



تأثیر استفاده از روش تزریق اسید آسکوربیک در رگ‌های خونی و عضلات بر زمان ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در دمای یخچال (4 ± 1 درجه سانتی‌گراد)

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

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فرآوری محصولات شیلاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- ۲- دانشیار، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- ۳- استادیار، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- ۴- دانشجوی دکتری شیلات، گروه فرآوری محصولات شیلاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

دریافت: ۹۵/۰۴/۱۳ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۲

* نویسنده مسئول مقاله: Mahdi_ojagh@yahoo.com

چکیده:

اثر اسید آسکوربیک بر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در شرایط یخچال با اندازه‌گیری بار میکروبی کل و ارزیابی شیمیایی بررسی شد. بدین منظور ماهیان (10 ± 400 گرم) به سه گروه شامل فاقد تزریق (تیمار ۱)، گروهی با تزریق وریدی اسید آسکوربیک در مقادیر ۰/۱ و ۰/۳ درصد (تیمار ۲ و ۳) و ماهیانی با تزریق عضلانی در مقادیر ۰/۱ و ۰/۳ درصد (تیمار ۴ و ۵) تقسیم‌بندی شدند. پس از ۶۲ ساعت از زمان تزریق، ماهیان صید و فیله شدند، 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)، مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) و بار باکتریایی کل (TVC) اندازه‌گیری شدند. طی دوره آزمایش تیمارهای ۳ و ۵ در شاخص‌های PV، TBA، TVB-N و TVC تفاوت معناداری ($p \leq 0/05$) با سایر تیمارها داشتند. همچنین بین تیمار ۳ در شاخص‌های TVC، TBA، FFA و PV با تیمار ۵ تفاوت معناداری ($p \leq 0/05$) مشاهده شد که نشان‌دهنده عملکرد بهتر تزریق وریدی اسید آسکوربیک ۰/۳ درصد از روز ۸ نگهداری به بعد در مقایسه با تزریق عضلانی آسکوربیک ۰/۳ درصد است. با توجه به نتایج این تحقیق، استفاده از مقادیر مختلف اسید آسکوربیک در تزریق وریدی و عضلانی باعث افزایش زمان ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طی نگهداری تا روز ۱۲ در یخچال گردید.

کلید واژگان: اسید آسکوربیک، تزریق وریدی و عضلانی، فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

مقدمه

مسئله کمبود پروتئین در اغلب جوامع بشری، فواید استفاده از پروتئین آبزیان و وجود منابع فراوان غذاهای دریایی در دنیا، انگیزه‌ای مناسب برای وارد کردن آبزیان به رژیم غذایی مردم به‌شمار می‌رود. (Navagarcia et al., 2004). غذاهای دریایی توجه بسیاری از مصرف‌کنندگان را به‌عنوان منبع مهمی از ترکیبات غذایی (اسیدهای چرب غیراشباع، مواد معدنی و ویتامین‌ها) که در تغذیه و سلامت انسان سودمند هستند، به خود جلب کرده است (Richards and Hultin, 2002; Sidhu, 2003). ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان جز ماهیان چرب می‌باشد و کاهش کیفیت در ماهیان چرب در مرحله اول به‌دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌ها و اکسیداسیون چربی‌ها است (رضایی و حسینی ۲۰۰۸). ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌طور طبیعی دارای میزان زیادی اسیدهای چرب غیراشباع (PUPA) نظیر EPA و DHA می‌باشد که این اسیدهای چرب فواید زیادی برای سلامتی انسان دارد (Steffens, 1997)، این اسیدهای چرب غیراشباع به‌شدت مستعد اکسیداسیون هستند (Sánchez-Alonso and Borderias, 2008). اکسیداسیون چربی یکی از دلایل اصلی ضایعات ماهی در طول فرایند ذخیره‌سازی است (Frankel, 1993, 1998a, 1998b). استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها راهی مؤثر برای کاهش اکسیداسیون چربی در محصولات غذایی است که باعث حفظ کیفیت مواد مغذی و طولانی‌تر شدن مدت زمان ماندگاری می‌شود (Huang, Ou, and Prior, 2005). آنتی‌اکسیدان‌ها با مهار اکسیداسیون لیپیدها و مولکول‌های دیگر از اثرهای مخرب اکسیداسیون در بافت حیوانی جلوگیری می‌کنند (Letricia et al., 2013). نگرانی درباره ایمنی و مسمومیت آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، پژوهش‌هایی با استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی را موجب شده است (O'Grady et al., 2009). بررسی مطالعات در سال‌های اخیر حاکی از آن است که استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در برابر آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، افزایش یافته است (Banjakul et al., 2005; Sarkardei and Howel, 2008; Nunezde Gonzalez et al., 2008; Naveena, Sen, Vaithyanathan, Babji, and Kondaiah, 2008; Karre et al., 2013). راستای استفاده از ترکیبات طبیعی در پژوهش حاضر از اسیدآسکوربیک، که یک آنتی‌اکسیدان طبیعی و محلول در آب است (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۱)، با روشی متفاوت از سایر تحقیقات برای نگهداری ماهی استفاده گردید. اسیدآسکوربیک به‌عنوان یک جزء ترکیبی غذاها به‌طور وسیعی استفاده می‌شود، زیرا علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی، به‌عنوان ماده مغذی ضروری محسوب می‌شود. همچنین اسیدآسکوربیک در ترکیب با سایر آنتی‌اکسیدان‌ها به‌صورت سینرژیک عمل می‌کند (خضری احمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۰). اسیدآسکوربیک یک آنتی‌اکسیدان قوی است که قادر به مهار واکنش‌های متنوع اکسیژن است (Bae et al., 2012). در سنتز هورمون‌های استروئیدی، کلاژن (Hunter et al., 2003; Cavalli et al., 1979; Lightner et al., 1979) و افزایش سیستم ایمنی در برابر سموم مؤثر است (Lin and Shiau, 2005). اسیدآسکوربیک به‌طور مؤثری قادر به حذف سوپراکسیدها، هیدروژن‌پراکسیدها، هیپوکلریت‌ها، رادیکال‌های هیدروکسیل، رادیکال پروکسیل و اکسیژن یگانه می‌باشد (Min and Krochta, 2007). روش‌های مختلفی برای بالا بردن پتانسیل آنتی‌اکسیدانی مواد غذایی استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به اضافه کردن ترکیبات آنتی‌اکسیدان به جیره غذایی (Shahkar et al., 2015; Shireen et al., 2008)، غوطه‌وری (Gatta et al., 2000; Jasour et al, 2011; Hasani and Alizadeh, 2015) و اسپری کردن (Jasour et al, 2011) این ترکیبات به فیله

