شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

دوره ۷۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶

صفحات ۵۹-۴۴

بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی اسانس مرزنجوش (*Origanum Vulgare L*) بر ماندگاری سوریمی تهیه شده از کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در طول دوره نگهداری در انجماد (۱۸°C)

فاطمه پور ملایی[۱]، سید علی جعفرپور[۲]، سکینه یگانه[۳]*

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲. دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۳. استادیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۹ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۷/۳۰

چکیده

در این مطالعه اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی اسانس مرزنجوش بر ماندگاری سوریمی در طول دوره نگهداری در انجماد مورد بررسی قرار گرفت. بعد از تهیه سوریمی به روش دستی، نیمی از آن به‌عنوان تیمار شاهد با نگهدارنده‌های انجماد و نیم دیگر آن به‌عنوان تیمار سوریمی حاوی ۰/۵ درصد (وزن به حجم) اسانس مرزنجوش، پس از مخلوط کردن با اسانس، در پلاستیک‌های مخصوص فریزر بسته‌بندی و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت ۰، ۱، ۳ و ۶ ماه نگهداری شدند. نتایج نشان داد که، پس از گذشت ۶ ماه نگهداری در حالت انجماد، اختلاف معنی‌داری بین درصد خاکستر در دو تیمار وجود نداشت، اما میزان پروتئین و چربی در تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودنی) نسبت به سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش کمتر بود ($P<۰/۰۵$). همچنین میزان TBA و TVN و پراکسید سوریمی عمل‌آوری شده با اسانس مرزنجوش نسبت به شاهد در تمام ماه‌ها دارای روند کاهشی معنی‌دار بود. میزان باکتری‌های سرماگرا و سودوموناس‌ها در هر دو تیمار در ماه‌های صفر، اول و سوم مشابه بود. اما در پایان ماه ششم میزان باکتری‌ها در تیمار سوریمی عمل‌آوری شده به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. با توجه به نتایج حاصل از آنالیز شاخص‌های رنگی، برخلاف شاخص قرمزی (a^*) که در کل دوره فاقد اختلاف معنی‌دار بود، شاخص سفیدی (Whiteness) و زردی (b^*) در ماه اول و ششم، روشنایی (L^*) در ماه اول، سوم و ششم در تیمار حاوی اسانس نسبت تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P<۰/۰۵$). در کل می‌توان نتیجه‌گیری کرد که، اضافه کردن ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش به سوریمی می‌تواند باعث افزایش خواص آنتی‌میکروبی و آنتی‌اکسیدانی آن شود و روند فساد میکروبی و اکسیداسیونی را به‌طور معنی‌داری کاهش دهد.

واژگان کلیدی: سوریمی، کپور معمولی، اسانس مرزنجوش، اثر آنتی‌اکسیدانی، اثر آنتی‌باکتریایی، زمان ماندگاری.

* نویسنده مسوول: تلفن: ۹۸۱۵۱۳۸۲۲۷۱+ ایمیل: a.jafarpour@sanru.ac.ir

۱. مقدمه

یکی از فرآورده‌های ماهی دارای ارزش افزوده که در جهان از محبوبیت خاصی برخوردار است سوریمی می‌باشد که در واقع پروتئین میوفیبریل تغلیظ‌شده از گوشت چرخ‌شده و شسته‌شده ماهی است. دو نکته حائز اهمیت در تهیه مواد خام و تولید سوریمی، حجم زیاد صید و قیمت ارزان آن می‌باشد. ازاین‌رو دستیابی به تکنولوژی تولید و سرمایه‌گذاری مناسب می‌تواند استفاده بهینه از این منبع مهم غذایی را به دنبال داشته باشد. ماهیان پرورشی به علت استفاده از رژیم غذایی کم‌هزینه و سطوح پایین زنجیره غذایی به مقدار زیاد پرورش می‌یابند. از آن‌جایی‌که این ماهیان نسبت به ماهیان خوش‌خوراک‌تر، ماهی کم‌مصرفی محسوب می‌گردند بنابراین تولید فرآورده‌های متنوع از این آبزیان برای ترویج مصرف آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. تولید گوشت چرخ شده و به دنبال آن سوریمی از ماهیان کم‌مصرف یکی از روش‌هایی است که امروزه برای افزایش مصرف این دسته از ماهیان پیشنهاد می‌گردد (Shabanpour *et al*., 2007). ایجاد ارزش افزوده به این گونه آبزیان و به‌عنوان مثال تهیه سوریمی و استفاده از آن به‌عنوان ماده پایه یا حد واسط در جهت فرآوری محصولاتی از قبیل سوسیس، کالباس و سایر فرآورده‌های تقلیدی مانند خرچنگ، لابستر، اویستر و غیره که مصرف اصل این گونه آبزیان در کشور اسلامی ایران با مشکل شرعی مواجه می‌باشد، می‌تواند به عنوان راهکار مناسبی در افزایش سرانه آبزیان در کشور ما باشد (Jafarpour, 2011).

توجه به این نکته مهم است که یکی از تغییرات عمده‌ای که در حین فرآوری، توزیع، انبارداری و آماده‌سازی غذاها روی می‌دهد اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها است که این رویداد نه تنها باعث از دست‌رفتن کیفیت تغذیه‌ای غذاها می‌شود بلکه محصولات اکسیدشده‌ای مانند رادیکال‌های آزاد تولید می‌کند که منجر به واکنش‌های متعدد نامطلوب شیمیایی می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که باعث به تأخیر انداختن یا کندکردن اکسیداسیون مواد غذایی می‌شوند که این مواد قابلیت اکسیدشدن از طریق اتواکسیداسیون دارند. آنتی‌اکسیدان‌ها به‌عنوان دهنده هیدروژن یا پذیرنده رادیکال آزاد با افزایش دوره القا باعث به تأخیرانداختن اتواکسیداسیون می‌شوند (Halliwell *et al*., 1995).

در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی روی استخراج آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی از منابع گیاهی صورت گرفته است. در میان آن‌ها، اسیداسکوربیک و توکوفرول‌ها، رایج‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی تجاری هستند. دیگر منابع آنتی‌اکسیدانی طبیعی شامل کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، محصولات حاصل از هیدرولیز پروتیئنی، محصولات واکنش مایلارد، فسفولیپیدها و استرول‌ها هستند. تعدادی از این‌ها به‌طور طبیعی از آنتی‌اکسیدان‌های فنولی موجود در منابع گیاهی و عصاره‌های گیاهی به‌دست آمده‌اند (Casimir and Min, 2002). اسانس‌های ضروری برای اولین‌بار توسط اعراب در قرون وسطی به‌وسیله بخار و یا تقطیر با آب به‌دست آمدند. این اسانس‌ها به‌عنوان مواد ضدعفونی‌کننده شناخته‌شده‌اند یعنی دارای خواص آنتی‌باکتریایی، آنتی‌ویروسی و آنتی‌قارچی همراه با ویژگی‌های دارویی و عطر هستند و در حفاظت از غذاها به عنوان آنتی‌باکتری استفاده می‌شوند (Bakkali *et al*., 2008).

مرزنجوش علاقه محققان و پژوهشگران مواد غذایی را به میزان زیادی به عنوان عامل آنتی‌میکروبی و آنتی‌اکسیدانی طبیعی بالقوه به خود جذب کرده‌است. این گیاه حاوی غلظت بالایی از ترکیبات فنلی از جمله کارواکرول و تیمول می‌باشد. اثر نگهدارندگی این گیاه از پلی‌فنول است که به‌طور عمده مربوط به خواص آنتی‌میکروبی و مهار برخی از فعالیت‌های آنزیمی، و همچنین توانایی مهار رادیکال آزاد و در نتیجه پیشگیری از اکسیداسیون چربی است (Tajkarimi *et al*., 2010).

