

اثر تزریق عضلانی و وریدی عصاره رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) بر ماندگاری فیله قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در دمای یخچال

کوثر سوری^۱، سید مهدی اجاق^{۲*}، معظمه کردجزی^۳ و سید حجت میرصادقی^۴

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

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

پست الکترونیک: Mahdi_ojagh@yahoo.com

۳- استادیار، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴- دانشجوی دکترا، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۶

تاریخ اصلاح نهایی: فروردین ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۷

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر عصاره آبی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) بر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط یخچال (4 ± 1 درجه سانتی‌گراد) براساس بار میکروبی کل، ارزیابی شیمیایی و خصوصیات حسی انجام شد. بدین منظور ماهیان به سه گروه شامل ماهیانی با تزریق وریدی عصاره رزماری در مقادیر ۱٪ و ۳٪ (تیمار ۲ و ۳)، ماهیانی با تزریق عضلانی عصاره رزماری در دوزهای ۱٪ و ۳٪ (تیمار ۴ و ۵) و گروه فاقد تزریق (تیمار ۱) تقسیم‌بندی گردیدند. بعد از ۶۲ ساعت از زمان تزریق، ماهیان صید و فیله شده، سپس به مدت ۱۶ روز در شرایط یخچال نگهداری شدند. در طی این مدت، هر ۴ روز یک‌بار شاخص‌های پراکسید (PV)، تیوباریوتیک‌اسید (TBA)، اسیدهای چرب آزاد (FFA) و مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) و بار باکتریایی کل (TVC) اندازه‌گیری شده و ارزیابی حسی نیز انجام گردید. با توجه به نتایج، تیمارهای ۳ و ۵ در شاخص‌های PV، TBA، FFA، TVB-N و TVC تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) با سایر تیمارها داشتند. همچنین بین تیمار ۵ در شاخص‌های TVC، TBA، FFA و TVB-N با تیمار ۳ تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده شد که نشان‌دهنده عملکرد بهتر تزریق وریدی عصاره رزماری ۳٪ در مقایسه با تزریق عضلانی عصاره رزماری ۳٪ است، ضمن اینکه عصاره رزماری موجب بهبود خواص حسی نیز گردید.

واژه‌های کلیدی: خاصیت ضد اکسیدانی، خاصیت ضد باکتریایی، عصاره گیاهی، ماندگاری ماهی.

مقدمه

بسیار فسادپذیر می‌باشند. فساد گوشت ماهی نتیجه تغییرات ناشی از واکنش‌های بیولوژیکی در آن، از قبیل اکسیداسیون چربی‌ها، فعالیت آنزیم‌های خود ماهی و فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم‌های موجود در گوشت می‌باشد. این تغییرات منجر به ماندگاری کوتاه‌مدت ماهی

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، یکی از مطلوبترین ماهیان پرورشی در ایران بوده که تقاضای مصرف آن روز به روز در حال افزایش است (Shabanpour et al., 2012). ماهیان به دلیل ترکیب‌های بیولوژیکی‌شان، محصولاتی

ضداکسیدانی (Etter, 2004; Botsoglou *et al.*, 2009; Posadas *et al.*, 2009) منسوب شده است. خصوصیات مفید و با ارزشی برای رزماری ثابت شده است که ناشی از مقدار زیاد مشتقات پلی فنلی می باشد (Napoli *et al.*, 2015). روش های مختلفی برای بالا بردن قابلیت ضداکسیدان مواد غذایی استفاده شده است که از آن جمله می توان به اضافه کردن ترکیب های ضداکسیدان به جیره غذایی (Gatta *et al.*, 2000; Gatta *et al.*, 2011; Jasour *et al.*, 2011)، غوطه وری (Gatta *et al.*, 2000; Gatta *et al.*, 2011; Jasour *et al.*, 2011) و اسپری کردن این ترکیب ها به فیله ماهی اشاره نمود. از روش های دیگری که طی سال های اخیر بدان توجه شده است می توان به تحقیق Tsukamasa و همکاران (۲۰۱۳) اشاره نمود که اقدام به تزریق وریدی ترکیب های ضداکسیدانی به ماهی ماکرل ژاپنی نموده و اثربخشی این روش را مورد تأیید قرار دادند. در این تحقیق نیز به عنوان یک رویکرد جدید علاوه بر تزریق وریدی، برای نخستین بار اقدام به تزریق عضلانی عصاره رزماری به ماهی قزل آلی رنگین کمان قبل از صید برای افزایش قابلیت ضداکسیدانی ماهی برای افزایش زمان ماندگاری طی نگهداری در یخچال گردید.

مواد و روش ها

ماهی قزل آلی رنگین کمان با وزن 400 ± 10 گرم از مرکز پرورش ماهی واقع در شهرستان نکا خریداری شد و در همان محل عمل تزریق عصاره رزماری (به میزان ۲ میلی لیتر) انجام شد. ۱۰ عدد ماهی برای هر تیمار از مخزن خارج و پس از بیهوش کردن آنها با استفاده از پودر گل میخک (دوز ۲۵۰ ppm) (Mirab Boroujerdi & Akhlaghi, 1999)، تزریق وریدی (ورید ساقه دم) عصاره رزماری انجام شد. تزریق عضلانی عصاره در دو نقطه (یکی به سمت سر و دیگری به سمت دم) به مقدار ۰/۱٪ و ۰/۳٪ در ماهیان انتخاب شده انجام گردید. پس از تزریق عصاره رزماری به هر دو گروه ماهی، ماهیان به حوضچه ای که دارای اکسیژن بالایی بود، منتقل

و دیگر محصولات غذاهای دریایی می گردد (Zolfaghari *et al.*, 2011). بافت ماهی در مقایسه با بافت پستانداران و پرندگان به دلیل مقدار قابل توجهی اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه (PUFA: Polyunsaturated Fatty Acid) و اکسیداسیون آنها بعد از مرگ، سریعتر دچار فساد می شوند (Rezaei *et al.*, 2011).

