



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

بهره‌برداری و پرورش آبزیان

جلد چهارم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۴

<http://japu.gau.ac.ir>

اثر تزریق عضلانی ویتامین E بر ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در یخچال (4 ± 1 درجه سانتی‌گراد)

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

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲دانشیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان،

^۳استادیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۴دانشجوی دکتری شیلات، فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۲۶

چکیده

یکی از مهمترین مشکلات نگهداری ماهیان، کوتاه بودن مدت زمان ماندگاری به دلیل وجود اسیدهای چرب غیراشباع بالا می‌باشد. بنابراین با کمک ترکیبات آنتی‌اکسیدان می‌توان مدت ماندگاری ماهی را افزایش داد. هدف از این پژوهش تأثیر ویتامین E به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی بر افزایش ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نگهداری شده در دمای یخچال (4 ± 1 درجه سانتی‌گراد) بود. تیمارها شامل تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (تزریق عضلانی ۰/۱ درصد ویتامین E) و تیمار ۳ (تزریق عضلانی ۰/۳ درصد ویتامین E) بودند؛ پس از گذشت ۶۲ ساعت از زمان تزریق ماهیان صید شده، سپس فیله و در دمای یخچال نگهداری شدند. در یک دوره ۱۶ روزه آزمون‌های شیمیایی (TVN-B، FFA، TBA و PV)، میکروبی (TVC) و آنالیز حسی انجام پذیرفت. اکسیداسیون چربی در هر سه تیمار با گذشت زمان تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) را نشان داد. مقدار FFA هم در همه تیمارها افزایش یافته اما میزان آن در تیمار ۳ کم‌تر بوده و بین تیمارها تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) وجود

*مسئول مکاتبه: Mahdi_ojagh@yahoo.com

داشت. میزان TVC و TVN-B در همه تیمارها تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) را نشان داد و بین تیمارهای مختلف در میزان بار باکتریایی کل تفاوت معنی‌داری دیده نشد؛ همچنین از نظر آنالیز حسی، شاخص‌های بو، رنگ و بافت نتایج تیمار ۳ نسبت به دو تیمار دیگر قابل قبول‌تر بود. با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش تزریق عضلانی ویتامین E به‌عنوان یک نگهدارنده طبیعی، می‌تواند جهت افزایش ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، تزریق عضلانی، ویتامین E، ماندگاری

مقدمه

ماهی یکی از منابع مهم و با ارزش پروتئین، چربی و انرژی به شمار می‌آید (خضری‌احمدآباد و همکاران، ۲۰۱۲)، که به دلیل داشتن پروتئین‌های با قابلیت هضم بالا و همچنین عناصر موردنیاز برای حفظ سلامتی بدن در بین مصرف‌کنندگان از محبوبیت زیادی برخوردار است (خضری‌احمدآباد و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از مهم‌ترین ترکیبات شیمیایی موجود در بدن ماهی با ارزش غذایی بالا، اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه و امگا ۳ که به‌طور عمده DHA و EPA است (لی و همکاران، ۲۰۱۴)، این اسیدهای چرب غیر اشباع به‌شدت مستعد اکسیداسیون هستند (رستم‌زاد و همکاران، ۲۰۰۹). ماهیان چرب مثل ماهی آزاد و قزل‌آلای رنگین‌کمان دارای سطوح بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع می‌باشند که به دلیل اثرات مفید این نوع اسیدهای چرب بر سلامتی انسان، به مصرف آن‌ها توجه می‌شود (ایلماز و همکاران، ۲۰۰۹). اکسیداسیون چربی به‌عنوان یک نقطه بحرانی در طول فرآیند مواد غذایی، توزیع، ذخیره‌سازی و مصرف است، زیرا باعث کاهش کیفیت غذا، پایداری، امنیت و ارزش غذایی می‌شود، لذا روش‌های مختلفی برای افزایش عمر مفید محصولات دریایی از جمله: ذخیره‌سازی در دمای پایین، بسته‌بندی مناسب، لعاب با محلول شیمیایی و آنتی‌اکسیدان‌ها استفاده شده است (لین و لین، ۲۰۰۵؛ وایلدیز و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها در گوشت و محصولات گوشتی می‌تواند باعث کاهش اکسیداسیون چربی شود و کیفیت محصولات و زمان ماندگاری را هم بهبود بخشد (احمدشاد و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به نگرانی‌های موجود در مورد ایمنی و مسمومیت آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، پژوهش‌هایی در ارتباط با ترکیبات آنتی‌اکسیدان‌هایی طبیعی انجام شده است (اگرادی و همکاران، ۲۰۰۹). در سال‌های اخیر استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های

