪ اسانس	تیمار ۴- نانوامولسیون + ۱٪ اسانس
روز صفر	۲/۳۱±۰/۰۱۴ <sup>Aa*</sup>	۲/۰۵±۰/۰۰۷ <sup>Aa</sup>	۲/۰۵±۰/۰۰۷ <sup>Aa</sup>	۲/۰۵±۰/۰۰۷ <sup>Aa</sup>
پس از ۵ روز	۲/۴۵±۰/۰۲۱ <sup>Aa</sup>	۲/۳۲±۰/۰۰۳ <sup>Bb</sup>	۲/۲۵±۰/۰۰۷ <sup>Aa</sup>	۲/۵۲±۰/۰۰۳ <sup>Bb</sup>
پس از ۱۰ روز	۳/۷۲±۰/۰۰۳ <sup>Bb</sup>	۳/۵۱±۰/۰۰۱ <sup>Cc</sup>	۳/۵۲±۰/۰۰۳ <sup>Bb</sup>	۳/۳۲±۰/۰۰۲ <sup>Cc</sup>
پس از ۱۵ روز	۴/۶۲±۰/۰۰۲ <sup>Cc</sup>	۴/۷۲±۰/۰۰۳ <sup>Dd</sup>	۴/۶۱±۰/۰۰۲ <sup>Cc</sup>	۴/۵۲±۰/۰۰۳ <sup>Dd</sup>

\* حروف متفاوت کوچک در ردیف‌ها و بزرگ در ستون‌ها به ترتیب نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار آماری بین تیمارها و در زمان‌های مختلف نگهداری می‌باشد (P<0.05).

بررسی مقایسه‌ای اندازه‌گیری امتیاز بو، بافت و رنگ در تیمارهای مختلف از روز صفر تا روز ۱۵ به ترتیب در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است.

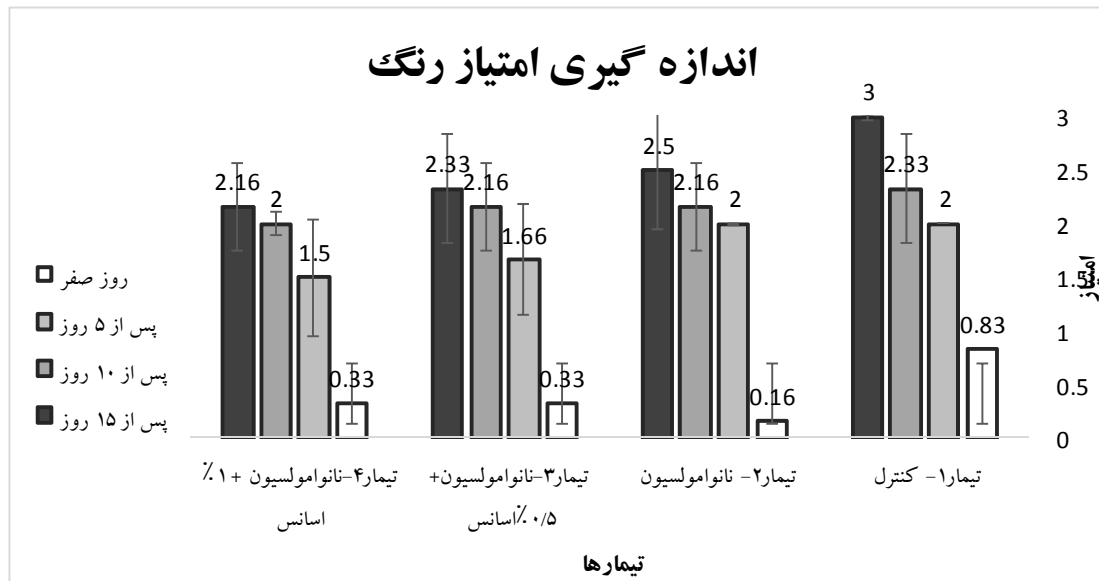


نمودار ۱- بررسی مقایسه‌ای اندازه گیری امتیاز بو در تیمارها در روزهای ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵.



نمودار ۲- بررسی مقایسه‌ای اندازه گیری امتیاز بافت در تیمارها در روزهای ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵.





نمودار ۳- بررسی مقایسه‌ای اندازه گیری امتیاز رنگ در تیمارها در روزهای ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵.