برای به تعویق انداختن فساد اکسیداتیو ماهی و فرآورده های آن راهکارهای متعددی ارائه شده است که از آن جمله می توان به کنترل درجه حرارت و کاهش آن، بسته بندی در اتمسفر تغییر یافته و همچنین افزودن ضداکسیدان اشاره کرد (Lin & Lin, 2005). اخیراً علاقه مندی قابل ملاحظه ای بر ضداکسیدان های طبیعی به علت افزایش عمر مفید محصولات غذایی با مهار و به تأخیر انداختن اکسیداسیون چربی متمرکز شده است. از آنجا که ضداکسیدان های مصنوعی مانند BHT (Butylated Hydroxytoluene) و BHA (Butylated Hydroxyanisole) اثر سرطان زایی نشان داده اند، ضداکسیدان های طبیعی به طور وسیعی مورد مطالعه قرار گرفتند. بسیاری از ادویه ها و گیاهان اثر ضداکسیدانی در سیستم های مواد غذایی را نشان دادند و در این میان رزماری دارای فعالیت ضداکسیدانی بالایی می باشد. عصاره رزماری به عنوان یک طعم دهنده متداول به طور گسترده ای استفاده می شود (Uçak *et al.*, 2011). بدین منظور در این تحقیق به بررسی اثر ضدباکتریایی و ضداکسیدانی عصاره رزماری پرداخته شده است.

فعالیت ضداکسیدانی عصاره رزماری از حدود ۳۰ سال پیش شناخته شده و طی این مدت تحقیقات زیادی روی این گیاه انجام شد که همگی خاصیت ضدباکتریایی و ضداکسیدانی آن را تأیید کردند (Etemadi *et al.*, 2008). چندین فعالیت بیولوژیکی از جمله ضد سرطان (Aggarwal *et al.*, 2008)، ضد التهاب (Altinier *et al.*, 2007; Peng *et al.*, 2007)، ضد میکروبی (Celiktas *et al.*, 2007)، ضد لخته شدن و خواص

محلول اسیداستیک کلروفرم (نسبت اسیداستیک به کلروفرم ۳ به ۲) استفاده و مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتر گردید. اندازه‌گیری TBA به‌وسیله رنگ‌سنجی انجام شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری انتقال یافت و بعد با محلول ۱-بوتانل به حجم رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از محلول فوق به لوله‌های خشک درب‌دار وارد شده و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف TBA افزوده گردید (معرف TBA به‌وسیله حل شدن ۲۰۰ میلی‌گرم از TBA در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر حلال ۱-بوتانل پس از فیلتر شدن بدست می‌آید). لوله‌های درب‌دار در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شدند (Egan et al., 1997). سپس مقدار جذب (As) در ۵۳۰ نانومتر در مقابل شاهد آب مقطر (As) طبق رابطه زیر خوانده شد.

$$TBA = \frac{50 \times (As - Ab)}{200}$$

اسیدهای چرب آزاد براساس میزان مصرفی سود نرمال، بر حسب درصد اسید اولئیک محاسبه شد (Egan et al., 1997). برای اندازه‌گیری میزان کل بازهای نیتروژن فرار عصاره عضله ماهی تهیه و بازهای نیتروژن فرار توسط اسید تیتر شدند که مقدار اسید مصرفی مقیاسی از کل بازهای تقطیر شده بود (Jeon et al., 2002).

بار باکتریایی نمونه‌ها

۱۰ گرم نمونه در ۹۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۹٪ کلرید سدیم در شرایط استریل هموژن گردید. از این محلول برای تهیه رقت‌های متوالی استفاده شد. سپس با ریختن محیط کشت آگار بر پلیت‌های استریل، باکتری‌های مورد نظر کشت داده شدند. در ادامه شمارش کلنی‌های باکتریایی آغاز شد. کل پلیت‌های تهیه شده به مدت ۲ روز در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. شمارش کلنی‌ها بر مبنای $\log_{10} \text{cfu/g}$ بیان گردید (Saki et al., 2017).

شدند و بعد از ۶۲ ساعت ماهیان صید و فیله گردیدند. نمونه‌ها به مدت ۱۶ روز در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و در زمان‌های مشخص شده (فاصله زمانی ۴ روز یک‌بار)، آزمون‌های شیمیایی شامل TBA، TVN، FFA و PV، آزمون میکروبی شامل اندازه‌گیری بار باکتریایی کل و همچنین آنالیز حسی روی تیمارها انجام شد.

عصاره‌گیری

برای تهیه عصاره آبی، ۸۰۰ گرم برگ رزماری شستشو داده شده و توسط دستگاه میکسر مولینکس خرد گردید. سپس ۱۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به رزماری اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط قرار داده شد. در ادامه مخلوط را توسط پارچه تنظیف صاف کرده و مایع صاف شده را توسط ساترفیوژ دور ۶۰۰۰ در مدت ۱۵ دقیقه ساترفیوژ کرده و مایع سطحی جدا شد و در فریزر ۸۰- به مدت ۲۴ ساعت نگهداری و بعد به مدت ۲۴ ساعت توسط دستگاه خشک‌کن انجمادی (فریزر درایر) خشک گردید. در پایان با کم کردن وزن پودر خشک حاصل از وزن ماده اولیه، غلظت نهایی عصاره براساس بازدهی محاسبه شد. عصاره بدست آمده تا قبل از استفاده در فریزر ۱۸- نگهداری شد (Bakkei & Doulags, 2005; Park & Chin, 2010).

محلول‌سازی

محلول تزریقی به‌صورت ترکیبی از ۰/۷۵٪ NaCl، ۰/۱۳٪ KCl، ۰/۲۰٪ CaCl₂ و عصاره رزماری ۰/۱٪ و ۰/۳٪ استفاده شد (Tsukamasa et al., 2013).

آزمون‌های شیمیایی

آزمون‌های اندازه‌گیری پراکسید، اسیدهای چرب آزاد و تیوباریوتیک‌اسید با توجه به روش کار ارائه شده توسط Egan و همکاران (۱۹۹۷) و میزان کل بازهای نیتروژن فرار توسط Jeon و همکاران (۲۰۰۲) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری پراکسید نمونه روغن استخراج شده ماهی از

آنالیز حسّی

حسی از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال والیس و من ویتنی یو استفاده شد.

نتایج

تغییرات مقادیر پراکسید در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال

نتایج مقادیر پراکسید برحسب میلی‌اکی‌والان در هر کیلوگرم در جدول ۱ مشاهده می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود با گذشت زمان از روز صفر تا ۸ روند افزایشی و بعد با افزایش زمان نگهداری در میزان پراکسید روند نزولی را نشان داد. از نظر مقایسه تیمارهای مختلف در هر یک از زمان‌های نگهداری، در روز صفر نگهداری، در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده نشد. در روز ۴ نگهداری، بین تیمار ۵ با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری دیده شد و در دو زمان ۸ و ۱۲ در بین تمام تیمارها اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) مشاهده شد اما در زمان ۱۶ بین تیمار ۳ و ۵ تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده نشد و در بین تمام تیمارها بهترین نتیجه مربوط به تیمار تزریق وریدی ۰/۳٪ عصاره رزماری بود.