مسئله کمبود پروتئین در اغلب جوامع بشری، فواید استفاده از پروتئین آبزیان و وجود منابع فراوان غذاهای دریایی در دنیا، انگیزه‌ای مناسب برای وارد کردن آبزیان به رژیم غذایی مردم به‌شمار می‌رود. (Navagarcia et al., 2004). غذاهای دریایی توجه بسیاری از مصرف‌کنندگان را به‌عنوان منبع مهمی از ترکیبات غذایی (اسیدهای چرب غیراشباع، مواد معدنی و ویتامین‌ها) که در تغذیه و سلامت انسان سودمند هستند، به خود جلب کرده است (Richards and Hultin, 2002; Sidhu, 2003). ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان جز ماهیان چرب می‌باشد و کاهش کیفیت در ماهیان چرب در مرحله اول به‌دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌ها و اکسیداسیون چربی‌ها است (رضایی و حسینی ۲۰۰۸). ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌طور طبیعی دارای میزان زیادی اسیدهای چرب غیراشباع (PUPA) نظیر EPA و DHA می‌باشد که این اسیدهای چرب فواید زیادی برای سلامتی انسان دارد (Steffens, 1997)، این اسیدهای چرب غیراشباع به‌شدت مستعد اکسیداسیون هستند (Sánchez-Alonso and Borderias, 2008). اکسیداسیون چربی یکی از دلایل اصلی ضایعات ماهی در طول فرایند ذخیره‌سازی است (Frankel, 1993, 1998a, 1998b). استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها راهی مؤثر برای کاهش اکسیداسیون چربی در محصولات غذایی است که باعث حفظ کیفیت مواد مغذی و طولانی‌تر شدن مدت زمان ماندگاری می‌شود (Huang, Ou, and Prior, 2005). آنتی‌اکسیدان‌ها با مهار اکسیداسیون لیپیدها و مولکول‌های دیگر از اثرهای مخرب اکسیداسیون در بافت حیوانی جلوگیری می‌کنند (Letricia et al., 2013). نگرانی درباره ایمنی و مسمومیت آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، پژوهش‌هایی با استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی را موجب شده است (O'Grady et al., 2009). بررسی مطالعات در سال‌های اخیر حاکی از آن است که استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در برابر آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، افزایش یافته است (Banjakul et al., 2005; Sarkardei and Howel, 2008; Nunezde Gonzalez et al., 2008; Naveena, Sen, Vaithyanathan, Babji, and Kondaiah, 2008; Karre et al., 2013). راستای استفاده از ترکیبات طبیعی در پژوهش حاضر از اسیدآسکوربیک، که یک آنتی‌اکسیدان طبیعی و محلول در آب است (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۱)، با روشی متفاوت از سایر تحقیقات برای نگهداری ماهی استفاده گردید. اسیدآسکوربیک به‌عنوان یک جزء ترکیبی غذاها به‌طور وسیعی استفاده می‌شود، زیرا علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی، به‌عنوان ماده مغذی ضروری محسوب می‌شود. همچنین اسیدآسکوربیک در ترکیب با سایر آنتی‌اکسیدان‌ها به‌صورت سینرژیک عمل می‌کند (خضری احمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۰). اسیدآسکوربیک یک آنتی‌اکسیدان قوی است که قادر به مهار واکنش‌های متنوع اکسیژن است (Bae et al., 2012). در سنتز هورمون‌های استروئیدی، کلاژن (Hunter et al., 2003; Cavalli et al., 1979; Lightner et al., 1979) و افزایش سیستم ایمنی در برابر سموم مؤثر است (Lin and Shiau, 2005). اسیدآسکوربیک به‌طور مؤثری قادر به حذف سوپراکسیدها، هیدروژن‌پراکسیدها، هیپوکلریت‌ها، رادیکال‌های هیدروکسیل، رادیکال پروکسیل و اکسیژن یگانه می‌باشد (Min and Krochta, 2007). روش‌های مختلفی برای بالا بردن پتانسیل آنتی‌اکسیدانی مواد غذایی استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به اضافه کردن ترکیبات آنتی‌اکسیدان به جیره غذایی (Shahkar et al., 2015; Shireen et al., 2008)، غوطه‌وری (Gatta et al., 2000; Jasour et al, 2011; Hasani and Alizadeh, 2015) و اسپری کردن (Jasour et al, 2011) این ترکیبات به فیله

محلول سازی

محلول تزریقی به صورت ترکیبی از ۰/۷۵ درصد NaCl ، ۰/۱۳ درصد KCl ، ۰/۲۰ درصد CaCl_2 و اسیدآسکوربیک (شرکت رازک) ۱ و ۳ درصد استفاده شد (Tsukamasa et al, 2013).