مطالعه‌ای به‌منظور بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریالی آویشن و مرزنجوش به میزان ۲/۵ و ۵ درصد در کیفیت فیله ماهی کفال نیمه سرخ‌شده در انبار سرد توسط Yasin و Abou-Taleb (۲۰۰۷) صورت گرفت. Chouliar و همکاران (۲۰۰۷) طی مطالعه‌ای اثر ترکیب عصاره مرزنجوش (۰/۱-۱ درصد) و بسته بندی اتمسفر اصلاح‌شده را بر روی افزایش عمر ماندگاری گوشت سینه مرغ تازه نگهداری‌شده در ۴ درجه سانتی‌گراد بررسی کردند. Zinoviadou

(۲۰۰۹) تاثیر ترکیب ۰/۴ درصد عصاره مرزنجوش و جاذب اکسیژن در افزایش عمر ماندگاری ماهی نگهداری شده در ۴ درجه سانتی‌گراد را مورد مطالعه قراردادند. Govaris و همکاران (۲۰۱۰) اثر آنتی-میکروبی اسانس مرزنجوش ۰/۶ یا ۰/۹ درصد، نیزین ۵۰۰IU/g یا ۱۰۰۰ و ترکیب آنها در برابر *Salmonella enteritidis* در گوشت چرخ شده گوسفند طی نگهداری در یخچال را مورد بررسی قرار-دادند. Ozgul و Ucer (۲۰۱۲) اثرات استفاده از عصاره‌های مرزنجوش، چای سبز، مریم‌گلی و برگ بو با دوز ۰/۳ درصد و ۰/۶ درصد بر کیفیت همبرگر ماهی منجمد ماکرل (*Scomber japonicus*) ذخیره شده در ۱۸- درجه سانتی‌گراد از نظر حسی، واکنش بیوشیمیایی (تیوباربیتوریک TBARS، بازهای ازته فرار، مقدار پراکسید و اسیدهای چرب آزاد) و تجزیه و تحلیل میکروبیولوژیکی (شمارش کلی TVC، تعداد کل سرماگراها TPC) مورد بررسی قراردادند (Ozogul and Ucer, 2012).

بنابراین هدف از انجام این پژوهش برآورد اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی اسانس مرزنجوش بر ماندگاری سوریمی در طول ۶ ماه نگهداری در انجماد از طریق اندازه‌گیری پروتئین، چربی، خاکستر و پارامترهای شیمیایی از قبیل شاخص پراکسید (PV)، شاخص تیوباربیوتیک‌اسید (TBARS) به‌عنوان شاخص‌های اکسیداسیون چربی و اندازه‌گیری پارامتر TVB-N به‌عنوان نشانگر تغییر ماهیت پروتئین‌ها در طول دوره انجماد و در ادامه اندازه‌گیری شاخص‌های میکروبی از قبیل مقدار کل باکتری‌های سرماگرا و شمارش کلی سودوموناس‌ها می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. تهیه گوشت چرخ شده و شسته شده ماهی (سوریمی)

در این تحقیق ماهیان کپور معمولی پرورشی با وزن متوسط ۱۵۰۰-۱۲۰۰ گرم به‌صورت تازه از بازار ماهی ساری خریداری و سپس با قراردادن در یخ به نسبت هر ۲ واحد ماهی ۱ واحد یخ طی مدت زمان ۱ ساعت به آزمایشگاه انتقال داده شدند. پس از انتقال آن‌ها به آزمایشگاه در دمای محیط (حدود ۱۸ درجه سانتی‌گراد)، با آب سرد با دمای ۱±۱۰درجه سانتی-گراد شستشو داده شدند و در ادامه ماهی‌ها سر و دم-زنی و تخلیه امعاء و احشاء شده و شستشو داده شدند تا کاملاً تمیز شوند و خونابه و سایر ضایعات از آن‌ها جدا شود. در مرحله بعد ماهی‌ها فیله شده و بعد از فرآیند پوست‌کنی و تهیه فیله‌ها و استخوان‌گیری با دست، به‌وسیله چرخ‌گوشت خرد شدند. بدین‌ترتیب گوشت چرخ‌شده ماهی به‌دست آمد. به‌منظور شستشوی گوشت چرخ‌شده از نسبت ۱:۴ (آب:گوشت) منوط بر این‌که از ۵ جزء، ۱ جزء مربوط به گوشت چرخ‌شده و ۴ جزء مربوط به آب باشد، استفاده شد. شستشوی گوشت چرخ شده طی ۳ مرحله ۱۰ دقیقه-ای انجام شد که در هر مرحله ابتدا مخلوط را به حجم رسانده سپس در ۵ دقیقه اول مخلوط را به هم‌زده و در ۵ دقیقه بعد مخلوط در حالت سکون قرار داده شد. پس از این ۱۰ دقیقه آب را تخلیه کرده و مخلوط را برای مرحله بعد دوباره به حجم رسانده و دوباره این عمل انجام شد. در مرحله سوم ۰/۲درصد نمک به مخلوط اضافه کرده تا از متورم‌شدن پروتئین‌ها جلوگیری کند. پس از این مرحله، به منظور آبگیری به صورت دستی از پارچه تنظیف و فشار مکانیکی استفاده شد (Jafarpour, 2011).

در نهایت گوشت چرخ‌شده و شستشو داده شده را به دو قسمت مساوی تقسیم کرده و یک قسمت آن را با ۴ درصد سوکروز، ۴ درصد سوربیتول و ۰/۳ درصد سدیم تری‌پلی‌فسفات (به‌عنوان نگهدارنده انجماد) مخلوط‌شد و در بسته‌بندی‌های مخصوص فریزر (زیپ کیف)، بسته‌بندی و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد برای شش ماه نگهداری شدند. قسمت باقی‌مانده سوریمی به‌وسیله ۳ دیسک با قطر چشمه‌های مختلف چرخ گوشت با اسانس مرزنجوش با دوز v/w ۰/۵ درصد مخلوط و در بسته‌بندی‌های مخصوص فریزر (زیپ کیف)، بسته‌بندی و در دمای ۱۸- درجه سانتی-گراد برای شش ماه نگهداری شدند و آزمایش‌های زیر در ماه‌های صفر، یک، سه و شش برای هر ۲ تیمار در سه تکرار انجام شد.

۲.۲. آنالیز تقریبی

سنجش پروتئین از طریق روش کلدال طی دو مرحله انجام شد (Parvaneh, 1998). میزان چربی

به روش سوکسله و میزان خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ –۵۰۰ درجه سانتی‌گراد اندازه گیری‌گردید (Hosseini, 2005).

۳.۲. شاخص پراکسید

پراکسید از شاخص‌های مهم فساد چربی می‌باشد، که افزایش آن طی مدت زمان نگهداری سوریمی به شکل منجمد در مطالعات متعددی گزارش شده و از آن به عنوان اندیکاتور جذب اکسیژن یاد شده‌است (اصغرزاده کانی و همکاران، ۱۳۸۶). شاخص پراکسید بر اساس روش یدومتری اندازه‌گیری شد (Hosseini, 2005).

۴.۲. اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید (Thiobarbituric Acid)

۱۰ گرم نمونه در لوله فالکن وزن گردید و به آن یک میلی‌لیتر BHT اضافه شد و سپس ۳۲ میلی لیتر پرکلریک‌اسید ۴ درصد اضافه گردید و به مدت یک دقیقه در دور ۱۳۲۰۰ rpm هموژن شد و سپس با فیلتر واتمن شماره ۴۵ فیلتر گردید و با اسید به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد. پنج میلی‌لیتر از مایع فیلتره به ۵ میلی‌لیتر TBA اضافه گردید و پس از ورتکس در بن ماری ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت گذاشته شد، پس از خنک‌شدن میزان جذب در طول موج ۲۳۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد و نتیجه بر حسب میلی‌گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم نمونه گزارش گردید (Ramadan, 2012)

۵.۲. اندازه‌گیری بازهای ازته فرار (Total Volatile Nitrogen Basses)

این آزمون مطابق آزمون اندازه‌گیری پروتئین انجام شد، با این تفاوت که در این آزمایش مرحله هضم وجود نداشت. میزان بازهای ازته فرار (۱۰۰mg/gr) با استفاده از دستگاه تقطیر کلدال اندازه‌گیری شده و به شکل زیر محاسبه گردید (Shabanpour *et al.*, 2007).

(رابطه ۱)

(حجم اسید سولفوریک مصرفی × ۱۴) = مواد ازته فرار

۶.۲. شمارش باکتری های سرماگرا (Total Psychrotrophic Bacteria)

برای شمارش باکتری‌های سرماگرا (TPC) از نمونه‌های تهیه شده، از محیط تریپتیک سوی آگار (TSA) استفاده شد. ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه‌های تهیه‌شده، برروی محیط کشت به طور سطحی پخش شده و پلیت‌های مربوط به باکتری‌های سرماگرا بعد از ۱۰ روز انکوباسیون در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد شمارش شدند (Tajkarimi *et al.*, 2010)

۷.۲. شمارش سودوموناس‌ها (Total Pseudomonas Bacteria)

برای شمارش سودوموناس‌ها از محیط کشت ستریمید آگار استفاده شده و از رقت‌های تهیه شده مقداری مشخصی از آن به صورت سطحی در محیط کشت ستریمید آگار کشت داده شد و در دمای ۳۰ درجه به مدت ۲ ساعت انکوبه شد. باکتری‌های رشدیافته بر روی محیط نشان‌دهنده‌ی جنس سودوموناس بودند (Uçak *et al.*, 2011).