## بحث

یکی از شاخص‌های مناسب جهت تعیین زمان ماندگاری فیله ماهی قزل آلا، بار میکروبی می‌باشد (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۰) و یکی از مهمترین مقیاس‌ها برای ارزیابی کیفیت بهداشتی است. بالاترین حد قابل پذیرش آن برای گونه‌های دریایی بصورت تازه،  $7 \log \text{cfu/g}$  می‌باشد (Angis and Oguzhan, 2013). با توجه به نتایج آماری جدول ۲، از نظر اندازه گیری باکتری‌های مزوفیل هوازی در هر ۴ تیمار روند تغییرات افزایشی بوده و بیشترین کاهش در تیمار ۴ صورت گرفته و داده‌های تیمار ۲ (نانوامولسیون) نسبت به تیمار کنترل از روز پنجم دارای تفاوت معنی دار بود ( $P < 0.05$ ).

مقدار اولیه و روند تغییرات بار میکروبی با نتایج مطالعه انگیس و اوگازان (۲۰۱۳) درخصوص تأثیر تیمارهای بسته‌بندی و اسانس آویشن بر فیله تازه قزل آلا مطابقت داشت که بار میکروبی در روز صفر در تیمار کنترل،  $\text{cfu/g}$   $3/0.3 \log$  اعلام شد و با گذشت زمان افزایش یافت و رشد

باکتریایی با افزایش غلظت آویشن بهتر مهار شده بود که به دلیل خاصیت ضد میکروبی آویشن بوده و بسته بندی MAP اثر سینرژیستی با اسانس داشته است (Angis and Oguzhan, 2013). مقدار اولیه بار میکروبی در مطالعه‌ای توسط کن (۲۰۱۱) با موضوع اثر همزمان نمک سود و آویشن بر فیله قزل آلا رنگین کمان،  $2/2 \log \text{cfu/g}$  در همه تیمارها در زمان صفر گزارش شد که تا پایان دوره افزایش داشت (Can, 2011). افزایش معنی دار مقدار بار میکروبی در قزل آلا کامل نگهداری شده در یخ از  $\log \text{cfu/g}$  ۴ در روز صفر تا  $6/58$  در روز ۱۲ و  $7/0.4$  در روز ۲۰ توسط رضایی و حسینی (۲۰۰۸) گزارش گردیده است. and (Rezaei Hosseini, 2008). در تحقیق پزشکی و همکاران (۱۳۹۱) در مورد تأثیر عصاره زردچوبه بر ماهی قزل آلا رنگین کمان نگهداری شده در دمای یخچال، بار کل باکتریایی اولیه ماهی در تیمار کنترل در روز صفر  $3/7 \log \text{cfu/g}$  بود که پس از ۱۵ روز از حد مجاز و قابل پذیرش گذشت (پزشک و همکاران، ۱۳۹۱). افزایش در

میزان باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست در تمامی تیمارهای کنترل و بسته بندی اتمسفر اصلاح شده در دمای ۴ درجه سانتیگراد در مطالعه آراس حصار و همکارانش (۲۰۰۴) مشاهده شد. میزان آلودگی تیمار بسته بندی هوا از نظر مزوفیل‌ها و سرمادوست‌ها به ترتیب بعد از ۶ روز،  $\log$  cfu/g و ۶  $\log$  cfu/g گزارش شد (Arashisar et al., 2004) در تعیین بار میکروبی کل برای قزل‌آلای رنگین کمان در یخچال، توسط ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۰) تغییرات بار میکروبی در روزهای اول کند بوده ولی از روز ۴ تا ۱۲ به طور معنی داری افزایش نشان داده و از آن به بعد تا روز ۱۸ تغییر بار میکروبی معنی‌دار نبود. در مطالعه اثر ضد باکتریایی پوشش کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن شیرازی و عصاره دانه انگور بر قزل‌آلای رنگین کمان با گذشت زمان در همه تیمارها بار باکتریایی افزایش یافت که در تیمار کنترل با شدت بیشتری همراه بوده (رئسی و همکاران، ۱۳۹۱) و در تحقیق حاضر نیز حالت مشابهی رخ داده است. در بررسی آماری میانگین داده‌های شمارش باکتری‌های سرما دوست در تیمار کنترل و ۳ تیمار آزمایشی دیگر از فاز صفر تا روز ۱۵ پس از نگهداری در دمای یخچال، با توجه به نتایج حاصله و به دلیل رعایت شرایط بهداشتی در هنگام صید، یخ پوشی مناسب، بهداشت فردی در هنگام عمل آوری و بهداشت تجهیزات در کشت‌های آزمایشگاهی، منفی گزارش گردید. بیشترین حد پیشنهاد شده برای باکتری‌های سرمادوست در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان  $\log$  cfu/g ۷ گزارش شده است (رئسی و همکاران، ۱۳۹۱). در اندازه گیری تغییرات و امتیاز بو، پس از ۱۵ روز تیمار کنترل میانگین بالاتری داشت که به مفهوم پذیرش کمتر است ولی این تفاوت نسبت به ۳ تیمار دیگر آزمایشی معنی دار نبوده است ( $P>0.05$ ). در تیمارهای ۲ و ۳ و ۴ پذیرش بهتری وجود داشت و در روز صفر تیمارهای ۲ و ۳ امتیاز