آزمون‌های شیمیایی

آزمون‌های اندازه‌گیری پراکسید، اسیدهای چرب آزاد و تیوباریوتیک اسید با توجه به روش ارائه شده از سوی Egan و همکاران (۱۹۹۷)، و میزان کل بازهای نیتروژن فرار با روش Jeon و همکاران (۲۰۰۲) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری پراکسید، نمونه روغن استخراج شده ماهی از محلول اسیداستیک کلر فرم (نسبت اسیداستیک به کلر فرم ۳ به ۲) استفاده و مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیترا گردید. اندازه‌گیری TBA به وسیله رنگ‌سنجی انجام شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری انتقال یافت و سپس 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 اضافه گردید (معرف TBA به وسیله حل شدن ۲۰۰ میلی‌گرم از TBA در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر حلال ۱- بوتانل پس از فیلتر شدن به دست 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. سپس مقدار جذب (As) در ۵۳۰ نانومتر در برابر شاهد آب مقطر (As) خوانده شد. اسیدهای چرب آزاد براساس میزان مصرفی سود طبیعی، 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 به وسیله

ماهی اشاره کرد. از روش‌های دیگری که طی سال‌های اخیر بدان توجه شده است می‌توان به تحقیق Tsukamasa و همکاران (۲۰۱۳) اشاره کرد که اقدام به تزریق وریدی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی به ماهی ماکرل ژاپنی نموده و اثربخشی این روش را تأیید کرده‌اند. در تحقیق حاضر به عنوان یک رویکرد جدید علاوه بر تزریق وریدی، برای نخستین بار اقدام به تزریق عضلانی اسیدآسکوربیک به ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پیش از صید برای افزایش پتانسیل آنتی‌اکسیدانی ماهی به منظور افزایش زمان ماندگاری طی نگهداری در یخچال شد.

مواد و روش

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن 10 ± 40 گرم از مرکز پرورش ماهی واقع در شهرستان نکا خریداری شد و در همان محل عمل تزریق آسکوربیک اسید (مقادیر ۰/۱ و ۰/۳ درصد) صورت گرفت. ۱۰ قطعه ماهی برای هر تیمار از مخزن خارج و پس از بیهوش کردن آنها با استفاده از پودر گل میخک با دوز ۴۰۰ پی‌پی‌ام (میراب‌بروجردی و اخلاقی، ۱۳۹۱)، تزریق وریدی (ورید ساقه دمی) آسکوربیک اسید انجام شد. تزریق عضلانی عصاره نیز در دو نقطه (یکی به سمت سر و دیگری به سمت دم) در ماهیان انتخاب شده انجام گردید. پس از تزریق اسیدآسکوربیک به هر دو گروه ماهی، ماهیان به حوضچه‌ای که دارای اکسیژن بالایی بود، منتقل شدند و پس از ۶۲ ساعت ماهیان صید و فیله شدند. نمونه‌ها به مدت ۱۶ روز در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در زمان‌های مشخص شده برای آزمایش (فواصل زمانی ۴ روز یک‌بار)، آزمون‌های شیمیایی شامل TBA، FFA، TVN و PV و آزمون میکروبی شامل اندازه‌گیری بار باکتریایی کل روی تیمارها انجام گرفت.

اسید تیترا 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 درصد 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.

تجزیه و تحلیل آماری: به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی به دست آمده از آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ استفاده گردید. پس از کنترل طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف - اسمیرنوف، از آزمون اسپیلت پلات در زمان، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح

آماری ۵ درصد برای مقایسه میانگین‌ها (سه تکرار هر تیمار) استفاده شد.

نتایج

نتایج مقادیر پراکسید بر حسب میلی‌اکی والان در هر کیلوگرم در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با گذشت زمان از روز صفر تا ۸ روند افزایشی و سپس با افزایش زمان نگهداری در میزان پراکسید روند نزولی را نشان داد. از نقطه نظر مقایسه تیمارهای مختلف در هر یک از زمان‌های نگهداری، در روز صفر نگهداری، در بین تیمارهای مختلف اختلاف معناداری ($p \geq 0/05$) مشاهده نشد. در روز ۴ نگهداری بین تیمارها ۱، ۲، ۳ و ۵ همچنین بین تیمارهای ۳ و ۵ اختلاف معناداری ($p \geq 0/05$) مشاهده نشد و در زمان‌های ۸، ۱۲ و ۱۶ در بین تمام تیمارها اختلاف معنادار ($p \leq 0/05$) مشاهده شد و در بین تمام تیمارها بهترین نتیجه مربوط به تیمار تزریق وریدی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک بود.