۸.۲. رنگ‌سنجی

رنگ‌سنجی با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج صورت پذیرفت. پس از عکس‌برداری اولیه مقادیر L^*، a^* و b^* که به ترتیب بیانگر روشنایی (L)، قرمزی (a) و زردی (b) می‌باشند، توسط دستگاه رنگ سنج مدل IMG-Pardazesh Cam-System XI اندازه‌گیری شد و رنگ سوریمی بدون استفاده از اسانس و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجش مورد آزمون قرار گرفت. فاکتور سفیدی (Whiteness) از رابطه‌ی زیر محاسبه گردید (Park and Lin, 2005).

$$\text{Whiteness} = L^* - 3b^*$$ (رابطه ۲)

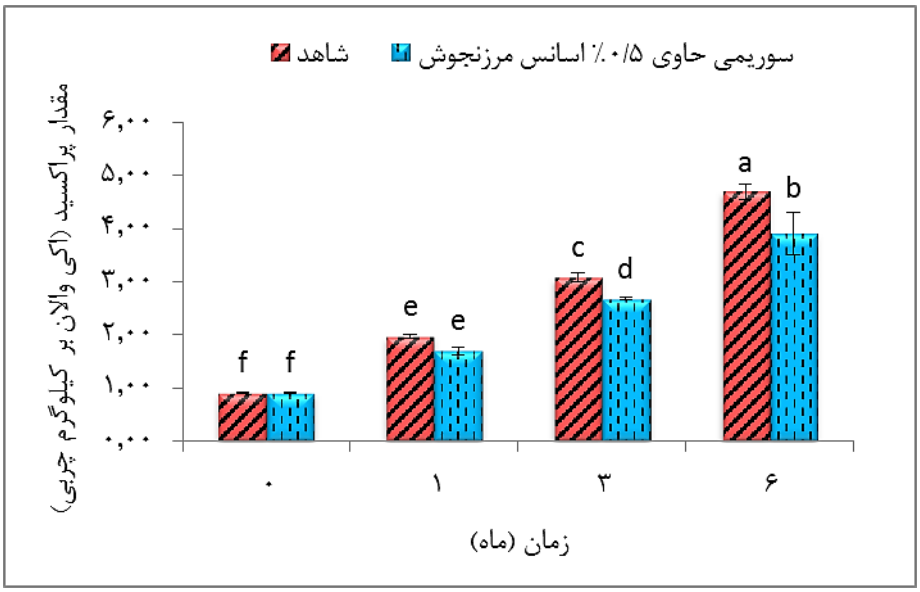
۹.۲. تجزیه تحلیل آماری

در این تحقیق، برای مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو نمونه سوریمی بدون افزودن اسانس و

جدول ۱- نتایج آنالیز تقریبی در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در طول دوره انجماد.

تیمارها	ماه	شاخص‌های ارزش غذایی		
		چربی(mg/kg)	پروتئین (درصد)	خاکستر (درصد)
شاهد	۰	۲/۹۳±۰/۰۷ c	۱۹/۲۷±۰/۳۵ c	۲/۷۴±۱/۰۰ a
(سوریمی بدون اسانس)	۶	۳/۶۳±۰/۰۹ b	۲۱/۹۷±۰/۱۲ b	۲/۷۵±۰/۰۶ a
سوریمی حاوی ۰/۵ درصد	۰	۲/۹۳±۰/۰۷ c	۱۹/۲۷±۰/۳۵ c	۲/۷۴±۱/۰۰ a
اسانس مرزنجوش	۶	۳/۹۴±۰/۰۶ a	۲۲/۶۰±۰/۰۴ a	۲/۹۳±۰/۱۸ a

حروف تفاوت در ستون نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵) .



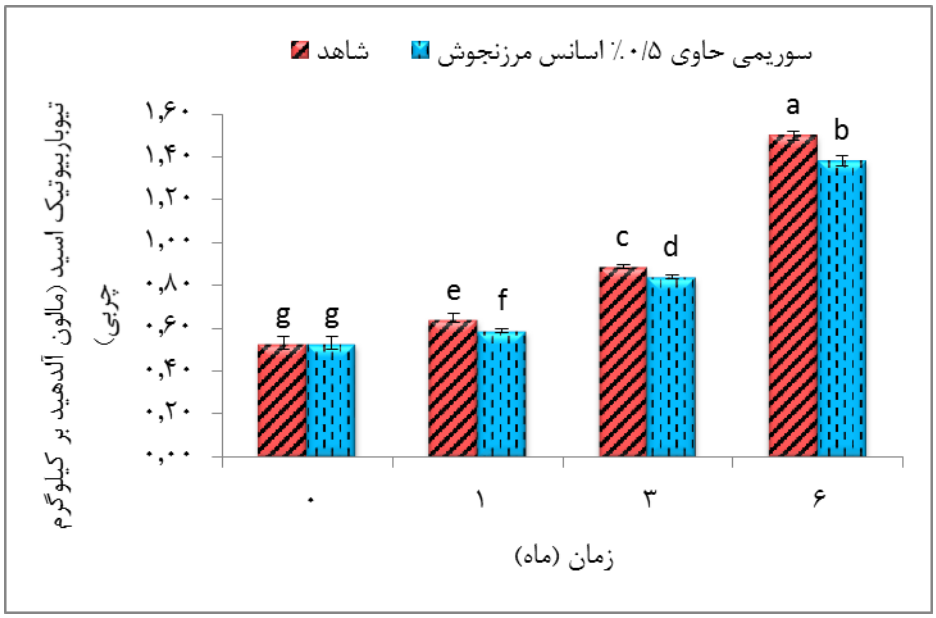
شکل ۱- میزان پراکسید در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در طول دوره انجماد. حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P< ۰/۰۵) .

سوریمی حاوی اسانس مرزنجوش از طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS V.16 استفاده نموده و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL و SPSS V.16 رسم گردید. بررسی اثر تیمارهای مختلف (سوریمی بدون اسانس و سوریمی حاوی اسانس مرزنجوش) در طی زمان (ماه صفر تا ماه ششم) با استفاده از روش اندازه‌گیری‌های تکرارشده در زمان و در سطح احتمال (P<۰/۰۵) انجام شد. تیمارها در سه تکرار انجام شده و نتایج آماری بدست آمده با استفاده از روش تجزیه واریانس دوطرفه (Two-Way-ANOVA) در سطح احتمال (P<۰/۰۵) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. همچنین مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال (P<۰/۰۵) مورد ارزیابی آماری قرار گرفت.

۳. نتایج

۱.۳. آنالیز تقریبی (چربی، پروتئین و خاکستر)

بر اساس داده‌های به‌دست آمده، با افزایش زمان نگهداری در حالت انجماد میزان چربی، پروتئین و خاکستر در هر دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش افزایش یافت (P<۰/۰۵، جدول ۱). میزان چربی و درصد پروتئین تیمار شاهد و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در پایان ماه ششم تفاوت معنی‌دار داشته است (P<۰/۰۵). اما درصد خاکستر در ماه ششم نگهداری مانند ماه صفر، در تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش فاقد تفاوت معنی‌دار بود (P>۰/۰۵) .



شکل ۲- میزان TBA در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در طول دوره انجماد. حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<$ ۰/۰۵) .

۲.۳. شاخص پراکسید

میزان اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم چربی در هر دو تیمار، با افزایش زمان انجماد افزایش یافت ($P<$۰/۰۵، شکل ۱). به عبارتی میزان پراکسید از نزدیک یک اکی‌والان در زمان صفر به حدود ۴ اکی-والان برای تیمار حاوی اسانس مرزنجوش و حدود ۵ اکی‌والان برای تیمار شاهد رسید. میزان پراکسید شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در پایان ماه اول فاقد اختلاف معنی‌دار بوده ($P>$۰/۰۵) اما با گذشت سه و شش ماه نگهداری عدد پراکسید تفاوت معنی‌داری از خود نشان داده، به‌طوری‌که سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در مقابل شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) میزان کمتری را نشان داد ($P<$۰/۰۵) .