بویایی بهتری کسب نمودند. در بررسی امتیاز بافت در تیمار کنترل و مقایسه آن با تیمارهای دیگر مشاهده گردید که امتیاز تیمار کنترل بیشتر از سایر تیمارها بوده و کمتر مورد پذیرش ارزیابان قرار گرفت و تفاوت بین تیمارها معنی دار بوده است ( $P<0.05$ ). امتیاز حسی بافت تیمارهای ۲ و ۳ و ۴ تفاوت معنی داری نداشت و تا روز ۵ در همه تیمارها یکسان بود. بهترین مقبولیت از نظر بافت در روز ۱۵ مربوط به تیمار ۴ بود که تفاوت با تیمارهای ۲ و ۳ معنی دار نبود. ( $P>0.05$ ) از نظر اندازه‌گیری امتیاز رنگ بین ۳ تیمار ۲ و ۳ و ۴ که همگی با نانوامولسیون تیمار شده بودند تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P>0.05$ ) ولی بین این ۳ تیمار و تیمار کنترل تفاوت معنی‌دار بود ( $P<0.05$ ) و استفاده از نانوامولسیون روغن آفتابگردان نقش موثری در حفظ و بهبود رنگ فیله‌ها داشته و با افزودن اسانس آویشن شیرازی، این تاثیر در جهت حفظ کیفیت بیشتر شده و مطلوبیت رنگ آن با افزایش غلظت اسانس بیشتر گردیده است. مطلوبترین نمونه از نظر رنگ در بین تیمارها مربوط به تیمار نانوامولسیون (تیمار ۲) بوده که بهترین امتیاز را کسب کرده اگرچه از نظر آماری معنی دار نبود. ( $P>0.05$ ). در روز ۱۵ بین تیمار کنترل و بقیه تیمارها تفاوت معنی دار بود. ( $P<0.05$ ) با توجه به نتایج آزمون‌های میکروبی بر روی تیمارهای مورد نظر، اثر ضد میکروبی نانوامولسیون روغن آفتابگردان تایید شد. نانوامولسیون در کنترل بار باکتریایی کل موفق عمل نموده و تفاوت معنی‌دار با نمونه کنترل داشته است. نانوامولسیون به طور معنی داری رشد میکروبی را به تاخیر انداخته و باعث افزایش عمر ماندگاری نمونه‌های ماهی شده است. نمونه‌های تیمار شده با نانوامولسیون از نظر عمر نگهداری و بار باکتریایی کل تا روز ۱۵ قابل مصرف بودند. اسانس آویشن شیرازی با نانوامولسیون روغن

نمونه‌های ماهی شده و از نظر کیفیت میکروبی تا روز ۱۵، نتایج قابل قبول بودند.

با عنایت به نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌گردد اثر ضد میکروبی نانوامولسیون حاضر بر سویه‌های خالص باکتریایی مطالعه گردد و همچنین اثر ضد میکروبی آن بر سایر فرآورده‌ها نظیر فیله شور و دودی، استیک و گوشت چرخ شده ماهی توسط سایر محققان مورد بررسی قرار گیرد.