جدول ۱ تغییرات عدد پراکسید (PV) بر حسب میلی‌اکی والان در هر کیلوگرم در تیمارهای مختلف در فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد

تیمار	زمان (روز)				
	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
۱	$0/78 \pm 0/03^p$	$1/54 \pm 0/01^m$	$5/37 \pm 0/11^a$	$4/36 \pm 0/10^d$	$4/11 \pm 0/05^e$
۲	$0/77 \pm 0/01^p$	$1/51 \pm 0/02^m$	$4/80 \pm 0/05^c$	$3/80 \pm 0/05^g$	$3/60 \pm 0/05^h$
۳	$0/81 \pm 0/01^p$	$1/36 \pm 0/01^o$	$2/33 \pm 0/07^j$	$2/09 \pm 0/07^k$	$1/68 \pm 0/03^l$
۴	$0/78 \pm 0/01^p$	$1/49 \pm 0/01^{mm}$	$4/99 \pm 0/09^b$	$3/99 \pm 0/09^f$	$3/80 \pm 0/10^g$
۵	$0/79 \pm 0/01^p$	$1/40 \pm 0/01^{mo}$	$2/50 \pm 0/08^i$	$2/41 \pm 0/03^{ij}$	$2/08 \pm 0/06^k$

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق وریدی ۰/۱ درصد اسیدآسکوربیک)، تیمار ۳ (تزریق وریدی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک)، تیمار ۴ (تزریق عضلانی ۰/۱ درصد - اسیدآسکوربیک) و تیمار ۵ (تزریق عضلانی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک).

داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. ($a - p$) حروف متفاوت در جدول نشان‌دهنده تفاوت معناداری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف است.

نگهداری تفاوت معناداری بین تیمار ۳ و ۵ با سایر تیمارها مشاهده شد. همچنین در روز ۱۲ بین تیمارهای ۲ و ۴ تفاوت معناداری ($p \geq 0/05$) دیده نشد. در روز ۱۶ نگهداری بین تیمارهای ۲ و ۴ همچنین بین تیمارهای ۳ و ۵ اختلاف معناداری ($p \geq 0/05$) مشاهده نگردید. بیشترین افزایش مقدار TBA مربوط به تیمار ۱ و کمترین میزان افزایش TBA مربوط به تیمار ۳ می‌باشد.

نتایج مقادیر TBA بر حسب میلی‌گرم مالون آلدهید در کیلوگرم عضله در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار TBA در تمام تیمارها طی زمان نگهداری، افزایش معناداری ($p \leq 0/05$) را نشان داد. از نقطه نظر مقایسه تیمارهای مختلف در هر یک از زمان‌های نگهداری، در روز صفر نگهداری در بین تیمارها اختلاف معناداری ($p \geq 0/05$) دیده نشد، اما در روزهای ۴ و ۸

جدول ۲ تغییرات مقدار تیوباریبوتیک‌اسید (TBA) بر حسب میلی‌گرم مالون آلدهید در کیلوگرم عضله در تیمارهای مختلف در فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد

تیمار	زمان (روز)	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
۱		$0/34 \pm 0/01$	$0/91 \pm 0/01$ ^h	$1/92 \pm 0/02$ ^{fg}	$2/66 \pm 0/15$ ^d	$4/73 \pm 0/08$ ^a
۲		$0/34 \pm 0/01$	$0/92 \pm 0/01$ ^h	$1/91 \pm 0/02$ ^{fg}	$2/45 \pm 0/18$ ^e	$4/30 \pm 0/10$ ^b
۳		$0/35 \pm 0/01$	$0/54 \pm 0/02$ ⁱ	$1/00 \pm 0/01$ ^h	$1/80 \pm 0/08$ ^g	$2/99 \pm 0/05$ ^c
۴		$0/33 \pm 0/01$	$0/90 \pm 0/01$ ^h	$1/91 \pm 0/03$ ^{fg}	$2/45 \pm 0/14$ ^e	$4/34 \pm 0/16$ ^b
۵		$0/34 \pm 0/01$	$0/57 \pm 0/01$ ⁱ	$1/00 \pm 0/02$ ^h	$2/01 \pm 0/07$ ^f	$3/06 \pm 0/08$ ^c

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق وریدی ۰/۱ درصد اسیدآسکوربیک)، تیمار ۳ (تزریق وریدی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک)، تیمار ۴ (تزریق عضلانی ۰/۱ درصد - اسیدآسکوربیک) و تیمار ۵ (تزریق عضلانی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک).

داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a - j) حروف متفاوت در جدول نشان‌دهنده تفاوت معناداری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف است.

($p \geq 0/05$) مشاهده نشد. در روز ۸ نگهداری بین تیمارهای ۳ و ۵ با سایر تیمارها تفاوت معناداری ($p \leq 0/05$) مشاهده می‌شود. در روز ۸ نگهداری بین تیمارهای ۳ و ۵ تفاوت معناداری ($p \geq 0/05$) دیده نشد. در روز ۱۲ نگهداری بین تمامی تیمارها اختلاف معناداری ($p \leq 0/05$) مشاهده شد و در روز ۱۶ نگهداری به ترتیب بین تیمارهای ۲ و ۴ اختلاف معناداری ($p \geq 0/05$) دیده نشد.