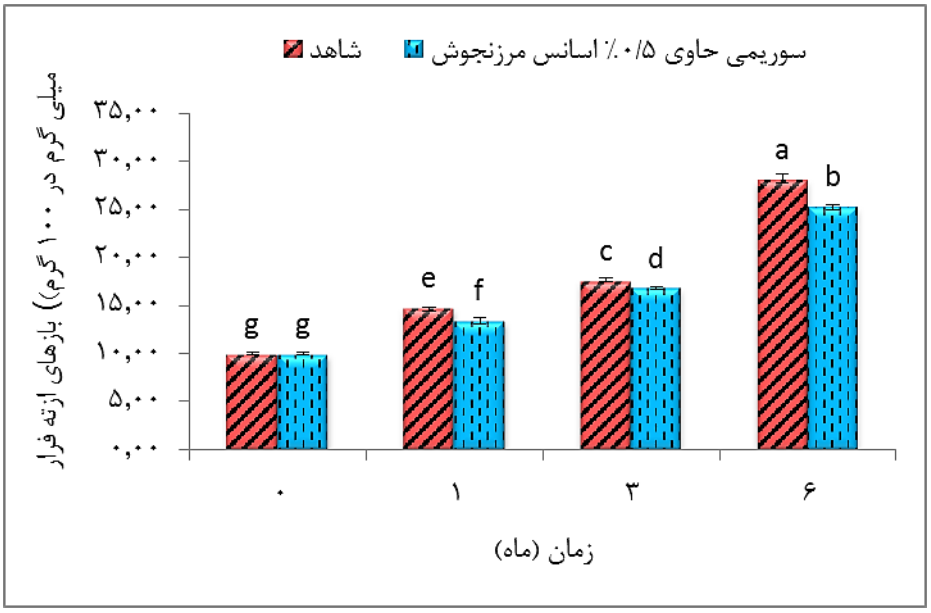
مقدار پراکسید اولیه تیمارها ۰/۹۱±۰/۰۲ اکی والان بر کیلوگرم چربی محاسبه شد و با افزایش زمان انجماد افزایش یافت ($P<$۰/۰۵). همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده‌است، میزان پراکسید شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در مدت زمان‌های ۱، ۳ و ۶ ماه ذخیره‌سازی در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌دار داشته، به‌طوری‌که سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در مقابل شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) میزان کمتری را نشان داد ($P<$۰/۰۵).

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که استفاده از اسانس مرزنجوش در به تاخیر انداختن پراکسیداسیون لیپیدی در سوریمی ذخیره‌شده در فریزر موثر است. توانایی این اسانس در مهار اکسیداسیون چربی به کل محتوای ترکیبات فنلی آن مربوط می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌های فنلی، از تشکیل رادیکال‌های چرب آزاد جلوگیری می-کنند و در نتیجه باعث به تأخیرانداختن شروع روند اکسیداسیون چربی است (Sherwin, 1990).

۳.۳. تیوباربیتوریک اسید

میزان TBA در هر دو تیمار، با افزایش زمان انجماد به طور معنی داری ($P<$۰/۰۵) افزایش یافت (شکل ۲). میزان TBA شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در پایان ماه اول، سوم و ششم تفاوت معنی‌دار داشته، به‌طوری‌که سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در مقابل شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) مقدار کمتری را نشان داد ($P<$۰/۰۵) و مقدار آن برای دو تیمار فوق به‌ترتیب از ۰/۵۳±۰/۰۳ در ماه صفر به حدود ۱/۵±۰/۰۲ و ۱/۳۸±۰/۰۳ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید به ازای هر کیلوگرم چربی در ماه ششم رسید.

در ابتدای دوره ذخیره‌سازی، مقدار TBA در نمونه‌های شاهد و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس



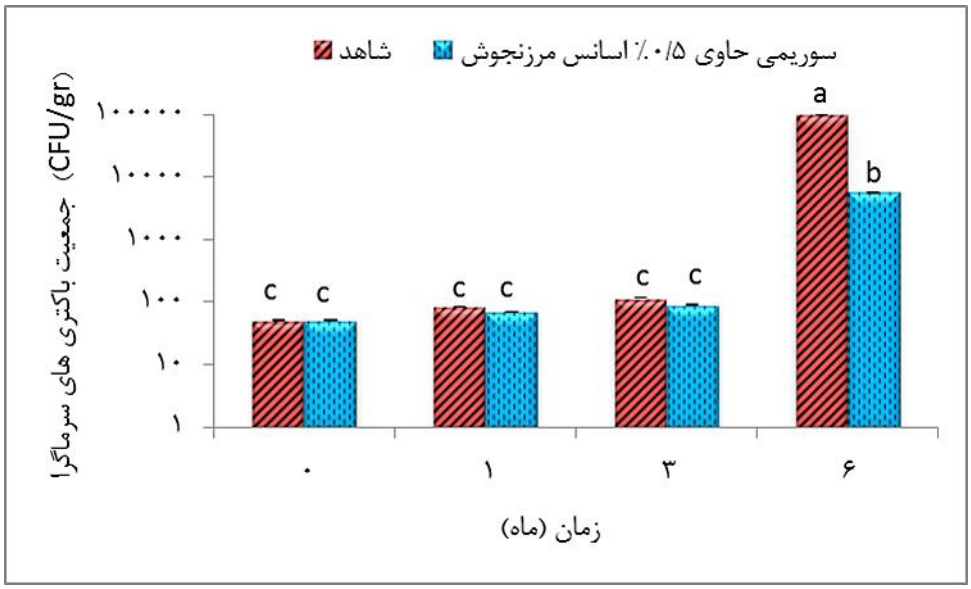
شکل ۳- میزان TVB-N در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در طول دوره انجماد. حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵) .

مرزنجوش ۰/۵۳±۰/۰۳ میلی‌گرم مالون‌آلدئید بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد (شکل ۲). مقدار TBA در هر دو تیمار، با افزایش زمان انجماد افزایش یافت (P<۰/۰۵) و در پایان ماه ششم تفاوت معنی‌دار داشته، به‌طوری‌که سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در مقابل شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) مقدار کمتری را نشان داد (P<۰/۰۵) و مقدار آن برای دو تیمار فوق به‌ترتیب به ۱/۵±۰/۰۲ و ۱/۳۸±۰/۰۳ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید به ازای هر کیلوگرم چربی رسید. افزایش TBA نشان‌دهنده تشکیل محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی می‌باشد (Pezeshk *et al.*, 2011). مقدار TBA نشان می‌دهد که توسعه ترشیدگی در سوریمی کم بوده (کمتر از ۵ میلی گرم MDA در هر کیلوگرم ماهی) و پایین‌تر از حدی است که در آن طعم فساد مشهود گردد.

۴.۳. بازهای ازته فرار

میزان بازهای ازته فرار در هر دو تیمار، با افزایش زمان انجماد افزایش یافت (P<۰/۰۵، شکل ۳). میزان TVB-N شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در پایان ماه اول، سوم و ششم تفاوت معنی‌دار داشته، به‌طوری که سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در مقابل شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) مقدار کمتری را نشان داد (P<۰/۰۵) و مقدار آن برای دو تیمار فوق به‌ترتیب از ۹/۹۹±۰/۱۲ در ماه صفر به ۲۸/۰۵±۰/۶۹ و ۲۵/۲۵±۰/۳۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم در ماه ششم رسید.

TVN از ترکیبات مختلف از جمله آمونیاک، متیل‌آمین، دی‌متیل‌آمین و همچنین تری‌متیل‌آمین تشکیل شده‌است که محصولات به‌دست آمده از فعالیت باکتری‌های عامل فساد و آنزیم‌های درونی است (Rahimabadi and Divband, 2012) و اغلب به عنوان یک شاخص برای فساد ماهی استفاده می‌شود. Özyurt و همکاران (۲۰۰۹) ماهی و محصولات ماهی را بر اساس این شاخص به چهار گروه طبقه بندی کردند: تا ۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت: کیفیت عالی; تا ۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت: کیفیت خوب; تا ۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت: محدودیت مصرف; بالای ۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت: فاسد. نویسندگان مختلف گزارش کرده‌اند که حد قابل قبول برای ماهی تازه، ۳۰ میلی‌گرم TVN در ۱۰۰گرم از گوشت می‌باشد (Harpaz *et al.*, 2003). در مطالعه حاضر، در آغاز ذخیره‌سازی، مقدار TVN، ۹/۹۹±۰/۱۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم سوریمی محاسبه و با گذشت زمان ذخیره‌سازی در همه گروه‌ها افزایش یافت و به ۲۸/۰۵±۰/۶۹ برای تیمار شاهد و ۲۵/۲۵±۰/۳۰ برای تیمار حاوی اسانس مرزنجوش در پایان ماه ششم رسید (شکل ۳). تجزیه و تحلیل آماری نشان‌داد که تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) بین تیمار



شکل ۴- میزان باکتری‌های سرماگرا در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در طول دوره انجماد. حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵) .

شاهد (سوریمی بدون اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش، در مدت زمان‌های ۱، ۳ و ۶ ماه ذخیره‌سازی در فریزر وجود دارد. مقدار پایین‌تر TVN در نمونه سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش نسبت به سوریمی شاهد را می‌توان به خواص آنتی‌باکتریایی حاصل از ترکیبات فنلی کارواکرول، تیمول نسبت داد (Tajkarimi *et al.*, 2010).