طبیعی در مقابل آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، افزایش یافته است زیرا آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی اثرات بیماری‌زایی دارند (نونزیدی گونزالز و همکاران، ۲۰۰۸؛ ناوینا، سن، وایتیاناتان، بابجی و کوندایاه، ۲۰۰۸). آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مانند اسیدآسکوربیک، آلفاتوکوفرول، عصاره گیاهی مانند مریم‌گلی، رزماری، همچنین عصاره چای در حال حاضر به‌عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی در سیستم غذایی تجاری استفاده می‌شوند (سامارانایاکا و لی چان، ۲۰۱۱). در این پژوهش از آلفاتوکوفرول به‌عنوان آنتی‌اکسیدان استفاده شد. ویتامین E اصطلاح عمومی برای گروهی از مولکول‌های محلول در چربی است که در میان آن‌ها آلفاتوکوفرول دارای بالاترین فعالیت می‌باشد. این میکرو ماده مغذی نقش مهمی در فرایندهای مختلف بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مانند حفاظت از چربی‌های اشباع نشده در برابر اکسیداسیون بازی می‌کند (هامر، ۲۰۱۱). ویتامین E به‌عنوان یکی از مهم‌ترین جاذب‌های رادیکال‌های آزاد، نقش مهمی در جلوگیری از اکسیداسیون و کاهش بالقوه پراکسید چربی بازی می‌کند (مورتنه و همکاران، ۲۰۰۷). فعالیت آنتی‌اکسیدانی توکوفرول‌ها در توانایی آن‌ها در اهدای اتم هیدروژن به رادیکال آزاد چربی و در نتیجه ثبات مرحله انتشار و خاتمه واکنش زنجیره‌ای پراکسیداسیون چربی نسبت داده می‌شود. همچنین آلفاتوکوفرول می‌تواند با فرو نشانیدن فعالیت اکسیژن یگانه از پراکسیداسیون PUFA جلوگیری کند (مورتنه و همکاران، ۲۰۰۷). 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 (گاتا و همکاران، ۲۰۰۰؛ جسور و همکاران، ۲۰۱۱)، غوطه‌وری (جسور و همکاران، ۲۰۱۱؛ شی و همکاران، ۲۰۱۴؛ حسنی و عزیزاده، ۲۰۱۵) و اسپری کردن (جسور و همکاران، ۲۰۱۱) این ترکیبات به فیله ماهی اشاره نمود. از روش‌های دیگری که طی سال‌های اخیر بدان توجه شده است می‌توان به پژوهش تاسکاماسا و همکاران (۲۰۱۳)، اشاره نمود که اقدام به تزریق وریدی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی به ماهی ماکرل ژاپنی نموده و اثر بخشی این روش را مورد تأیید قرار دادند. در این پژوهش به‌عنوان یک رویکرد جدید اقدام به افزایش پتانسیل آنتی‌اکسیدانی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان حیات موجود و به‌صورت تزریق عضلانی گردید. چرا که در صورت افزایش ترکیبات فعال آنتی‌اکسیدان فیله در زمان حیات موجود، دستکاری‌های پس از صید به حداقل رسیده و بنابراین می‌توان افزایش مدت زمان نگهداری پس از صید را انتظار داشت.

مواد و روش‌ها

۱.۲. آماده‌سازی و تیمار نمودن نمونه‌ها: ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن 400 ± 10 گرم از مرکز پرورش ماهی واقع در شهرستان نکا خریداری شد سپس در همان محل عمل تزریق صورت گرفت. ۱۰ عدد ماهی برای هر تیمار از مخزن خارج و تزریق در دو نقطه که یکی به سمت سر و دیگری به سمت دم بود انجام گرفت سپس ماهیان به مخازنی دارای آب تازه منتقل شدند و پس از گذشت ۶۲ ساعت از مخزن صید و سپس در یخچال با دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. به‌منظور آزمایش‌های شیمیایی، میکروبی و آنالیز حسی، آزمایش‌هایی بر روی فیله ماهیان در طی ۱۶ روز و به مدت هر ۴ روز یک بار انجام گردید.

۲.۲. محلول‌سازی آلفاتوکوفرول: محلول ویتامین E از ۱gr ویتامین E قابل حل، در ۱۰ml سرم فیزیولوژی تهیه شد (۱۰۰ میلی‌گرم آلفاتوکوفرول داخل یک کیسول از شرکت دارو پخش ایران) ۰/۱ml از این محلول معادل ۱۰mg ویتامین E است (سالاری و همکاران، ۲۰۱۴).