- رنگین کمان نگهداری شده در یخچال. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. سال ششم، شماره ۳. صفحه ۲۰-۱۱.
۵. خانوی، مهناز، نوروزی، مهدی، طباطبایی، حمیده، صالحی‌نوده، علیرضا، برزگر صفوی، سهیلا، شفیع، عباس. (۱۳۸۸). شناسایی ترکیبات شیمیایی روغن فرار دو گیاه آویشن شیرازی (*Zataria Boiss.*) و مرزنگوش (*Origanum majorana*) و بررسی اثرات ضد ویروسی آن‌ها. فصلنامه گیاهان دارویی، سال نهم، دوره اول. صفحه ۱۳۷-۱۲۸.
۶. ذوالفقاری، مهدی، شعبانپور، بهاره، فلاح‌زاده، ساناز. (۱۳۹۰). بررسی روند تغییرات شیمیایی، میکروبی و حسی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان جهت تعیین مدت نگهداری آن طی نگهداری در دمای یخچال. نشریه شیلات، دوره ۶۴، شماره ۲. صفحه ۱۲۹-۱۲۱.
۷. رضائی، مهدی، منتظری جویباری، نعیم، حیدری، مهنوش. (۱۳۸۹). مطالعه مقدار بار باکتریایی و مقدار آمین‌های بیوژنیک قزل‌آلای رنگین کمان در طول زمان نگهداری در یخ. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۷، شماره ۱. صفحه ۷۰-۶۱.

آفتابگردان اثر سینرژیستی و هم افزایی نشان داد و این هم افزایی در تیمارها، ویژگی ضد میکروبی نانوامولسیون را تقویت کرده است. از نظر ارزیابی حسی، بکارگیری نانوامولسیون روی رنگ تأثیر مطلوب داشت و افزودن اسانس آویشن شیرازی به بهبود بو و بافت فیله‌ها کمک نمود. ترکیب ۱٪ اسانس آویشن شیرازی و نانوامولسیون روغن آفتابگردان برترین تیمار بود و به طور معنی‌داری رشد میکروبی را به تاخیر انداخته و باعث افزایش عمر ماندگاری

### منابع:

۱. آخوندزاده بستی، افشین، رضوی‌لر، ودود، میثاقی، علی، رادمهر، بهراد، عباسی‌فر، رضا، یزدانی، داراب، آخوندزاده، شاهین (۱۳۸۳). اثر اسانس آویشن شیرازی (*Zataria multiflora Boiss*) بر روی احتمال رشد استافیلوکوک طلایی در محیط آبگوشت قلب و مغز. فصلنامه گیاهان دارویی. دوره ۱۰. شماره ۳. صفحه ۶۰-۵۲.
۲. پزشکی، سمانه، رضایی، مسعود، حسینی، هدایت. (۱۳۹۰). اثر ضد باکتریایی و ضد اکسیداسیونی عصاره موسیر بر زمان ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در شرایط نگهداری سرد، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال ششم، شماره ۲. صفحه ۱۹-۱۱.
۳. تقی‌زاده اندواری، قاسم و رضایی، مسعود. (۱۳۹۱). اثر پوشش ژلاتین همرا با اسانس دارچین بر دوره ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در دمای یخچال. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۱، شماره ۱. صفحه ۲۴-۱۳.
۴. حمزه، علی و رضائی، مسعود. (۱۳۹۰). اثرات ضد اکسیداسیونی و ضد باکتریایی پوشش آلژینات سدیم به همراه اسانس آویشن بر فیله ماهی قزل‌آلای