۵.۳. شاخص‌های میکروبی

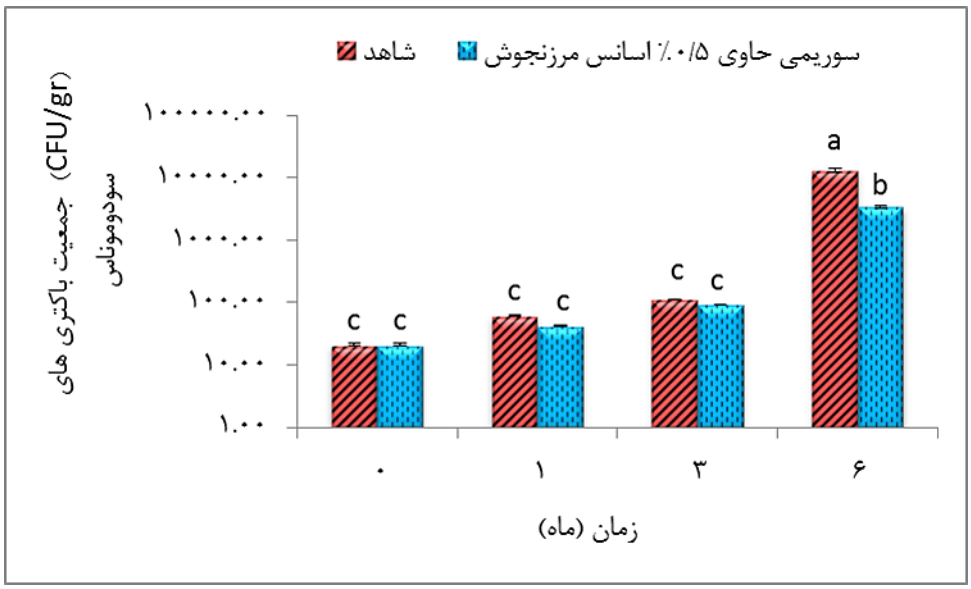
باکتری‌های سرماگرا

مقدار کل باکتری‌های سرماگرا در هر دو تیمار، با افزایش زمان انجماد افزایش یافت (P<۰/۰۵، شکل ۴). میزان باکتری‌های سرماگرا شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش فقط در پایان ماه ششم تفاوت معنی‌دار داشته، به‌طوری‌که سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در مقابل شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) روند افزایشی بیشتری را نشان داد داد (۰/۰۵ >P) و مقدار آن برای دو تیمار فوق به‌ترتیب به ۹/۸ × ۱۰^۷ CFU/gr و ۵/۷ × ۱۰^۶ CFU/gr رسید.

باکتری‌های سودوموناس

مقدار سودوموناس در هر دو تیمار، با افزایش زمان انجماد افزایش یافت (P<۰/۰۵، شکل ۵). میزان سودوموناس در تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش فقط در پایان ماه ششم تفاوت معنی‌دار داشته، به‌طوری که سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در مقابل شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) مقدار بیشتری را نشان داد (P<۰/۰۵) و مقدار آن برای دو تیمار فوق به ترتیب به ۱/۳ × ۱۰^۷ CFU/gr و ۳/۴ × ۱۰^۶ CFU/gr رسید.

باکتری‌های سرماگرا و عمدتا گونه‌های سودوموناس آنزیم‌های لیپاز و فسفولیپاز تولید می‌کنند که سبب افزایش FFA می‌شوند. حد مجاز این باکتری‌ها در طول دوره ذخیره‌سازی (7 log CFU/g>) می‌باشد (Hamzeh and Rezaei, 2011). مطابق شکل ۴و ۵، تعداد باکتری‌های سرماگرا و سودوموناس‌ها با افزایش زمان انجماد افزایش یافت (P<۰/۰۵، شکل ۵). میزان باکتری‌های سرماگرا و سودوموناس‌ها در تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش فقط در پایان ماه ششم تفاوت معنی‌دار داشته، به‌طوری‌که سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در مقابل شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) مقدار بیشتری را نشان داد (P<۰/۰۵) . مقدار باکتری‌ها در انتهای دوره در هر دو تیمار از 7 log CFU/g که حد مجاز آن است، فراتر نرفت اما تیمار سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش دارای بار کمتر و اختلاف معنی دار (۰/۰۵ >P) با تیمار شاهد بوده که اثر بازدارندگی اسانس



شکل ۵- میزان سودوموناس‌ها در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در طول دوره انجماد. حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (*P*<۰/۰۵)

جدول ۲- نتایج شاخص‌های رنگ سنجی در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در طول دوره انجماد.

تیمارها	ماه‌ها	شاخص‌های رنگ‌سنجی			
		روشنایی L^*	قرمزی a^*	زردی b^*	سفیدی $Whiteness^*$
شاهد	۰	۸۹/۸۰ ± ۰/۲۰ ^{c}	۰/۶۰ ± ۰/۳۵ ^{a}	۱۲/۸۷ ± ۱/۳۳ ^{bc}	۸۲/۸۷ ± ۰/۲۸ ^{c}
سوریمی بدون)	۱	۸۹/۰۷ ± ۰/۲۳ ^{d}	۰/۶۰ ± ۰/۲۰ ^{a}	۱۲/۷۳ ± ۰/۲۳ ^{bc}	۸۳/۲۰ ± ۰/۳۲ ^{bc}
(اسانس	۳	۹۰/۰۷ ± ۰/۴۲ ^{c}	۰/۴۷ ± ۰/۱۲ ^{ab}	۱۲/۹۳ ± ۰/۳۱ ^{bc}	۸۳/۶۳ ± ۰/۱۰ ^{bc}
	۶	۹۲/۴۷ ± ۰/۲۳ ^{a}	۰/۲۰ ± ۰/۰۰ ^{ab}	۱۱/۸۷ ± ۰/۵۰ ^{c}	۸۵/۹۴ ± ۰/۵۴ ^{a}
سوریمی حاوی ۰/۵	۰	۸۹/۸۰ ± ۰/۲۰ ^{c}	۰/۶۰ ± ۰/۳۵ ^{a}	۱۲/۸۷ ± ۱/۳۳ ^{bc}	۸۲/۸۷ ± ۰/۲۸ ^{c}
درصد اسانس	۱	۸۸/۵۳ ± ۰/۳۱ ^{e}	۰/۳۳ ± ۰/۲۳ ^{ab}	۱۴/۳۳ ± ۰/۲۳ ^{a}	۸۱/۶۳ ± ۰/۳۶ ^{d}
مرزنجوش	۳	۹۰/۷۳ ± ۰/۱۲ ^{b}	۰/۶۰ ± ۰/۲۰ ^{a}	۱۳/۸۷ ± ۰/۵۰ ^{ab}	۸۳/۳۰ ± ۰/۴۱ ^{bc}
	۶	۹۰/۷۳ ± ۰/۳۱ ^{b}	۰/۱۳ ± ۰/۱۲ ^{b}	۱۴/۰۷ ± ۰/۲۳ ^{ab}	۸۳/۱۵ ± ۰/۲۸ ^{bc}

حروف تفاوت در ستون نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (*P*<۰/۰۵) .

مرزنجوش از رشد باکتری‌ها را نشان می‌دهد.

۶.۳. رنگ‌سنجی

بر اساس داده‌های موجود، شاخص رنگی روشنایی (L^*) در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در پایان ماه‌های اول، سوم و ششم دارای اختلاف معنی‌دار بود(*P*<۰/۰۵، جدول ۲). شاخص رنگی قرمزی (a^*) در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در تمامی ماه‌ها فاقد اختلاف معنی‌دار بود (*P*>۰/۰۵) . شاخص رنگی زردی (b^*) در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در پایان ماه های اول و ششم دارای اختلاف معنی‌دار بود (*P*<۰/۰۵). شاخص رنگی سفیدی ($Whiteness^*$) در دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش در پایان ماه‌های اول و ششم دارای اختلاف معنی‌دار بود (*P*<۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه گیری

بر اساس داده‌های به‌دست آمده، با افزایش زمان نگهداری در حالت انجماد میزان چربی، پروتئین و خاکستر در هر دو تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش افزایش یافت (*P*<۰/۰۵، جدول ۱). میزان چربی و درصد پروتئین تیمار شاهد و سوریمی حاوی ۰/۵

درصد اسانس مرزنجوش در پایان ماه ششم تفاوت معنی‌دار داشته است ($P<۰/۰۵$). اما درصد خاکستر در ماه ششم نگهداری مانند ماه صفر، در تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش فاقد تفاوت معنی‌دار بود ($P>۰/۰۵$) . نکته مهم در خصوص روند افزایشی درصد پروتئین با گذشت شش ماه نگهداری در حالت انجماد که بر خلاف انتظار بود اینست که شرایط بسته‌بندی و نگهداری ماده خام اولیه به گونه‌ای بوده است که فرآیند دهیدراسیون سوریمی منجر به افت میزان رطوبت آن گردیده و ازاین‌رو فقط سهم پروتئین در بین اجزای ترکیب سوریمی افزایش یافته‌است. بنابراین افزایش درصد پروتئین به معنی افزایش میزان آن نمی‌باشد.