نتایج مقادیر FFA بر حسب درصد اولئیک اسید در چربی کل در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار FFA در طول زمان نگهداری در تمام تیمارها افزایش معناداری ($p \leq 0/05$) داشت. در روز صفر نگهداری در بین تیمارهای مختلف تفاوت معناداری ($p \geq 0/05$) دیده نشد و در روز ۴ نگهداری بین تیمارهای ۱، ۲ و ۴ همچنین بین تیمار ۱ و ۵ تفاوت معناداری

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 درجه سانتی‌گراد

تیمار	زمان (روز)	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
۱		0.90 ± 0.01^1	1.00 ± 0.05^{1j}	1.27 ± 0.02^g	1.86 ± 0.05^d	2.39 ± 0.02^a
۲		0.90 ± 0.02^1	1.02 ± 0.01^i	1.29 ± 0.02^g	1.70 ± 0.01^f	2.29 ± 0.00^b
۳		0.89 ± 0.00^1	0.91 ± 0.00^1	0.96 ± 0.01^k	1.15 ± 0.03^h	1.77 ± 0.02^e
۴		0.89 ± 0.01^1	1.02 ± 0.01^i	1.29 ± 0.01^g	1.87 ± 0.04^d	2.36 ± 0.01^a
۵		0.90 ± 0.01^1	0.97 ± 0.02^{jk}	0.98 ± 0.01^{jk}	1.29 ± 0.02^g	2.10 ± 0.02^c

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق وریدی ۰/۱ درصد اسیدآسکوربیک)، تیمار ۳ (تزریق وریدی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک)، تیمار ۴ (تزریق عضلانی ۰/۱ درصد - اسیدآسکوربیک) و تیمار ۵ (تزریق عضلانی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک). داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a - o) حروف متفاوت در جدول نشان‌دهنده تفاوت معناداری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف است.

تفاوت معناداری ($p \geq 0.05$) دیده نشد و در روزهای ۴ و ۸ نگهداری بین تیمارهای ۳ و ۵ با سایر تیمارها تفاوت معناداری ($p \leq 0.05$) وجود داشت، همچنین در روزهای ۱۲ و ۱۶ نگهداری بین تیمارهای ۲ و ۴ تفاوت معناداری ($p \leq 0.05$) با سایر تیمارها مشاهده گردید.

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

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

تیمار	زمان (روز)	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
۱		11.04 ± 0.03^1	12.16 ± 0.02^j	13.54 ± 0.03^i	30.54 ± 0.63^e	42.21 ± 0.29^a
۲		11.02 ± 0.00^1	12.19 ± 0.01^j	13.53 ± 0.01^i	29.27 ± 0.23^f	41.14 ± 0.56^b
۳		10.81 ± 0.22^1	11.42 ± 0.02^k	11.98 ± 0.03^j	21.04 ± 0.09^h	36.70 ± 0.19^d
۴		10.81 ± 0.23^1	12.15 ± 0.02^j	13.57 ± 0.02^i	29.48 ± 0.24^f	41.38 ± 0.13^b
۵		10.82 ± 0.23^1	11.46 ± 0.01^k	12.01 ± 0.03^j	22.64 ± 0.39^g	38.21 ± 0.19^c

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق وریدی ۰/۱ درصد اسیدآسکوربیک)، تیمار ۳ (تزریق وریدی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک)، تیمار ۴ (تزریق عضلانی ۰/۱ درصد - اسیدآسکوربیک) و تیمار ۵ (تزریق عضلانی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک). داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a - I) حروف متفاوت در جدول نشان‌دهنده تفاوت معناداری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف است.

در روز صفر در بین تمام تیمارها تفاوت معناداری ($p \geq 0/05$) دیده نشد و در روز ۴ نگهداری تیمار ۱ با سایر تیمارها اختلاف معناداری ($p \leq 0/05$) داشت. همچنین در روز ۸ نگهداری بین تیمار ۲ و ۴ اختلاف معناداری ($0/05$) ($p \geq$) مشاهده نشد. در روزهای ۱۲ و ۱۶ نگهداری نیز بین تمام تیمارها تفاوت معناداری ($p \leq 0/05$) مشاهده گردید.

میزان بار باکتریایی کل بر حسب لگاریتم cfu در گرم بافت ارزیابی شد. نتایج تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میزان بار باکتریایی کل در همه زمان‌ها و تیمارها افزایش معناداری ($p \leq 0/05$) داشت. از نقطه نظر مقایسه تیمارهای مختلف در هر یک از زمان‌های نگهداری،

جدول ۵ تغییرات مقدار (TVC) بر حسب لگاریتم cfu در گرم بافت در تیمارهای مختلف در فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد

تیمار	زمان (روز)	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
۱		$0/68 \pm 0/019$	$1/12 \pm 0/02m$	$3/92 \pm 0/02h$	$5/72 \pm 0/02d$	$7/54 \pm 0/04a$
۲		$0/68 \pm 0/029$	$1/05 \pm 0/03no$	$3/53 \pm 0/01i$	$5/31 \pm 0/06f$	$6/98 \pm 0/03c$
۳		$0/69 \pm 0/029$	$0/99 \pm 0/06p$	$1/08 \pm 0/03mm$	$1/72 \pm 0/02k$	$4/10 \pm 0/04g$
۴		$0/68 \pm 0/039$	$1/05 \pm 0/02no$	$3/54 \pm 0/05i$	$5/37 \pm 0/02e$	$7/14 \pm 0/06b$
۵		$0/68 \pm 0/019$	$1/00 \pm 0/03op$	$1/19 \pm 0/01l$	$1/94 \pm 0/04j$	$5/35 \pm 0/00ef$

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق وریدی ۰/۱ درصد اسیدآسکوربیک)، تیمار ۳ (تزریق وریدی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک)، تیمار ۴ (تزریق عضلانی ۰/۱ درصد - اسیدآسکوربیک) و تیمار ۵ (تزریق عضلانی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک).
داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a - q) حروف متفاوت در جدول نشان‌دهنده تفاوت معناداری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف است.