ارزیابی حسّی نمونه‌ها طبق روش Howgarte و همکاران (۱۹۹۲) در هر دوره زمانی نمونه‌برداری به‌وسیله ۱۶ نفر فرد آموزش‌دیده از نظر شاخص‌های حسّی مطابق با طرح درجه‌بندی انجمن اروپا (EC) شامل بافت، رنگ و بو در چهار درجه کیفی ارزیابی شدند. در طرح درجه‌بندی EC به کیفیت عالی (E)، کیفیت مناسب (A)، کیفیت خوب (B) و کیفیت بد (C) به ترتیب نمرات ۴، ۳، ۲ و ۱ اختصاص داده شد. نمره ۳ به‌عنوان حد قابل قبول برای مصارف انسانی در نظر گرفته شد (Howgarte et al., 1992).

تجزیه و تحلیل آماری

به‌منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی بدست آمده از آزمایش‌های شیمیایی، میکروبی و حسّی از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ استفاده گردید. پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف، از آزمون اسپیلت در پلات در زمان، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و از آزمون چند دامنه دانکن در سطح آماری ۵٪ برای مقایسه میانگین‌ها و انحراف معیار استفاده شد. برای آنالیز داده‌های

جدول ۱- تغییرات عدد پراکسید (PV) بر حسب میلی‌اکی‌والان در هر کیلوگرم در تیمارهای مختلف در

فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد

| زمان (روز) | ۰ | ۴ | ۸ | ۱۲ | ۱۶ |
|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|
| تیمار ۱ | ۰/۷۸±۰/۰۳o | ۱/۵۲±۰/۰۲m | ۵/۳۷±۰/۱۱ | ۴/۳۶±۰/۱۰d | ۴/۱۱±۰/۰۵e |
| تیمار ۲ | ۰/۷۸±۰/۰۱o | ۱/۵۳±۰/۰۱m | ۵/۰۰±۰/۱۰b | ۴/۰۰±۰/۱۰f | ۳/۸۰±۰/۱۰g |
| تیمار ۳ | ۰/۸۱±۰/۰۱o | ۱/۴۶±۰/۰۱m | ۲/۵۰±۰/۰۲i | ۲/۲۵±۰/۰۷j | ۱/۹۹±۰/۰۱kl |
| تیمار ۴ | ۰/۸۱±۰/۰۱o | ۱/۴۷±۰/۰۲ m | ۴/۸۱±۰/۱۰c | ۳/۸۱±۰/۱۰g | ۳/۵۶±۰/۰۵h |
| تیمار ۵ | ۰/۷۸±۰/۰۲o | ۱/۳۳±۰/۰۰n | ۲/۳۲±۰/۰۹j | ۲/۰۸±۰/۰۵k | ۱/۹۰±۰/۰۵l |

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق عضلانی ۰/۱٪ عصاره رزماری)، تیمار ۳ (تزریق عضلانی ۰/۳٪ عصاره رزماری)، تیمار ۴ (تزریق وریدی ۰/۱٪ عصاره رزماری) و تیمار ۵ (تزریق وریدی ۰/۳٪ عصاره رزماری). داده‌ها به‌صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-o) حروف متفاوت در جدول نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.

تغییرات مقادیر تیوباریوتیک اسید در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال نتایج مقادیر TBA برحسب میلی گرم مالون آلدئید در کیلوگرم عضله در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۲ مشاهده می شود. همان طور که مشاهده می شود مقدار TBA برحسب میلی گرم مالون آلدئید در کیلوگرم عضله در تمام تیمارها در تمام زمان ها، افزایش معنی داری ($P < 0.05$) را نشان داد. از نظر مقایسه تیمارهای

مختلف در هر یک از زمان های نگهداری، در روز صفر نگهداری در بین تیمارها اختلاف معنی داری ($P < 0.05$) دیده نشد اما در روزهای ۴ و ۸ نگهداری تفاوت معنی داری بین تیمار ۳ و ۵ با سایر تیمارها مشاهده شد. همچنین در روز ۱۲ و ۱۶ بین تیمارهای ۲ و ۴ تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) دیده نشد. بیشترین افزایش مقدار TBA مربوط به تیمار ۱ و کمترین میزان افزایش TBA مربوط به تیمار ۵ می باشد.

جدول ۲- تغییرات مقدار تیوباریوتیک اسید (TBA) برحسب میلی گرم مالون آلدئید در کیلوگرم عضله در تیمارهای مختلف در فیله قزل آلائی رنگین کمان طی نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتی گراد

| | | زمان (روز) | | | | | تیمار |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|---|-------|
| ۱۶ | ۱۲ | ۸ | ۴ | ۰ | | | |
| 4.73 ± 0.08 | $2.66 \pm 0.15d$ | $1.92 \pm 0.02f$ | $0.91 \pm 0.01h$ | $0.34 \pm 0.01j$ | | ۱ | |
| $4.11 \pm 0.10b$ | $2.52 \pm 0.10e$ | $1.91 \pm 0.02f$ | $0.91 \pm 0.01h$ | $0.37 \pm 0.01j$ | | ۲ | |
| $2.81 \pm 0.09c$ | $2.02 \pm 0.07f$ | $1.01 \pm 0.00h$ | $0.56 \pm 0.01i$ | $0.36 \pm 0.01j$ | | ۳ | |
| $4.03 \pm 0.08b$ | $2.52 \pm 0.17e$ | $1.91 \pm 0.04f$ | $0.92 \pm 0.01h$ | $0.37 \pm 0.01j$ | | ۴ | |
| $2.45 \pm 0.15e$ | $1.57 \pm 0.02g$ | $0.98 \pm 0.00h$ | $0.52 \pm 0.02i$ | $0.37 \pm 0.00j$ | | ۵ | |

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق عضلانی ۰/۱٪ عصاره رزماری)، تیمار ۳ (تزریق عضلانی ۰/۳٪ عصاره رزماری)، تیمار ۴ (تزریق وریدی ۰/۱٪ عصاره رزماری) و تیمار ۵ (تزریق وریدی ۰/۳٪ عصاره رزماری). داده ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده اند. (a-j) حروف متفاوت در جدول نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهای مختلف در زمان های مختلف می باشد.