14. Angis, S. and Oğuzhan, P. (2013). Effect of thyme essential oil and packaging treatments on chemical and microbiological properties of fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during storage at refrigerator temperatures. *Afr J Microbiol Research*. 7(13): 1136-1143.
15. Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, M., and Yanik, T. (2004). Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *J Food Microbiol*. 97: 209-214.
16. Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods, a review. *Int J Food Microbiol*. 94: 223-253.
17. Can, O. P. (2011). Combine Effect of Salting and Thyme (*Thymus vulgaris*) Essential Oil on Shelf Life of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Stored at 4°C. *Bull Vet Inst Pulawy*, 55: 435-441.
18. Joe, M. M., Chauhan, P. S., Bradeeba, K., Shagol, C., Sivakumaar, P. K., and Sa, T. (2012). Influence of sunflower oil based nanoemulsion (AUSN-4) on the shelf life and quality of Indo-Pacific king mackerel (*Scomberomorus guttatus*) steaks stored at 20 °C, *Food control*, 23: 564-570.
19. Duncan, T. V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. *J Colloid Interface Sci*. 363: 1-24.
20. Eftekhari, E., Zamani, S., Yusefzadi, M., Hadian, J., Nejad Ebrahimi, S. (2011). Antibacterial activity of Zataria multiflora Boiss essential oil
۸. رئیسی، مجتبی، تاجیک، حسین، اکبرلو، جوادعلی. (۱۳۹۱). اثر ضد باکتریایی پوشش خوراکی کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن شیرازی و عصاره دانه انگور. *مجله علوم آزمایشگاهی*. دوره ششم، شماره ۲. صفحه ۳۴-۲۷.
۹. رهنما، محمد، رضوی روحانی، سید مهدی، تاجیک، حسین، خلیقی سیگارودی، فرحناز، رضازاد باری، محمود. (۱۳۸۸). بررسی اثرات ضد میکروبی اسانس گیاه آویشن شیرازی و نایسین به تنهایی و ترکیبی با یکدیگر بر علیه لیستریا مونوسیتوزن در آبگوشت قلب - مغز. *فصلنامه گیاهان دارویی*، سال هشتم، دوره چهارم. صفحه ۱۳۱-۱۲۰.
۱۰. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۶). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - شمارش میکروارگانیسم‌های سرماگرا. استاندارد ملی شماره ۲۶۲۹.
۱۱. مطلبی، عباسعلی، حسن ذاتی رستمی، آتنا، خانی‌پور، علی‌اکبر، سلطانی، مهدی. (۱۳۹۱). اثر پوشش خوراکی پروتئین آب پنیر بر رطوبت و ویژگی‌های حسی ماهی کلپکای شکم خالی. *علوم غذایی و تغذیه*، شماره پیاپی ۳، صفحه ۴۸-۳۹.
۱۲. نجفی، مسعود، کدخدایی، رسول، مرتضوی، سیدعلی. (۱۳۸۹). بررسی عوامل موثر بر تشکیل و خصوصیات نانوامولسیون تثبیت شده با کازئینات سدیم و Tween80. *نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*. سال ۶، شماره ۱. صفحه ۱۶-۹.
13. Eskandani, M. A. (2009). Effect of Zataria multiflora Boiss. essential oil on the growth of *Bacillus cereus* atcc 11778 in a commercial chicken soup. *World Poultry Science Association (WPSA), 2nd Mediterranean Summit, Antalya, Turkey*, pp.389-392.

21. against extended spectrum  $\beta$  lactamase produced by urinary isolates of *Klebsiella pneumonia*. Jundishapur J Microbiol. 4 (Supplement 1). 43-50.
22. Gram, L., and Dalgaard, P. (2002). Fish spoilage bacteria—problems and solutions. Current Opinion Biotech. 13: 262–266.
23. Hashemi, M. B., Niakousari, M., Saharkhiz, M. J., and Eskandari, M. H. (2011). Influence of *Zataria multiflora* Boiss. essential oil on oxidative stability of sunflower oil. European J Lipid Sci Tech. 113: 1520-1526.
24. Hasanzati Rostami, A., Motallebi A. A., Khanipour, A. A., Soltani, M., and Khanedan, N. (2010). Effect of whey protein coating on Physico-Chemical properties of gutted Kilka during frozen storage. Iran J Fisheries Sci. 9(3): 412-423.
25. Danijela, V., Jasna, D. S., and Aurelija, S. (2011). Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from aquaculture – meat quality and importance in the diet. Tehnologija Mesa. 52: 122-133.
26. Donsi, F., Annunziata, M., Vincensi, M., and Ferrari, G. (2012). Design of nanoemulsion-based delivery systems of natural antimicrobials: Effect of the emulsifier. J Biotechnol. 159: 342-350.
27. Gutiérrez, F. J., Mussons, M. L., Gaton, P., and Rojon, R. (2012). Nanotechnology and Food Industry, Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry, Dr. Benjamin Valdez (Ed.), 307-916.
28. Kaszuba, M., McKnight, D., Connah, M. T., McNeil-Watson, F. K., and Nobbmann, U. (2008). Measuring sub nanometre sizes using dynamic light scattering. J Nanoparticle Res. 10: 823-829.
29. Lahlou, M. (2004). Methods to Study the Phytochemistry and Bioactivity of Essential Oils. Phytotherapy Research, Inter Sci. 18: 435-448.
30. McClements, D. J. (2011). Edible nanoemulsions: fabrication, properties, and functional performance. Soft Matter, The Royal Society of Chemistry. 7: 2297–2316.
31. Medina, I., Gallardo, J. M., and Aubourg, S. P. (2009). Quality preservation in chilled and frozen fish products by employment of slurry ice and natural antioxidants. Int J Food Sci Technol, 44: 1467-1479.
32. Moritz, M., Geszke-Moritz, M. (2013). The newest achievements in synthesis, immobilization and practical applications of antibacterial nanoparticles. Chemical Eng J. 228: 596–613.
33. Ozyurt, G., Kuley, E., Ozkutuk, S., and Ozogul, F. (2009). Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. Food Chem. 114: 505-510.
34. Rezaei, M., and Hosseini, S. F. (2008). Quality Assessment of Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) During Chilled Storage. J Food Sci. 73: 93-96.
35. Shah, B. D. (2011). Nano-dispersing Lipophilic Antimicrobials for Improved Food Safety. PhD dissertation. University of Tennessee.