بحث

جعفری بر فیله کپور نقره‌ای (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۲)، عصاره سیاه‌دانه بر فیله کپور نقره‌ای (غلامزاده و همکاران، ۱۳۹۲) و اضافه کردن اسیدآسکوربیک با روش غوطه‌وری به فیله ماهی خاویاری تحت بسته‌بندی خلأ (Rostsmzad et al., 2009) و عصاره انگور بر فیله کپور نقره‌ای (Hasani and Alizadeh, 2015) استفاده شده است که همانند نتیجه این تحقیق مانع از افزایش سریع شاخص پراکسید شدند.

تیوباریوتیک اسید از جمله شاخص‌هایی است که به منظور برآورد میزان اکسایش چربی در گوشت ماهی استفاده می‌شود (Chouliara et al., 2004). این شاخص میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدئیدها را

شاخص پراکسید نشان‌دهنده میزان کل هیدروپراکسیدها و یکی از شاخص‌های مهم و اولیه اندازه‌گیری فساد چربی ماهیان است (Shahidi and Zhong, 2005). با افزایش زمان نگهداری (جدول ۱)، تا روز ۸ میزان PV روند افزایش داشت و پس از آن کاهش یافت. دلیل احتمالی کاهش میزان پراکسید در طی زمان نگهداری، تجزیه آن به آلدئیدها با گذشت زمان و ترکیب شدن با پروتئین ماهیچه ماهی عنوان شده است (Jeon et al., 2002). در بین تمام تیمارها بهترین نتیجه مربوط به تیمار تزریق وریدی ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک بود. در مطالعات سایر محققان نیز از ترکیباتی با خواص آنتی‌اکسیدانی بالا مانند عصاره

داشت. با توجه به نتایج به دست آمده تیمارهایی که حاوی تزریق ۰/۳ درصد اسیدآسکوربیک می باشند از نتایج بسیار قابل قبولی برخوردار بودند که می توان آن را به ویژگی آنتی اکسیدانی اسیدآسکوربیک در جلوگیری از افزایش FFA در زمان نگهداری در یخچال نسبت داد. در تحقیق Rostamzad و همکاران (۲۰۰۹) با به کارگیری اسیدآسکوربیک بر فیله ماهی خاویاری در بسته بندی خلأ و با مطالعه Jasour و همکاران (۲۰۱۱)، که به بررسی اثر ویتامین E از طریق تغذیه به ماهی و اسپری بر فیله ماهی قزل آلاهی رنگین کمان پرداختند، مشاهده شد که میزان FFA در تمام تیمارها روند افزایشی داشت، ولی این روند در تیمارهای حاوی اسیدآسکوربیک و ویتامین E به شکل قابل ملاحظه ای کمتر بود.

مجموع بازهای نیتروژن فرار (TVB-N) از آمونیاک و آمین های فرار تشکیل شده است که به منزله یکی از شاخص های اصلی تخریب و تجزیه گوشت محسوب می شود (Fan et al., 2008). طبق گزارش ها، میزان ۲۵ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم بالاترین سطح پذیرفته شده برای TVB-N است (Ojagh et al., 2010). افزایش TVB-N به فعالیت باکتری های موجود در گوشت همچنین آنزیم های خود گوشت ارتباط دارد (Razavi Shirazi, 2001). همان طور که در جدول ۴ مشاهده می شود، در طول زمان نگهداری میزان شاخص TVB-N در تمامی تیمارها افزایش معناداری ($p \leq 0/05$) داشت. در بین تمام تیمارها بهترین نتیجه مربوط به تیمار تزریق وریدی ۰/۳ درصد آسکوربیک اسید است که علت آن را می توان در ویژگی این ماده تزریقی دانست که باعث افزایش ماندگاری فیله ماهی قزل آلاهی رنگین کمان گردید. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق خضری احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۱) که با به کارگیری اسیدآسکوربیک در پوشش پروتئین آب پنیر بر

نشان می دهد. روند افزایشی این شاخص طی نگهداری ممکن است به دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدان ها در ماهیچه باشد. نتایج مقادیر TBA بر حسب میلی گرم مالون آلدئید در کیلوگرم عضله در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۲ مشاهده می شود. همان طور که نشان داده شده است، مقدار آن در تمام تیمارها طی زمان نگهداری، افزایش معناداری ($p \leq 0/05$) را نشان داد، اما این افزایش در بین تیمارهای ۳ و ۵ که مقدار آنتی اکسیدان تزریقی افزایش یافته بود، کمتر مشاهده گردید. در تحقیقاتی به افزودن اسیدآسکوربیک با روش غوطه وری به فیله ماهی خاویاری در بسته بندی خلأ (Rostamzad et al., 2009) و تزریق اسیدآسکوربیک با دوزهای ۱، ۳ و ۵ درصد بر رگ های خونی ماهی ماکرل ژاپنی پرداخته شده است (Tsukamasa et al., 2013) که با نتایج این مطالعه همسو است.

میزان اسیدهای چرب آزاد شاخصی برای اندازه گیری فساد چربی می باشد که افزایش آن پس از مرگ ماهی و در طول مدت زمان ماندگاری، نشان دهنده فساد هیدرولیتیک چربی است. گلیسیریدها، گلیکولیپیدها و فسفولیپیدها به وسیله آنزیم های لیپاز و فسفولیپاز هیدرولیز شده و به اسیدهای چرب آزاد تبدیل می شوند که در ادامه روند اکسیداسیون، چربی به آلدئید و کتون ها تبدیل می گردند. حداکثر میزان پذیرفته شده اسیدهای چرب آزاد در روغن ها و چربی های خوراکی با منشأ حیوانی، ۱/۲۵ درصد لیپید کل براساس اسیداولئیک می باشد (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج مقادیر FFA بر حسب درصد اولئیک اسید در چربی کل در تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۳ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، مقدار FFA در طول زمان نگهداری در تمام تیمارها افزایش معناداری ($p \leq 0/05$)

رنگین‌کمان، عصاره جعفری بر فیله کپور نقره‌ای (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۲)، عصاره رزماری بر سوسیس تهیه شده از گوشت گاو (Tooryan and Azizkhani, 2014) و اسانس رزماری بر گوشت چرخ شده قزل‌آلای رنگین‌کمان (Peiretti et al, 2012) بر ویژگی ضدباکتریایی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی اشاره شده است.