تغییرات مقادیر FFA در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال نتایج مقادیر FFA برحسب درصد اولئیک اسید در چربی کل در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۳ مشاهده می شود. همانطور که مشاهده می شود مقدار FFA در طول زمان نگهداری در تمام تیمارها افزایش معنی داری ($P < 0.05$) داشت. در روز صفر نگهداری در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری

($P < 0.05$) دیده نشد و در روز ۴ نگهداری بین تیمارهای ۱، ۲ و ۴ و همچنین بین تیمار ۳ و ۵ تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) مشاهده نشد و در روز ۸ نگهداری بین تیمارهای ۳ و ۵ با سایر تیمارها تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) دیده شد. در روزهای ۱۲ و ۱۶ به ترتیب بین تیمارهای ۱ و ۲، ۳ و ۴ با سایر تیمارها تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) دیده شد.

جدول ۳- تغییرات مقدار (FFA) بر حسب درصد اولئیک اسید در چربی کل در تیمارهای مختلف در فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد

| تیمار | زمان (روز) | | | | |
|-------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| | ۰ | ۴ | ۸ | ۱۲ | ۱۶ |
| ۱ | ۰/۹۰±۰/۰۱jk | ۱/۰۰±۰/۰۱i | ۱/۲۷±۰/۰۲g | ۱/۸۶±۰/۰۵d | ۲/۳۹±۰/۰۲ |
| ۲ | ۰/۹۰±۰/۰۱jk | ۱/۰۴±۰/۰۰hi | ۱/۳۰±۰/۰۱g | ۱/۸۶±۰/۰۶d | ۲/۳۰±۰/۰۶b |
| ۳ | ۰/۸۹±۰/۰۱jk | ۰/۹۴±۰/۰۰j | ۱/۰۰±۰/۰۱i | ۱/۳۱±۰/۰۴g | ۲/۱۲±۰/۰۲c |
| ۴ | ۰/۸۸±۰/۰۱jk | ۱/۰۳±۰/۰۱hi | ۱/۲۹±۰/۰۱g | ۱/۶۷±۰/۰۷e | ۲/۱۶±۰/۰۱c |
| ۵ | ۰/۸۹±۰/۰۱jk | ۰/۹۱±۰/۰۰jk | ۰/۹۴±۰/۰۰j | ۱/۰۶±۰/۰۵h | ۱/۵۹±۰/۰۱f |

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق عضلانی ۰/۱٪ عصاره رزماری)، تیمار ۳ (تزریق عضلانی ۰/۳٪ عصاره رزماری)، تیمار ۴ (تزریق وریدی ۰/۱٪ عصاره رزماری) و تیمار ۵ (تزریق وریدی ۰/۳٪ عصاره رزماری). داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-j) حروف متفاوت در جدول نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.

تغییرات مقادیر TVB-N در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال

نتایج مقادیر TVB-N برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم عضله تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۴ مشاهده می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود در تمام تیمارها در طول نگهداری میزان TVB-N افزایش یافت، از نظر مقایسه تیمارهای مختلف در هر یک از زمان‌های نگهداری، در روز صفر نگهداری در بین تیمارها تفاوت

معنی‌داری ($P < 0.05$) دیده نشد و در روزهای ۴ و ۸ نگهداری بین تیمارهای ۳ و ۵ با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده شد. همچنین در روز ۱۲ نگهداری بین تیمارهای ۲ و ۴ تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) با سایر تیمارها دیده شد و در روز ۱۶ نگهداری بین تمام تیمارها اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده گردید. به‌نحوی که با تیمارهای ۲ و ۳ در میزان TVB-N تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده گردید.

جدول ۴- تغییرات مقدار (TVB-N) برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم عضله تیمارهای مختلف در فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد

| تیمار | زمان (روز) | | | | |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ۰ | ۴ | ۸ | ۱۲ | ۱۶ |
| ۱ | ۱۱/۰۲±۰/۰۰m | ۱۲/۱۶±۰/۰۲k | ۱۳/۵۴±۰/۰۳z | ۳۰/۷۱±۰/۰۵۶f | ۴۲/۲۱±۰/۰۲۹ |
| ۲ | ۱۱/۰۲±۰/۰۰m | ۱۲/۱۵±۰/۰۱k | ۱۳/۵۵±۰/۰۱j | ۲۹/۲۶±۰/۰۱۳g | ۴۱/۳۲±۰/۰۲۱b |
| ۳ | ۱۱/۰۲±۰/۰۰۲m | ۱۱/۴۷±۰/۰۱l | ۱۲/۰۲±۰/۰۱k | ۲۲/۵۸±۰/۰۳۶h | ۳۸/۱۷±۰/۰۲۳d |
| ۴ | ۱۱/۰۳±۰/۰۱m | ۱۲/۱۶±۰/۰۱k | ۱۳/۵۶±۰/۰۱j | ۲۹/۱۱±۰/۰۱۹g | ۴۰/۳۰±۰/۰۱۱c |
| ۵ | ۱۱/۰۴±۰/۰۰۲m | ۱۱/۴۲±۰/۰۰۲l | ۱۱/۹۸±۰/۰۰۳k | ۱۸/۳۳±۰/۰۱۲i | ۳۵/۴۵±۰/۰۲۴e |

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق عضلانی ۰/۱٪ عصاره رزماری)، تیمار ۳ (تزریق عضلانی ۰/۳٪ عصاره رزماری)، تیمار ۴ (تزریق وریدی ۰/۱٪ عصاره رزماری) و تیمار ۵ (تزریق وریدی ۰/۳٪ عصاره رزماری). داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-m) حروف متفاوت در جدول نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.

صفر در بین تمام تیمارها تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) دیده نشد و در روز ۴ نگهداری تنها تیمار ۱ با سایر تیمارها اختلاف معنی داری ($P < 0.05$) داشت، همچنین در روز ۸ نگهداری بین تیمار ۲ و ۴ اختلاف معنی داری ($P < 0.05$) مشاهده نشد. در روزهای ۱۲ و ۱۶ نگهداری بین تمام تیمارها تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) مشاهده گردید.