اکسیداسیون چربی یک مشکل اصلی در غذاهای دریایی است که به ایجاد بو و طعم نامطلوب منجر می‌شود (Kostaki *et al*., 2009). در مرحله اول اکسیداسیون، به دلیل اتصال اکسیژن به پیوند دوگانه اسیدهای چرب غیراشباع، پراکسیدها تشکیل می‌شوند. هیدروپراکسید، محصول اولیه اکسیداسیون چربی‌ها و اسیدهای چرب چندغیراشباعی (PUFA) است به همین دلیل، اکسیداسیون اولیه چربی با استفاده از اندازه‌گیری میزان پراکسید ارزیابی می‌شود (Lin and Lin, 2005; Melton, 1983). نکته این‌که حد مجاز و قابل‌قبول پیشنهادی برای اندیس پراکسید ۱۰ الی ۲۰ میلی اکی‌والان گرم پراکسید بر کیلوگرم چربی می‌باشد (Ghomi *et al*., 2011). از آنجا که پراکسیدها ترکیباتی بدون طعم و بو هستند، نمی‌توانند به‌وسیله مصرف‌کنندگان تشخیص داده‌شوند، ولی این ترکیبات باعث به‌وجود آمدن ترکیبات ثانویه مثل آلدئیدها و کتون‌ها می‌شوند که سبب تشخیص تندشدن اکسیداسیونی می‌شوند (Özyurt *et al*., 2007).

Zargar و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر پوشش نگهدارنده خوراکی کازئینات سدیم غنی شده با اسانس آویشن شیرازی بر کیفیت و ماندگاری ماهی قزل آلای رنگین‌کمان نگهداری شده در یخچال پرداختند. طبق نتایج به‌دست آمده در پایان مدت ذخیره سازی نمونه‌های دارای اسانس با تفاوت معنی‌دار دارای سطح پایین‌تری از پراکسید نسبت به دو تیمار شاهد و کازئینات سدیم بودند. طبق نتایج Yasin و Abo-Taleb (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌میکروبی اسانس مرزنجوش و آویشن در فیلم استفاده شده برای فیله کفال‌ماهی نیمه‌سرخ‌شده در یخچال، تیمارهای شامل اسانس آویشن و مرزنجوش نسبت به تیمار شاهد در طول زمان ذخیره‌سازی دارای اختلاف معنی‌دار بوده و باعث کاهش سرعت اکسیداسیون فیله ماهی کفال شدند. Ozgul و Ucer (۲۰۱۲) در مطالعه ای به بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی عصاره‌های مرزنجوش، چای سبز، مریم‌گلی و برگ‌بو با دوز ۰/۳ و ۰/۶ درصد بر کیفیت همبرگر ماهی منجمد ماکرل (*Scomber japonicus*) پرداختند. طبق نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، تمام عصاره‌ها به‌جز عصاره مریم‌گلی مانع از اکسیداسیون همبرگر ماهی شدند و تفاوت معنی‌داری در میزان پراکسید در هر دو غلظت از عصاره ها به جز عصاره‌ی برگ بو و مریم‌گلی پس از ۶ ماه از ذخیره سازی مشاهده شد.

تیوباربیتوریک‌اسید به‌طور گسترده به‌عنوان شاخص نشان‌دهنده‌ی میزان اکسیداسیون ثانویه چربی مورد استفاده قرار می‌گیرد و ناشی از وجود مواد واکنش‌دهنده با TBA حاصل از مرحله دوم اتواکسیداسیون است که طی آن، پراکسیدها به موادی مثل آلدئیدها و کتون‌ها اکسید می‌شوند (Fernández *et al*., 1997; Lindsay, 1994). طبق گزارش Lu و همکاران (۲۰۰۹) از آنجاکه مالونوآلدئیدها می‌توانند با سایر ترکیبات بدن ماهی واکنش دهند، مقدار TBA ممکن است نشان دهنده درجه واقعی اکسیدشدن چربی‌ها نباشد. چنین ترکیباتی میتوانند شامل آمین‌ها، نوکلئوتیدها و اسید نوکلئیک، پروتئین‌ها، فسفولیپیدها و دیگر آلدئیدهای تولیدی در پایان اکسیداسیون چربی باشند. چنین رویکردی در بسیاری از ماهیان دیده شده است (Chytiri *et al*., 2004; Rezaei and Hosseini, 2008). در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر پوشش نگهدارنده خوراکی کازئینات سدیم غنی شده با اسانس آویشن شیرازی بر کیفیت و ماندگاری ماهی قزل آلای رنگین‌کمان نگهداری‌شده در یخچال پرداختند. طبق نتایج به‌دست‌آمده در پایان مدت ذخیره‌سازی، تیمار شاهد بالاترین مقادیر TBA را نسبت به سایر تیمارها داشت و تیمار ۱٪ اسانس کمترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها داشت.

Bensid و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه ای به بررسی اثر عصاره‌های آویشن، مرزنجوش و میخک بر پارامترهای کیفی ماهی کولی (*Engraulis encrasicholus*) در طول ذخیره‌سازی در یخ پرداختند. طبق این نتایج مقدار TBA در گروه شاهد، در هر روز از مدت ذخیره‌سازی بالاتر از ماهی کولی ذخیره‌شده در یخ با عصاره مرزنجوش بود و به عنوان یک نتیجه‌گیری از نتایج TBA این تحقیق، بیان شد که استفاده از عصاره‌ی مرزنجوش و میخک در یخ بر کاهش مقدار TBA ماهی کولی موثر بوده است. بنابراین، سطوح بالای محتوای کل ترکیبات فنلی عصاره‌ی پونه کوهی و میخک، می‌تواند در تاخیر پراکسیداسیون لیپیدی و از این رو به‌دست‌آوردن مقدار کمتر TBA نقش داشته باشد (Negi, 2012).

در مطالعه حاضر، مقدار TVN برای تیمارهای شاهد و سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش ذخیره-شده در فریزر از حد قابل قبول (۳۰ میلی گرم در۱۰۰ گرم گوشت) فراتر نرفته‌است اما با این حال مقدار TVN برای سوریمی حاوی اسانس مرزنجوش به طور معنی‌داری پایین تر از تیمار شاهد بود که می‌تواند ناشی از ترکیبات موثره آن (تیمول و کارواکرول) باشد. طبق نتایج بدست‌آمده از مطالعه Zargar و همکاران (۱۳۹۰) مقدار TVN در تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای دارای پوشش بود و در تیمارهای دارای اسانس کمتر از حد مجاز بود. (Bensid *et al.*, 2014) در مطالعه ای به بررسی اثر عصاره های آویشن، مرزنجوش و میخک بر پارامترهای کیفی ماهی کولی (*Engraulis encrasicholus*) در طول ذخیره‌سازی در یخ پرداختند. طبق این نتایج مقدار TVN برای ماهی‌های کولی ذخیره شده در یخ با عصاره آویشن، مرزنجوش و میخک پس از ۱۲ روز قابل قبول (کمتر از ۳۰میلی‌گرم در۱۰۰ گرم گوشت) بود و دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد بود.

Ozogul و Ucer (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی عصاره-های مرزنجوش، چای سبز، مریم‌گلی و برگ‌بو با دوز ۰/۳ و ۰/۶ درصد بر کیفیت همبرگر ماهی منجمد ماکرل (*Scomber japonicus*) پرداختند. مقدار TVN تا مدت ۷ ماه ذخیره‌سازی در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد، در همه گروه‌ها از حد قابل قبول (۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت) تجاوز نمی‌کرد و دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد بود. Sacchetti و همکاران (۲۰۰۵) کمتر بودن مقدار TVN در تیمارهای حاوی عصاره آنتی‌اکسیدانی در طول دوره ذخیره‌سازی را می‌توان به نقش عصاره مورد استفاده در جمعیت میکروبی و رشد باکتری به‌عنوان عامل آنتی-میکروبی نسبت داد.