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به نتایج مطالعه حاضر استفاده از مقادیر مختلف اسیدآسکوربیک در تزریق وریدی و عضلانی در طی حیات موجود، موجب بهبود و ارتقای افزایش پتانسیل آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه افزایش زمان ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طی نگهداری تا روز ۱۲ در یخچال شد که این امر را می‌توان در شاخص‌های شیمیایی و میکروبی محاسبه شده در این مطالعه مشاهده کرد. به‌طورکلی در یافته‌های این تحقیق تیمارهای حاوی ۰/۳ درصد تزریق اسیدآسکوربیک نتایج قابل قبولی نسبت به سایر تیمارها داشتند و بهترین نتیجه مربوط به تیمار ۰/۳ درصد تزریق وریدی می‌باشد.

منابع

Ahmad Shad, M., Don Bosco, S.J. and Ahmad Mir, Sh. 2014. Plant extracts and natural antioxidant in meat and meat products. *Meat Science*, 98: 21-33

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 4C. *Journal of Food Safety*, 35: 128-136.

Barbosa-Pereira, L., Cruz, J. M., Sendón, R., de Quirós, A. R. B., Ares, A., Castro-López, M. and Paseiro-Losada, P. 2013. Development of antioxidant active films containing tocopherols to extend the shelf life of fish. *Food Control*, 31: 236-243.

فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، عصاره جعفری بر فیله کپور نقره‌ای (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۲) و تحقیق Bozin و همکاران (۲۰۰۷) که به بررسی عصاره رزماری بر روغن‌های ضروری پرداختند، همسو است.

بخشی از فساد در ماهیان تازه به دلیل فعالیت و رشد ارگانیزم‌های ویژه عامل فساد است که با تولید متابولیت‌هایی منجر به نامطلوب شدن طعم و بوی ماهیان و در نهایت غیرقابل مصرف شدن آنها می‌شود (Gram and Huss, 1996; Gram and Dalgaard, 2002). طی مطالعات انجام شده از سوی Gram and Dalgaard (2002) مشخص شد میکروارگانیزم‌های عامل فساد مواد غذایی از مطالعه‌ای به مطالعه دیگر متفاوت است به طوری که نوع و میزان این ارگانیزم‌ها در هر مطالعه بسته به نوع گونه ماهی و محیط زندگی آنها، وضعیت اقلیمی، نحوه صید، نوع محصول فراوری شده، دما و نحوه نگهداری متفاوت است و مقدار ارگانیزم‌های ویژه عامل فساد، ارتباط مناسبی با عمر ماندگاری ماهی تازه دارد (Gram and Huss, 1996). نتایج میزان بار باکتریایی کل بر حسب لگاریتم cfu در گرم بافت، تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در جدول ۵ حاکی از افزایش میزان بار باکتریایی کل می‌باشد. با توجه به نتایج این تحقیق تزریق اسیدآسکوربیک در مقادیر بالاتر باعث افزایش زمان ماندگاری در فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از نظر بار باکتریایی شد. گزارش شده است که آنتی‌اکسیدان‌های متعددی از جمله آسکوربیک‌اسید می‌توانند ویژگی‌های ضدباکتریایی داشته باشند (Tajkarimi and Ibrahim, 2010; Ibrahim et al., 2011). همچنین در مطالعاتی با به‌کارگیری آنتی‌اکسیدان‌های مختلف از جمله خضری‌احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۱) که با به‌کار بردن اسیدآسکوربیک در پوشش پروتئین آب پنیر بر فیله ماهی قزل‌آلای