نتایج میزان بار باکتریایی کل برحسب لگاریتم cfu در گرم بافت، تیمارهای مختلف طی نگهداری برحسب در یخچال در جدول ۵ مشاهده می شود. همانطور که مشاهده می شود میزان بار باکتریایی کل در همه زمانها و تیمارها افزایش معنی داری ($P < 0.05$) داشت. از نظر مقایسه تیمارهای مختلف در هر یک از زمانهای نگهداری، در روز

جدول ۵- تغییرات مقدار (TVC) برحسب لگاریتم cfu در گرم بافت در تیمارهای مختلف در فیله قزل آلائی رنگین کمان طی نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتی گراد

| زمان (روز) | تیمار | ۰ | ۴ | ۸ | ۱۲ | ۱۶ |
|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|----|
| ۱ | ۰/۶۸±۰/۰۱n | ۱/۱۲±۰/۰۲l | ۳/۹۲±۰/۰۲g | ۵/۷۲±۰/۰۲d | ۷/۵۳±۰/۰۳ | |
| ۲ | ۰/۶۸±۰/۰۲n | ۱/۰۵±۰/۰۱m | ۳/۵۵±۰/۰۲h | ۵/۳۶±۰/۰۳e | ۷/۱۳±۰/۰۷b | |
| ۳ | ۰/۶۸±۰/۰۲n | ۱/۰۰±۰/۰۴m | ۱/۱۸±۰/۰۱k | ۱/۹۲±۰/۰۴i | ۵/۳۵±۰/۰۷ef | |
| ۴ | ۰/۶۸±۰/۰۳n | ۱/۰۵±۰/۰۱m | ۳/۵۴±۰/۰۴h | ۵/۲۹±۰/۰۴f | ۶/۹۸±۰/۰۱c | |
| ۵ | ۰/۶۸±۰/۰۱n | ۰/۹۹±۰/۰۴m | ۱/۰۶±۰/۰۴m | ۱/۶۸±۰/۰۱j | ۳/۹۷±۰/۰۶g | |

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق عضلانی ۰/۱٪ عصاره رزماری)، تیمار ۳ (تزریق عضلانی ۰/۳٪ عصاره رزماری)، تیمار ۴ (تزریق وریدی ۰/۱٪ عصاره رزماری) و تیمار ۵ (تزریق وریدی ۰/۳٪ عصاره رزماری). داده ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده اند. (a-n) حروف متفاوت در جدول نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهای مختلف در زمانهای مختلف می باشد.

ارزیابی حسی تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال

نتایج ارزیابی حسی تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۶ مشاهده می شود. ارزیابی حسی نمونه ها با سه مشخصه بافت، بو و رنگ فیله قزل آلائی رنگین کمان انجام شد. به طور کلی طبق نتایج بدست آمده در همه مشخصات تا روز ۴ نگهداری قابلیت استفاده در همه تیمارها دیده شد، اما در روز ۸ تیمارهای ۳ و ۵ قابلیت مصرف را داشتند و سایر تیمارها دارای کیفیت خوب بودند و تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) با سایر تیمارها نشان دادند و با افزایش زمان نگهداری در تمامی تیمارها شاخص ها اُفت کرده و قابلیت مصرف را از دست دادند.

بحث

دو شاخص PV و TBA نشان دهنده درجه اکسیداسیون چربی طی نگهداری در غذاها می باشند. در این مطالعه شاخص های پراکسید و تیوباریوتیک اسید در همه تیمار افزایش یافت (جدول ۱ و ۲). در روز صفر نگهداری میزان PV و TBA در همه تیمارها میزان کمتری داشت و در روز ۸ بیشترین میزان برای شاخص PV در تمام تیمارها مشاهده شد و پس از آن میزان پراکسید روند کاهشی را نشان داد که این امر ممکن است به دلیل واکنش های ثانویه اکسیداسیون و تولید ترکیب های کربونیلی مانند اسیداستالدهید، پروپونالدهید و استون و اسیدهای چرب فرار مانند اسیدکاپروئیک، اسید پروپونیک و گازهای فرار باشد (Eskandari et al., 2013).

جدول ۶- تغییر امتیازات آنالیز حسی تیمارهای مختلف در
فیله قزل‌آلای رنگین کمان طی نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد

| تیمار | زمان (روز) | | | | |
|-------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| | ۰ | ۴ | ۸ | ۱۲ | ۱۶ |
| بافت | | | | | |
| ۱ | $4 \pm 0.00a$ | $3/62 \pm 0.45ab$ | $2/75 \pm 0.34c$ | $1/25 \pm 0.44de$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۲ | $4 \pm 0.00a$ | $3/62 \pm 0.45ab$ | $2/75 \pm 0.34c$ | $1/25 \pm 0.44de$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۳ | $4 \pm 0.00a$ | $3/66 \pm 0.47ab$ | $3/62 \pm 0.50ab$ | $2/62 \pm 0.51c$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۴ | $4 \pm 0.00a$ | $3/62 \pm 0.45ab$ | $2/75 \pm 0.34c$ | $1/25 \pm 0.44de$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۵ | $4 \pm 0.00a$ | $3/66 \pm 0.47ab$ | $3/62 \pm 0.50ab$ | $2/62 \pm 0.51c$ | $1 \pm 0.00e$ |
| رنگ | | | | | |
| ۱ | $4 \pm 0.00a$ | $4 \pm 0.00a$ | $2/75 \pm 0.34bc$ | $1/56 \pm 0.35d$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۲ | $4 \pm 0.00a$ | $4 \pm 0.00a$ | $2/75 \pm 0.34bc$ | $1/56 \pm 0.35d$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۳ | $4 \pm 0.00a$ | $4 \pm 0.00a$ | $3/50 \pm 0.51ab$ | $2/50 \pm 0.51bc$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۴ | $4 \pm 0.00a$ | $4 \pm 0.00a$ | $2/75 \pm 0.34bc$ | $1/56 \pm 0.35d$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۵ | $4 \pm 0.00a$ | $4 \pm 0.00a$ | $3/50 \pm 0.51ab$ | $2/50 \pm 0.51bc$ | $1 \pm 0.00e$ |
| بو | | | | | |
| ۱ | $4 \pm 0.00a$ | $4 \pm 0.00a$ | $2/33 \pm 0.44c$ | $1 \pm 0.00e$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۲ | $4 \pm 0.00a$ | $4 \pm 0.00a$ | $2/15 \pm 0.42c$ | $1 \pm 0.00e$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۳ | $4 \pm 0.00a$ | $4 \pm 0.00a$ | $3/41 \pm 0.51b$ | $2/26 \pm 0.44c$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۴ | $4 \pm 0.00a$ | $4 \pm 0.00a$ | $2/16 \pm 0.39c$ | $1 \pm 0.00e$ | $1 \pm 0.00e$ |
| ۵ | $4 \pm 0.00a$ | $4 \pm 0.00a$ | $3/25 \pm 0.40b$ | $2/36 \pm 0.47c$ | $1 \pm 0.00e$ |

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق عضلانی ۰/۱٪ عصاره رزماری)، تیمار ۳ (تزریق عضلانی ۰/۳٪ عصاره رزماری)، تیمار ۴ (تزریق وریدی ۰/۱٪ عصاره رزماری) و تیمار ۵ (تزریق وریدی ۰/۳٪ عصاره رزماری). داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-e) حروف متفاوت در جدول نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.