اثر آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریال اسانس مرزنجوش تحت تاثیر ترکیبات فنلی بسیار آن می باشد. مطابق با یافته های (Kurita and Koike, 1983)، اثر آنتی‌میکروبی اسانس مرزنجوش مربوط به فنول، الکل‌ها، آلدئیدها، کتون‌ها، استرها و هیدروکربن‌های موجود در ترکیبات آن می‌باشد. باکتری‌های سرماگرا در صنایع غذایی بسیار مهم هستند، چرا که آن‌ها باعث تغییرات زیادی در بو، بافت و عطر و طعم حاصل از تولید ترکیبات مختلف متابولیکی بدن، مانند کتون‌ها، آلدئیدها، سولفیدهای فرار و آمین‌های بیوژن می‌باشند (Safari and Yosefian, 2006). طبق نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه Zargar و همکاران (۱۳۹۰) در پایان مدت ذخیره-سازی، دو تیمار ۰/۵ و ۱ درصد اسانس آویشن، با اختلاف معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها قرار داشتند. Ozogul و Ucer (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی عصاره‌های مرزنجوش، چای سبز، مریم‌گلی و برگ‌بو با دوز ۰/۳ و ۰/۶ درصد بر کیفیت همبرگر ماهی منجمد ماکرل (*Scomber japonicus*) پرداختند. طبق این نتایج به‌دست آمده از این تحقیق محتوای TVC در همبرگر ماهی برای همه تیمارهای حاوی اسانس از حد مجاز (<7 log CFU/g) در طول دوره ذخیره‌سازی تجاوز نمی‌کند. در میان تیمارهای حاوی اسانس نیز تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) مشاهده شد و به طور کلی در میان عصاره‌ها، عصاره مرزنجوش (۰/۶ درصد) در کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها موثرتر بود. در این تحقیق استفاده از عصاره در دوز ۰/۶ درصد نسبت به دوز ۰/۳ درصد، منجر به رشد پایین‌تر باکتری در برگر ماهی شد. تعداد میکروب‌های سرماگرا (TPC) نیز در تیمارهای همبرگر ماهی حاوی عصاره مرزنجوش (۰/۶ درصد) و پس از آن عصاره چای سبز ۰/۶ درصد کاهش بیشتری را نشان داده است. همچنین (Yasin and

Abou-Taleb, 2007). در مطالعه ای تحت عنوان بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌میکروبی اسانس مرزنجوش و آویشن در فیلم استفاده‌شده برای فیله کفال ماهی نیمه سرخ شده در یخچال، پایین‌ترین الگوی افزایشی باکتری‌های سودوموناس را در طول دوره ذخیره‌سازی در تیمارهای حاوی اسانس اندازه-گیری کردند.

Zinoviadou و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر ترکیب ۰/۴ درصد عصاره مرزنجوش و جاذب اکسیژن در افزایش عمر ماندگاری ماهی نگهداری شده در ۴ درجه سانتی‌گراد را مورد مطالعه قرار دادند. آنها بررسی میکروبیولوژیکی شامل (سودوموناس، لاکتیک‌اسید-باکتر و باکتری‌های تولیدکننده دی‌اکسیدگوگرد شامل انتروباکتریاس و کلستریدیوم)، بررسی فیزیکوشیمیایی و حسی را انجام دادند. گونه سودوموناس، انتروباکتریاسه و لاکتیک اسید باکتر فقط به وسیله جاذب اکسیژن و یا عصاره مرزنجوش مهار می‌شود. در همه موارد ترکیبی از جاذب اکسیژن و استفاده از عصاره مرزنجوش بازدارندگی بیشتری داشت.

Chouliara و همکاران (۲۰۰۷) طی مطالعه-ای اثر ترکیب عصاره مرزنجوش (۰/۱-۱ درصد) و بسته بندی اتمسفر اصلاح‌شده را بر روی افزایش عمر ماندگاری گوشت سینه مرغ تازه نگهداری‌شده در ۴ درجه سانتی‌گراد بررسی کردند. پارامترهای میکروبیولوژیکی (گونه‌های سودوموناس، لاکتیک-اسیدباکتر، مخمر، انتروباکتریاسه) و فیزیکوشیمیایی (رنگ و pH، رانسیدیته) و ویژگی‌های حسی (بو و طعم) مورد ارزیابی قرار گرفت. در نمونه‌گیری روزانه معلوم شد جمعیت میکروبی به log cfu/gr ۵-۱ کاهش یافت. اثر ترکیبی اتمسفر کنترل شده و ۰/۱ درصد عصاره مرزنجوش سودوموناس‌ها را log cfu/gr ۱/۴ کاهش داد. درحالی‌که اتمسفر کنترل شده و ۱ درصد عصاره مرزنجوش سودوموناس‌ها را log cfu/gr ۴/۴ کاهش می‌دهد. عصاره مرزنجوش از اتمسفر کنترل‌شده در مهار رشد سودوموناس‌ها موثرتر بود. بر اساس ارزیابی حسی افزایش عمر ماندگاری گوشت سینه مرغ برای نمونه‌هایی که حاوی ۰/۱ درصد عصاره مرزنجوش بود، ۴-۳ روز، برای نمونه‌های تحت اتمسفر کنترل‌شده، ۳-۲ روز و برای نمونه‌های تحت اتمسفر کنترل‌شده شامل ۰/۰۱ درصد عصاره مرزنجوش ۶-۵ روز را نشان داد. بنابراین عصاره مرزنجوش و اتمسفر کنترل‌شده افزایش تاثیر نگهدارنده را نشان می‌دهد.

Tsigarida و همکاران (۲۰۰۰) مطالعه‌ای به منظور تاثیر عصاره مرزنجوش بر خواص میکروبیولوژی و فیزیکوشیمیایی گوشت چرخ‌کرده نگهداری‌شده تحت‌خلا و اتمسفر اصلاح‌شده انجام دادند. هدف از این مطالعه تعیین تاثیر عصاره مرزنجوش بر روی تجمع میکروبی گوشت و همچنین تعیین اینکه آیا اختلاف قابل توجهی در ازبین بردن باکتری‌های غالب در این بسته‌بندی‌ها دارد. تجزیه و تحلیل میکروبیولوژیکی اولیه گوشت چرخ‌کرده شامل کاهش قابل توجهی از گونه‌های سودوموناس، مخمر، باکتری اسیدلاکتیک و انتروباکتریاسه را نشان داد.

در خصوص پارامترهای رنگ در این پژوهش، در پایان زمان ذخیره سازی، تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) دارای روشنایی (۹۲/۴۷) ،قرمزی (۰/۲۰) و سفیدی (۸۵/۹۴) بیشتری در مقایسه با سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش (به ترتیب ۹۰/۷۳، ۰/۱۳ و ۸۳/۱۵) بود اما مقدار پارامتر زردی در تیمار سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش از تیمار شاهد بیشتر بوده و مقدار آن به ترتیب ۱۴/۰۷ و ۱۱/۸۷ اندازه گیری شد. رنگ گوشت ناشی از عملکرد دو عامل رنگدانه‌های گوشت (عمدتاً میوگلوبین و همو گلوبین) و خاصیت پراکنده‌شدن نور می‌باشد. احساسی که بوسیله‌ی تحریکات عصبی با تماشای رنگ گوشت و فرآورده‌های گوشتی به بیننده دست می‌دهد در تصمیم‌گیری خرید این فرآورده غذایی بسیار موثر می-باشد. از همین رو متخصصین بازاریابی فرآورده‌های گوشتی گزارش نمودند اسامی رنگ‌ها با احساسی که در افراد ایجاد می‌کند، مطابقت نمی‌کند. بنابراین سنجش رنگ‌ها توسط دستگاه‌های رنگ‌سنج را توصیه نمودند. امروزه به منظور اندازه‌گیری رنگ‌ها از روش-هایی که کمیسیون بین‌المللی روشنایی CIE (Commission International de Ecalairage Paris) تعیین نموده است، استفاده می‌گردد. توسط روش‌های فوق نوع رنگ که مربوط به طول موج است و همچنین اشباعیت یا روشنایی رنگ که مربوط به خالص بودن آن یعنی یک طول موج معین یا ترکیب آن با سایر طول موج‌ها خواهد بود، مورد سنجش قرار-