- Hepher, B. 1988.** Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, P: 388.
- 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 atocopheryl acetate through diet and direct addition after slaughtering. J Food Process Technol, 2: 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 Agriculture and Food Chemistry, 50: 5167-78.
- Kahte, s., Alizadeh Doghikalae, E. and Yousef Elahi, M. 2014.** Effect of edible chitosan – gelatin coating on the quality characteristics and shelf life of *Hypophthalmichthys molitrix* during refrigerated storage, 3(1): 45-55
- Khezri Ahmadabadi, M., Rezaei, M., and Ojagh, S. M. 2012.** The effect of ascorbic acid combined with protein coating on the shelf life of rainbow trout stored at refrigerator temperature Microbial and chemical analyzes. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 7(3): 69-78
- Khezri Ahmadabadi, M., Rezaei, M., Ojagh, S. M. and Babakhani Lashkan, A. 2012.** In Increase of shelf – life of frozen Kilka (*Clupeonella cultriventris*) using natural antioxidant. Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics, 1: 20 – 47.
- Kolkowski, S., Tandler, A. and Izquierdo, M. S. 1997.** Effects of live food and dietary digestive enzymes on the efficiency of microdiets for seabass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Aquaculture, 148: 313-322.
- O'Grady, M. N., Kerry, J. P. and Ledward, D. 2009.** Using antioxidants and nutraceuticals as dietary supplements to improve the quality and shelf-life of fresh meat. Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat, 356-386.
- 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: 193-198.
- 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
- Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I. and Jovin, E. 2007.** Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis L.* and *Salvia officinalis L.*, *Lamiaceae*) essential oils. Journal of agricultural and food chemistry, 55: 7879-7885.
- Drach, M., Narkiewicz-Michalek, J., Sienkiewicz, A., Szymula, M. and Bravo-Díaz, C. 2011.** Antioxidative properties of vitamins C and E in micellar systems and in microemulsions. Colloids and Surfaces A. Physicochemical and Engineering Aspects, 37: 79-85.
- Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R. 1997.** Pearson Chemical Analysis of Food . Longman Scientific and Technical, 609-634
- Eskandari, S., Hosseini, H., Hosseini, E. and Shiraei Kasmaei, A. 2013.** Antioxidant and antibacterial effects of parsley extract (*Petroselinum crispum*) on silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during refrigeration. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 8: 165-172
- Farjami, B. and Hosseini, S. V. 2014.** A study on the effect of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on the quality of fish fingers produced from Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). (Text in Persian). 67(4): 599-610
- Gatta, P. P., Pirini, S., Vignda, G. and Monetti, P. G. 2000.** The influence of different levels of dietary vitamin E on sea bass *Dicentrarchus Labray* flesh quality. Aquaculture Nutrition, 6: 47 – 52.
- Gholamzadeh, M., Hosseini, E., Eskandari, S. and Hosseini, H. 2013.** Chemical, microbial and sensory changes of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fish treated with Black cumin (*Nigella sativa L.*) extract during storage at refrigerator. Iranian Scientific Fisheries Journal, 22: 71-84.
- Gram, L. and Dalgaard, P. 2002.** Fish spoilage bacteria — problems and solutions. Current
- Gram, L., and Huss, H.H. 1996.** Microbiological spoilage of fish and fish products. Int J Food Microbiol, 33:121-137.
- Hasani, S. and Alizadeh, E. 2015.** Antioxidant effects of grape pomace on the quality of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during refrigerated storage. International Journal of Food Properties, 18: 1223-1230.

and soybean oil supplementation on antioxidant enzyme activities in liver and muscles of rats. Food and Chemical Toxicology, 46: 3290-3294.

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, 79: 349-355.

Zolfaghari, M., Shabanpoor, B. and Fallahzadeh, S. 2010. Comparison the Effect of Thyme, Onion and *Ziziphora clinopodiodes* extracts on Shelf-life of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Food Science and Technology Research Journal, 6: 121-129.

rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during refrigerated storage. Foods, 1: 28-39.

Rostamzad, H., Shabanpour, B., Kashaninejad, M. and Shabani, A. 2010. Inhibitory impacts of natural antioxidants (ascorbic and citric acid) and vacuum packaging on lipid oxidation in frozen Persian sturgeon fillets. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 9: 279-292.

Shahkar, E., Yun, H., Kim, D. J., Kim, S. K., Lee, B. I. and Bai, S. C. 2015. Effects of dietary vitamin C levels on tissue ascorbic acid concentration, hematology, non-specific immune response and gonad histology in broodstock Japanese eel, *Anguilla japonica*. Aquaculture, 438: 115-121.

Shireen, K. F., Pace, R. D., Mahboob, M. and Khan, A. T. 2008. Effects of dietary vitamin E, C



The effect of using ascorbic acid injection method in the blood vessels and muscles on shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet in the refrigerator storage ($4\pm 1^\circ\text{C}$)

Kosar Souri¹, Seyed Mahdi Ojagh ^{*2}, Moazameh Kordjazi³, SeyedHojat Mirsadeghi⁴

1- M.Sc. Student, Department of Fisheries Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.

2-Associate Prof., Department of Fisheries Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.

3- Assistant Prof., Department of Fisheries Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.

4- Ph.D. Student, Department of Fisheries Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.

Received: 03.07.2016

Accepted: 05.03.2017

*Corresponding author : Mahdi_ojagh@yahoo.com

Abstract:

The effect of ascorbic acid on shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets in the refrigerator based on total microbial load, chemical evaluation was investigated. For this reason, the fish were divided into three groups, including without injections (treatment 1), fish with intravenous injection of ascorbic acid in doses of 0.1 and 0.3% (treatment 2 and 3) and fish with intramuscular injection in doses of 0.1 and 0.3% (treatments 4 and 5). After 62 hours of injection, fish ($400 \pm 10\text{g}$) were caught and filleted, then kept for 16 days in refrigerator. During this period, every 4 days, peroxide value (PV), thiobarbituric acid (TBA), free fatty acids (FFA), total volatile nitrogen base (TVB-N) and total bacterial load (TVC) indicators were measured. Treatments 3 and 5 showed a significant difference ($p \leq 0.05$) in PV, TBA, FFA, TVB-N and TVC indicators in comparison to other treatments. There was also a significant difference between the treatments 3 and 5 ($p \leq 0.05$) in the indicators of the TVC, TBA, FFA and TVB-N that indicated better performance of intravenous injection of ascorbic acid 0.3% after 8 days storage in comparison to intramuscular injection of 0.3%. According to the results, in intramuscular or intravenous injection of different doses of ascorbic acid increased the shelf life of rainbow trout fillet during storage in the refrigerator until day 12.

Keywords: Ascorbic acid, Intramuscular and intravenous injection, Rainbow trout fillet