چربی‌ها هستند که ترکیب‌هایی ناپایدارند و نقشی در طعم نامطلوب ماهی ندارند. هیدروپراکسیدها پس از شکستن، موادی مانند آلدهیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، هیدروکربن‌ها، استرها، فوران‌ها و لاکتون‌ها را ایجاد می‌کنند (Zolfaghari *et al.*, 2011). آزمایشی که به طور گسترده برای اندازه‌گیری مقدار فساد اکسایش چربی بکار گرفته می‌شود، شاخص TBA است. معمولاً میزان $1-2 \text{ mgMDA/kg}$ به عنوان حد قابل قبول TBA در نظر گرفته می‌شود که این میزان با توجه

کمترین میزان PV در تیمار ۵ بوده که مربوط به تزریق وریدی می‌باشد، البته با تیمار ۳ که حاوی تزریق عضلانی عصاره بود تفاوت معنی‌داری نداشت، علت تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) با گروه شاهد و تیمارهای ۰/۱٪ عصاره را می‌توان به خاصیت ضداکسیدانی عصاره رزماری در مقادیر بالاتر این عصاره نسبت داد که در بسیاری از تحقیقات به اثبات رسیده است (Uçak *et al.*, 2010; Tironi *et al.*, 2010). هیدروپراکسیدها فرآورده‌های اولیه اکسیداسیون

Uçak و همکاران (۲۰۱۱) به اثر عصاره رزماری بر فیله ماکرل پرداختند که با نتایج این تحقیق همسو می‌باشد. TVB-N شامل تری‌متیل آمین (تولید شده توسط فساد باکتریایی)، دی‌متیل آمین (تولید شده توسط آنزیم‌های اتولنیک طی زمان نگهداری)، آمونیاک (تولید شده به‌وسیله دامیناسیون اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها) و سایر ترکیب‌های نیتروژن بازی فرار مرتبط با فساد محصولات دریایی است (Eskandari et al., 2013). حداکثر میزان قابل قبول TVB-N، ۲۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی اعلام شده است (Ojagh et al., 2010). در همه تیمارها طی گذشت زمان، میزان بازهای نیتروژن فرار افزایش یافت اما این افزایش در تیمارهای ۰/۳٪ عصاره رزماری کمتر بود و در تزریق وریدی نیز کمتر از تزریق عضلانی بوده و تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار نیز مشاهده شد. همچنین در روز ۱۲ نگهداری، تمام تیمارها بجز تیمارهای ۳ و ۵ از مرز قابل قبول عبور کردند و این نتایج، نشان‌دهنده افزایش زمان ماندگاری در هنگام استفاده از عصاره رزماری است که دارای خاصیت ضداکسیدانی و ضد میکروبی می‌باشد. نتایج این مطالعه، با نتایج Uçak و همکاران (۲۰۱۱) که اثر عصاره رزماری همراه با بسته‌بندی خلاً بر فیله ماهی ماکرل را مطالعه نمودند، همخوانی داشت. حداکثر میزان قابل قبول شمارش کلی باکتری‌های هوازی مزوفیل برای ماهیان آب شیرین توسط کمیته بین‌المللی ویژگی‌های میکروبی غذاها $7 \log \text{CFU/g}$ بیان شده است (Eskandari et al., 2013). نتایج میزان بار باکتریایی کل تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۵ مشخص می‌کند که این میزان در همه زمان‌ها و تیمارها افزایش معنی‌داری (P < ۰/۰۵) داشت و در روزهای ۱۲ و ۱۶ بین همه تیمارها اختلاف معنی‌داری دیده شد. با توجه به جدول، روند افزایشی بار باکتریایی در تیمار ۱، ۲ و ۳ به هم نزدیک است اما در تیمارهای ۳ و ۵ به علت افزایش مقدار عصاره رزماری، روند افزایش کمتر می‌باشد، این موضوع در تیمار تزریق وریدی مشهودتر است که می‌توان گفت تزریق وریدی اثرگذاری بهتری داشته است.

به جدول ۲، در روز ۱۲ برای همه تیمارها بجز تیمار ۵، نشان‌دهنده افزایش زمان ماندگاری با بکار بردن عصاره رزماری از طریق تزریق وریدی در غلظت ۰/۳٪ می‌باشد. بیشترین میزان تیوباریوتیک‌اسید در تیمار ۱ که فاقد ضداکسیدان بود و کمترین میزان در تیمار عصاره رزماری ۰/۳٪ تزریق وریدی مشاهده شد که این نتیجه را می‌توان به خاصیت ضداکسیدانی عصاره رزماری و همچنین احتمالاً به انتشار بهتر عصاره حاوی ترکیب‌های فنلی رزماری طی روش تزریق وریدی نسبت داد. در مطالعه Hernandez و همکاران (۲۰۱۴) که از عصاره رزماری در جیره ماهی سیم طلایی استفاده کرده بودند و سایر مطالعات که به خواص رزماری بر بهبود کیفیت در ماهیانی مانند سیم (Tironi et al., 2010)، ماکرل (Uçak et al., 2011) و پومپانو (Gao et al., 2014) پرداختند، اثرات مثبت این عصاره تأیید شد. میزان اسیدهای چرب آزاد شاخصی برای اندازه‌گیری فساد چربی می‌باشد که افزایش آن پس از مرگ ماهی و در طول مدت زمان ماندگاری، نشان‌دهنده فساد هیدرولیتیک چربی است. حداکثر میزان قابل قبول اسیدهای چرب آزاد در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی با منشأ حیوانی، ۱/۲۵٪ لیپید کل براساس اسیداولئیک می‌باشد (Eskandari et al., 2013). نتایج مقادیر FFA تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۳ نشان می‌دهد که مقدار FFA در طول زمان نگهداری در تمام تیمارها افزایش معنی‌داری (P < ۰/۰۵) داشت. البته روند افزایشی میزان FFA در تیمار ۱ و ۲ نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. طبق این نتیجه می‌توان گفت که علاوه بر خود ضداکسیدان، روش تزریق ضداکسیدان بر روند FFA اثر گذاشته است، زیرا تیمار ۲ و ۴ هر دو دارای میزان برابری از عصاره رزماری بودند اما روش تزریق وریدی نتیجه بهتری را نشان داد. همچنین در پایان نگهداری میزان اسیدهای چرب فرار در تیمار ۰/۱٪ تزریق وریدی با تیمار ۰/۳٪ تزریق عضلانی عصاره رزماری تفاوت معنی‌داری ندارند، اما با تیمار ۰/۳٪ تزریق وریدی تفاوت معنی‌داری را نشان داده و از نظر مقدار اسیدهای چرب آزاد در شرایط بهتری قرار داشت. در مطالعه