می‌گیرد (Jafarpour, 2011). در پایان زمان ذخیره-سازی، تیمار شاهد (سوریمی بدون افزودن اسانس) دارای روشنایی (۹۲/۴۷)، قرمزی (۰/۲۰) و سفیدی (۸۵/۹۴) بیشتری در مقایسه با سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش (به ترتیب ۹۰/۷۳، ۰/۱۳ و ۸۳/۱۵) بود اما مقدار پارامتر زردی در تیمار سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش از تیمار شاهد بیشتر بوده و مقدار آن به ترتیب ۱۴/۰۷ و ۱۱/۸۷ اندازه‌گیری شد. با توجه به نتایج حاصل از آنالیز شاخص‌های رنگی، برخلاف شاخص قرمزی (a^*) که در کل دوره فاقد اختلاف معنی‌دار بود، شاخص سفیدی ($Whiteness^*$) و زردی (b^*) در ماه اول و ششم، روشنایی (L^*) در ماه اول، سوم و ششم دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P<۰/۰۵$، جدول ۲). نتایج بدست آمده در مورد پارامتر a^* مشابه نتایج (Camo *et al*., 2011) در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی مدت زمان ماندگاری گوشت گاو بسته‌بندی شده با فیلم فعال آنتی‌اکسیدانی حاوی عصاره مرزنجوش می‌باشد. طبق نتایج این پژوهشگران حضور عصاره در بسته‌بندی فعال، اثر کمی بر از دست دادن رنگ گوشت داشت و با توجه به غلظت‌های مختلف عصاره، اثر روی تغییر رنگ وابسته به مقدار عصاره در بسته می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

تجزیه و تحلیل داده‌های این تحقیق نشان داد که اضافه کردن ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش به سوریمی به دلیل داشتن خواص آنتی‌باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی منجر به حفظ پارامترهای بیوشیمیایی و میکروبی ان در طول دوره شش ماهه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد شده است، به‌طوری‌که روند فساد میکروبی و اکسیداسیونی در سوریمی حاوی ۰/۵ درصد اسانس مرزنجوش نسبت به شاهد، به طور معنی‌داری کاهش یافته‌است. از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که اسانس-های گیاهی طبیعی حاوی تیمول و کارواکرول از جمله مرزنجوش می‌توانند در صنایع غذایی برای افزایش عمر مفید محصولات غذایی و اثر آنتی‌اکسیدانی و آنتی-باکتریایی مورد استفاده قرار بگیرند. استفاده از اسانس مرزنجوش در غلظت‌های بالاتر احتمالاً منجر به افزایش بیشتر ماندگاری سوریمی خواهد شد، اما غلظت بالای اسانس گیاهان احتمالاً باعث تغییر رنگ و انتقال صفات ناخوشایند حسی (طعم تلخ و بوی قوی) بر کیفیت سوریمی می‌شوند.

References

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446-475.

Bensid, A., Ucar, Y., Bendeddouche, B., Özogul, F., 2014. Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (*Engraulis encrasicholus*) during chilled storage. *Food Chemistry*, 145, 681-686.

Camo, J., Lorés, A., Djenane, D., Beltrán, J.A., Roncalés, P., 2011, Display life of beef packaged with an antioxidant active film as a function of the concentration of oregano extract. *Meat science*, 88, 174-178.

Casimir, C.A., Min, D.B., 2002. Food lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology. CRC Press. 928 p.

Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I., Kontominas, M., 2007. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4°C. *Food Microbiology*, 24, 607-617.

Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I., Kontominas, M., 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout: *Food Microbiology*, 21, 157-165.

Fernández, J., Pérez-Álvarez, J.A., Fernández-López, J.A. 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*, 59, 345-353.

Ghomi, M.R., Nikoo, M. Heshmatipour, Z., Jannati, A.A., Ovissipour, M., Benjakul, S., Hashemi, M., Langroudi, H.F., Hasandoost, M., Jadiddokhani, D. 2011. Effect of sodiium acetate and nisin on microbiological and chemical changes of cultured grass carp (*Ctenopharyngoon idella*) during refrigirated storage. *Journal of Food Safety*, 31, 169-175.

Govaris, A., Solomakos, N., Pexara, A., Chatzopoulou, P.S. 2010. The antimicrobial effect of oregano essential oil, nisin and their combination against Salmonella Enteritidis in minced sheep meat during refrigerated storage. *International Journal of Food Microbiology*, 137, 175-180.

Jafarpour, A., 2011. Surimi and physical characteristics of its gel network, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources-Avaye Masih.

Halliwell, B., Aeshbach, R., Lolinger, J., Aruoma, O.A. 1995. The characterization of antioxidants. *Food Chemical and Toxicology*, 33, 601-617.

Hamzeh, A., Rezaei, M., 2011, Antioxidant and antibacterial effects of sodium alginate coating enriched with thyme essential oil on rainbow trout fillets during refrigerated storage. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 6, 11-20.

Harpaz, S., Glatman, L., Drabkin, V., Gelman, A., 2003, Effects of herbal essential oils used to extend the shelf life of freshwater-reared Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*). Journal of Food Protection®. 66, 410-417.

Hosseini, Z., 2005. Applied Mehtods on Food Analysis: Shiraz, Shiraz University Publication Center. 210 p.

Kostaki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G., 2009, Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *Food Microbiology*, 26, 475-482.

Kurita, N., and S. Koike, 1983, Synergistic antimicrobial effect of ethanol, sodium chloride, acetic acid and essential oil components. *Agricultural and Biological Chemistry*, 47, 67-75.

Lin, C.C., Lin, C.S., 2005, Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillet by glazing with tea extracts. *Food Chemistry*, 16, 169-175.

Lindsay, R., 1994, Flavour of fish, Seafoods: chemistry, processing technology and quality. Springer, p. 75-84.

Lu, F., Liu, D., Ye, X., Wei, Y., Liu, F. 2009. Alginate–calcium coating incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead (*Channa argus*) fillets stored at 4°C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, 848-854.

Melton, S., 1983, Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technology*, 37, 105

Negi, P.S., 2012. Plant extracts for the control of bacterial growth: efficacy, stability and safety issues for food application. *International Journal of Food Microbiology*, 156, 7-17.

Ozogul, Y., Ucer, Y., 2012. The Effects of Natural Extracts on the Quality Changes of frozen chub mackerel (*Scomber japonicus*) burgers. *Food and Bioprocess Technology*, 10.1007/s11947-012-0794-9.

Özyurt, G., Kuley, E., Özkütük, S., Özogul, 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 Chemistry*, 114, 505-510.

Özyurt, G., Polat, A., Tokur, B., 2007, Chemical and sensory changes in frozen (-18°C) wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) captured at different fishing seasons. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 887-893.

Park, J., Lin, T., 2005. Surimi: manufacturing and evaluation: Surimi and surimi seafood. p. 33-106.

Parvaneh, V., 1998, Quality control and chemical analysis of Food: Tehran, The University of Tehran.

Pezeshk, S., M. Rezaei, and H. Hosseini, 2011, Effects of Turmeric, Shallot Extracts, and Their Combination on Quality Characteristics of Vacuum Packaged Rainbow Trout Stored at 4±1°C. *Journal of Food Science*, 76, M387-M391.

Rahimabadi, E.Z., Divband, M., 2012. The effects of coating and Zataria multiflora Boiss essential oil on chemical attributes of silver carp fillet stored at 4ºC. *International Food Research Journal*, 19(2), 685-690.

Ramadan, M.F., 2012, Antioxidant characteristics of phenolipids (quercetin-enriched lecithin) in lipid matrices. *Industrial Crops and Products*, 36, 363-369.

Rezaei, M., Hosseini, S., 2008. Quality assessment of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. *Journal of Food Science*, 73, H93-H96.

Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, S. M., Manfredini, Radice, M., Bruni, R., 2005. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food chemistry*, 91, 621-632.

Safari, R., Yosefian, M., 2006. Changes in TVN (Total Volatile Nitrogen) and psycrotrophic bacteria in Persian sturgeon Caviar (*Acipenser persicus*) during processing and cold storage. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 416-418.

Shabanpour, B., A. Asgharzadeh-Kani, H. Hoseini, and M. Abbasi, 2007. Changes of fat quality of silver carp (*Hypophthalmychthys molitrix*) surimi during forzen storage. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, v 15.

Sherwin, E., 1990. Antioxidants, Marcel Dekker, New York.

Tajkarimi, M., S. Ibrahim, and D. Cliver, 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food control*, 21, 1199-1218.

Tsigarida, E., P. Skandamis, and G. J. Nychas, 2000. Behaviour of Listeria monocytogenes and autochthonous flora on meat stored under aerobic, vacuum and modified atmosphere packaging conditions with or without the presence of oregano essential oil at 5 C. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 901-909.

Uçak, l., Y. Özogul, and M. Durmu 2011. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science & Technology*, 46, 1157-1163.

Yasin, N.M., Abou-Taleb, M., 2007. Antioxidant and antimicrobial effects of marjoram and thyme in coated refrigerated semi fried mullet fish fillets. *World journal of Dairy and Food Science*, 2, 1-9.

Zinoviadou, K.G., Koutsoumanis, K.P., Biliaderis,

C.G., 2009. Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Science*, 82, 338-345.