36. Sozer, N., Kokini, J. L. (2008). Nanotechnology and its applications in the food sector. Trends in Biotech 27: 82-89.
37. Torrieri, E., Cavella, S., Villani, F., and Masi, P. (2006). Influence of modified atmosphere packaging on the chilled shelf life of gutted farmed bass. J Food Eng. 77: 1078–1086.
38. Yiannaka, A. (2012). Consumer Attitudes and Labeling Regimes as Determinants of the Market Success of Food Nanotechnology. Cornhusker Economics. Paper 562.
39. Yilmaz, M., Ceylan, Z. G., Kocaman, M., Kaya, M., and Yilmaz, H. (2009). The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on growth of *Listeria* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. J Muscle Foods. 20: 465–477.
40. Zaki pour Rahimabadi, E., and Divband, M. (2012). The Effects of Coating and *Zataria multiflora* Boiss Essential Oil on Chemical Attributes of Silver Carp Fillet Stored at 4°C. Int Food Research J. 4: 116–121.
- 41.

## A Study on the Synergistic Effect of Sunflower Oil Based Nanoemulsion with *Zataria multiflora* Boiss. Essential Oil on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets

Shadman Sh<sup>1</sup>, Hosseini S.E<sup>2\*</sup>, Ershad Langroudi H<sup>3</sup>, Shabani Sh<sup>2</sup>

1. MSc. Student of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3. Department of Fisheries, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

\*Corresponding author: [ebhoseini@srbiau.ac.ir](mailto:ebhoseini@srbiau.ac.ir)

Received: 4 January 2016

Accepted: 20 November 2015

### Abstract:

The quality changes of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets treated with sunflower oil based nanoemulsion with or without *Zataria multiflora* Boiss. essential oil was studied on days 0, 5, 10 and 15 during storage in (4°C±1) and evaluated by microbiological and sensory analyses. Total viable counts and psychrophilic bacteria were determined. The results showed that the nanoemulsion had significant effect (P<0.05) on total viable counts. No growth of psychrophilic bacteria was found. Sensory analysis showed that the nanoemulsion could improve colour features. Odour and texture were enhanced as well. Incorporation of *Z. multiflora* essential oil and the nanoemulsion increased the acceptability for taste, odour and texture. The inhibitory effects of the nanoemulsion were closely related to the concentration of the essential oil due to high content of carvacrol and thymol. The quality of fillets treated with nanoemulsion and 1% *Z. multiflora* essential oil was significantly different compared with other treatments and had acceptable results until day 15 of storage. Therefore, the nanoemulsion developed in this study could be represented as an option as a food preservative. *Z. multiflora* Boiss. essential oil showed a synergistic effect with the nanoemulsion for shelf-life extension of rainbow trout fillets.

**Keywords:** Nanoemulsion, Rainbow trout, Shelf life, *Zataria multiflora* Essential oil.