صید، موجبات بهبود خواص حسی در گوشت حاصل می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Aggarwal, B.B., Kunnumakkara, A.B., Harikumar, K.B., Tharakan, S.T., Sung, B. and Anand, P., 2008. Potential of spice-derived phytochemicals for cancer prevention. *Planta Medica*, 74(13), 1560-1569.
- Altinier, G., Sosa, S., Aquino, R.P., Mencherini, T., Della Loggia, R. and Tubaro, A., 2007. Characterization of topical anti-inflammatory compounds in *Rosmarinus officinalis* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(5), 1718-1723.
- Askun, T., Tumen, G., Satil, F. and Ates, M., 2009. In vitro activity of methanol extracts of plants used as spices against *Mycobacterium tuberculosis* and other bacteria. *Food Chemistry*, 116(1), 289-294.
- Azizkhani, M. and Tooryan, F., 2015. Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extract, mint extract and a mixture of Tocopherols in beef sausage during storage at 4°C. *Journal of Food Safety*, 35(1): 128-136.
- Bakkei, L.M. and Doulags, C.V., 2005. Inhibitory effect of garlic extract on oval bacteria. *Archives of Oral Biology*, 50(7): 643-651.
- Botsoglou, N.A., Taitzoglou, I.A., Botsoglou, E., Zervos, I., Kokoli, A., Christakia, E. and Nikolaidisc, E., 2009. Effect of long-term dietary administration of oregano and rosemary on the antioxidant status of rat serum, liver, kidney and heart after carbon tetrachloride-induced oxidative stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(8), 1397-1406.
- Celiktas, O.Y., Kocabas, E.E.H., Bedir, E., Sukan, F.V., Ozek, T. and Baser, K.H.C., 2007. Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*, 100(2): 553-559.
- Egan, H., Krik, R.S. and Sawyer, R., 1997. *Pearson's Chemical Analysis of Food*. Addison-Wesley Longman Ltd, 708p.
- Eskandari, S., Hosseini, H., Hosseini, S.E. and Shirabi Kasmaei, A., 2013. Antioxidant and antibacterial effects of parsley extract (*Petroselinum crispum*) on silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) filets during refrigeration. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 8(2): 165-172.
- Etemadi, H., Rezaei, M. and Abedian, A., 2008. Antibacterial and antioxidant potential of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on shelf life

اثر ضدباکتریایی رزماری در چندین تحقیق به اثبات رسیده که با نتیجه این تحقیق همسو می‌باشند (Peiretti *et al.*, 2012؛ Azizkhani & Tooryan, 2014؛ Gao *et al.*, 2015؛ Napoli *et al.*, 2015؛ Ortuño *et al.*, 2015).

ارزیابی حسی به‌منزله یکی از روش‌های سنجش کیفیت ماهیان طی دوره نگهداری در مطالعات بسیاری از محققان بکار رفته و از آن به‌منزله روش مناسبی برای برآورد کیفیت ماهی طی دوره نگهداری نام برده شده است (Fan *et al.*, 2009). با نگهداری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در یخچال، تغییرات در خور ملاحظه‌ای در خواص حسی آن پدید آمد. بررسی نتایج بو، بافت و رنگ نشان داد که همه نمونه‌ها در روز صفر بهترین امتیاز را داشتند. به‌طور کلی طبق نتایج بدست آمده در همه مشخصات تا روز ۴ نگهداری قابلیت استفاده در همه تیمارها دیده شد اما در روز ۸ فقط تیمار ۳ و ۵ قابلیت مصرف را داشتند و تفاوت معنی‌داری (P ۰/۰۵) با سایر تیمارها نشان دادند و در روز ۱۲ تنها تیمار ۳ و ۵ دارای امتیاز خوب بودند و با افزایش زمان نگهداری در تمامی تیمارها، شاخص‌ها اُفت کرده و قابلیت مصرف نداشتند و با گذشت زمان، نمونه‌های حاوی عصاره نسبت به گروه شاهد شرایط مناسب‌تری از نظر فاکتورها داشتند و این نشان‌دهنده نقش خواص ضداکسیدانی عصاره رزماری در کیفیت نمونه‌های حاوی عصاره است. با جمع‌بندی کل صفات حسی مورد ارزیابی می‌توان بیان کرد که فیله‌های حاوی عصاره ۰/۳٪ رزماری نسبت به سایر نمونه‌ها نتایج بهتری را نشان دادند. بکار بردن رزماری با مقدار ۰/۱٪ در تحقیق Karpí ska-Tymoszczyk (۲۰۰۸) باعث بهبود خواص حسی در گوشت شترمرغ گردید. همچنین در تحقیق Gao و همکاران (۲۰۱۴) ترکیب رزماری و نیاسین بهترین عملکرد را در مقایسه با تیمارهای رزماری و نیاسین به‌صورت جداگانه طی نگهداری فیله ماهی پامپانو داشتند.

در مجموع طبق نتایج ذکر شده، با بکار بردن عصاره رزماری به‌صورت تزریق وریدی و غلظت ۰/۳٪ قبل از

- evaluation of extracts and essential oils. *Chemistry and Biodiversity*, 12(7): 1075-1094.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, Sh., and Hosseini, S.M.H., 2010. Effect of chitosan coating enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120(1): 193-198.
 - Ortuño, J., Serrano, R. and Bañón, S., 2015. Antioxidant and antimicrobial effects of dietary supplementation with rosemary diterpenes (carnosic acid and carnosol) vs vitamin E on lamb meat packed under protective atmosphere. *Meat Science*, 110: 62-69.
 - Park, S.Y. and Chin, K.B., 2010. Evaluation d-pre-heating and extraction solvents in antioxidant activities of garlic and their application in fresh pork patties. *Journal of Food Science and Technology*, 45(2): 365-373.
 - Peiretti, P.G., Gai, F., Ortoffi, M., Aigotti, R. and Medana, C., 2012. Effects of rosemary oil (*Rosmarinus officinalis*) on the shelf-life of minced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during refrigerated storage. *Foods*, 1(1): 28-39.
 - Peng, C.H., Su, J.D., Chyau, C.C., Sung, T.Y., Ho, S.S., Peng, C.C. and Peng, R.Y., 2007. Supercritical fluid extracts of rosemary leaves exhibit potent anti-inflammatory and anti-tumor effects. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 71(9): 2223-2232.
 - Posadas, S.J., Caz, V., Largo, C., De la Gándara, B., Matallanas, B., Reglero, G. and De Miguel, E., 2009. Protective effect of supercritical rosemary extract, *Rosmarinus officinalis*, on antioxidants of major organs of aged rats. *Experimental Gerontology*, 44(6-7): 383-389.
 - Rezaei, M., Pezeshk, S., Hosseini, H. and Eskandari, S., 2011. Effect of antioxidant activity of shallot extract (*Allium ascalonicum*), turmeric extract and their composition on changes of lipids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) vacuum packaged. *Journal of Food Science and Technology*, 8(28): 47-56.
 - Saki, J., Khodanazary, A. and Hosseini, S.M., 2017. The effect of chitosan-gelatin composition and bi-layer coating and film on physicochemical, microbial and sensory properties of *Johnius belangerii* stored at refrigerator. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 6(1): 71-86.
 - Shabanpour, B., Zolfaghari, M., Fallahzadeh, S. and Alipour, Gh., 2012. Effect of extract of *Zataria multiflora* Boiss. on shelf-life of salted vacuum packaged rainbow trout fillet (*Oncorhynchus mykiss*) in refrigerator conditions: microbial, chemical and extension of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 5(4): 67-77.
 - Etter, S.C., 2004. *Rosmarinus officinalis* as an antioxidant. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 11(1-2): 121-159.
 - Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y. and Chi, Y., 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf-life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during frozen storage. *Food Chemistry*, 115: 66-70.
 - Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L., Yuan, D. and Li, J., 2014. The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus ovatus*) fillet during chilled storage. *Food Control*, 37: 1-8.
 - Gatta, P.P., Pirini, M., Testi, S., Vignola, G. and Monetti, P.G., 2000. The influence of different levels of dietary vitamin E on sea bass *Dicentrarchus labrax* flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 6(1): 47-52.
 - Howgarte, P., Johnston, A. and Whittle, K.J., 1992. Multilingual guide to EC freshness grades for fishery products. Aberdeen: Torry Research Station, Food Safety Directorate, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 32p.
 - Jasour, M.S., Rahimabadi, E.Z., Ehsani, A., Rahnama, M. and Arshadi, A., 2011. Effects of refrigerated storage on fillet lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) supplemented by a-tocopheryl acetate through diet and direct addition after slaughtering. *Journal of Food Processing and Technology*, 2(5): 1-5.
 - Jeon, Y.J., Kamil, J.Y. and Shahidi, F., 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(18): 5167-5178.
 - Karpi ska-Tymoszczyk, M., 2008. Effect of the addition of ground rosemary on the quality and shelf-life of turkey meatballs during refrigerated storage. *British Poultry Science*, 49(6): 742-750.
 - Lin, C.C. and Lin, C.S., 2005. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. *Food Control*, 16(2): 169-175.
 - Mirab Boroujerdi, M. and Akhlaghi, M., 1999. Anesthetic effect of clove tree and LC₅₀ determination in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Veterinary Research*, 54(2): 49-52.
 - Napoli, E.M., Siracusa, L., Saija, A., Speciale, A., Trombetta, D., Tuttolomondo, T. and Leto, C., 2015. Wild sicilian rosemary: phytochemical and morphological screening and antioxidant activity

- 79(2): 349-355.
- Uçak, ., Özogul, Y. and Durmu, M., 2011. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(6): 1157-1163.
 - Zolfaghari, M., Shabanpour, B. and Fallahzade, S., 2011. The effect of light salting, vacuum packaging and their synergistic effect on shelflife of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during storage at 4±1°C. *Journal of Food Science and Technology*, 8(31): 35-44.
 - sensory attributes assessments. *Journal of Food Science and Technology*, 8(34): 1-11.
 - Tironi, V.A., Tomás, M.C. and Añón, M.C., 2010. Quality loss during the frozen storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*). Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract. *LWT-Food Science and Technology*, 43(2): 263-272.
 - Tsukamasa, Y., Kato, K., Roy, B.C., Ishibashi, Y., Kobayashi, T., Itoh, T. and Ando, M., 2013. Novel method for improving the antioxidative properties of fish meat by direct injection of sodium l-ascorbate into the blood vessels of live fish. *Fisheries Science*,

Effect of intramuscular and intravenous injection of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract on shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet in refrigerated storage

K. Souri¹, S.M. Ojagh^{2*}, M. Kordjazi³ and S.H. Mirsadeghi⁴

1- M.Sc., Department of Seafood Processing, Faculty of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2*- Corresponding author, Department of Seafood Processing, Faculty of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, E-mail: Mahdi_ojagh@yahoo.com

3- Department of Seafood Processing, Faculty of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

4- Ph.D. student, Department of Seafood Processing, Faculty of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: September 2017

Revised: April 2018

Accepted: April 2018

Abstract

This research was performed to investigate the effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) water extract on shelf life of rainbow trout fillet in the refrigerator ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) based on total microbial load, chemical evaluation and sensory characteristics. For this reason, the fish were divided into three groups including fish with intravenous injection of rosemary extract at the rate of 0.1% and 0.3% (treatment 2 and 3), intramuscular injection of rosemary extract at the rate of 0.1% and 0.3% (treatments 4 and 5) and non-injected (treatment 1). Fish were caught and filleted 62 hours after injection, then kept for 16 days at refrigerator. During this period, peroxide value (PV), thiobarbituric acid (TBA), free fatty acids (FFA), total volatile nitrogen base (TVB-N) and total bacterial load (TVC) indices were measured every 4 days and also sensory evaluation was performed. According to the results, treatments 3 and 5 showed significant differences ($P<0.05$) in PV, TBA, FFA, TVB-N and TVC indices in comparison with other treatments. Also there was a significant difference ($P<0.05$) between treatments 5 and 3 in TVC, TBA, FFA and TVB-N indices, showing a better performance of intravenous injection of rosemary extract (0.3%) compared to intramuscular injection of 0.3%. In addition, the rosemary extract improved sensory properties.

Keywords: Antioxidative properties, antibacterial properties, herbal extract, fish shelf life.