۳.۲. آزمون‌های شیمیایی: مقدار پراکسید (PV): میزان پراکسید گوشت ماهی به روش ایگان و همکاران (۱۹۹۷) تعیین و به‌صورت میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم بیان شد (ایگان و همکاران، ۱۹۹۷). اسیدتیوباریبوتیک (TBA): برای اندازه‌گیری شاخص اسیدتیوباریبوتیک از روش ایگان و همکاران (۱۹۹۷) استفاده شد. این روش براساس مقادیر تشکیل رنگ صورتی که در واکنش تشکیل می‌شود بنا شده که با اسپکتروفتومتری قابل اندازه‌گیری است. نتایج براساس میلی‌گرم مالونالدهید در کیلوگرم نمونه بیان گردید (ایگان و همکاران، ۱۹۹۷).

هیدرولیز چربی (FFA): جهت تعیین هیدرولیز چربی از روش ایگان و همکاران (۱۹۹۷) استفاده شد. نتایج به‌صورت درصد اولئیک اسید در چربی کل بیان گردید (ایگان و همکاران، ۱۹۹۷).

بازهای نیتروژن فرار (TVB-N): میزان بازهای نیتروژن فرار طبق روش جنون و همکاران (۲۰۰۲) انجام گرفت. برای اندازه‌گیری میزان کل بازهای نیتروژن فرار عصاره عضله ماهی تهیه و بازهای نیتروژن فرار توسط اسید تیترا شدند که مقدار اسید مصرفی مقیاسی از کل بازهای تقطیر شده بود (جنون و همکاران، ۲۰۰۲).

۴.۲. بار باکتریایی نمونه‌ها: با هموژن کردن ۱۰ گرم نمونه در ۹۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۹ درصد کلرید سدیم در شرایط استریل آغاز شد. از این محلول جهت تهیه رقت‌های متوالی استفاده شد. سپس با ریختن محیط کشت آگار بر پلیت‌های استریل، باکتری‌های موردنظر 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 لگاریتم cfu در گرم بافت بیان گردید (پزشک و همکاران، ۲۰۱۲).

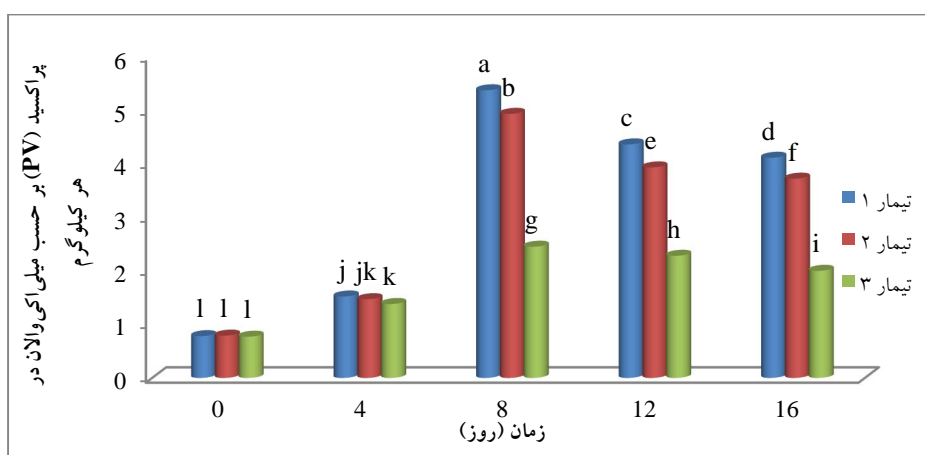
۵.۲. آنالیز حسی: ارزیابی حسی نمونه‌ها طبق روش هاوگارت و همکاران (۱۹۹۹)، در هر دوره زمانی نمونه‌برداری به وسیله ۱۶ نفر فرد آموزش دیده از نظر شاخص‌های حسی مطابق با طرح درجه‌بندی انجمن اروپا (EC) درجه‌بندی شدند بافت، رنگ و بو در چهار درجه کیفی ارزیابی شدند. در طرح درجه‌بندی EC به کیفیت عالی (E)، کیفیت مناسب (A)، کیفیت خوب (B)، کیفیت بد (C)، به ترتیب نمرات ۴، ۳، ۲ و ۱ اختصاص داده شد. نمره ۳ به عنوان حد قابل قبول برای مصارف انسانی در نظر گرفته شد (هاوگارت و همکاران، ۱۹۹۲).

۶.۲. تجزیه و تحلیل آماری: به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی به دست آمده از آزمایش‌های شیمیایی، میکروبی و حسی 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 درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. برای آنالیز داده‌های حسی از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال والیس و مان-ویتنی‌یو استفاده شد.

نتایج

نتایج مقادیر پراکسید تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در شکل ۱ مشاهده می‌شود. 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. در روز صفر نگهداری، در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری ($P \geq 0/05$) مشاهده نشد. در روز ۴ نگهداری، در بین تیمار شاهد و تیمار ۰/۱ درصد ویتامین E و بین تیمار ۰/۱ و ۰/۳ درصد ویتامین E تزریق عضلانی تفاوت معنی‌داری

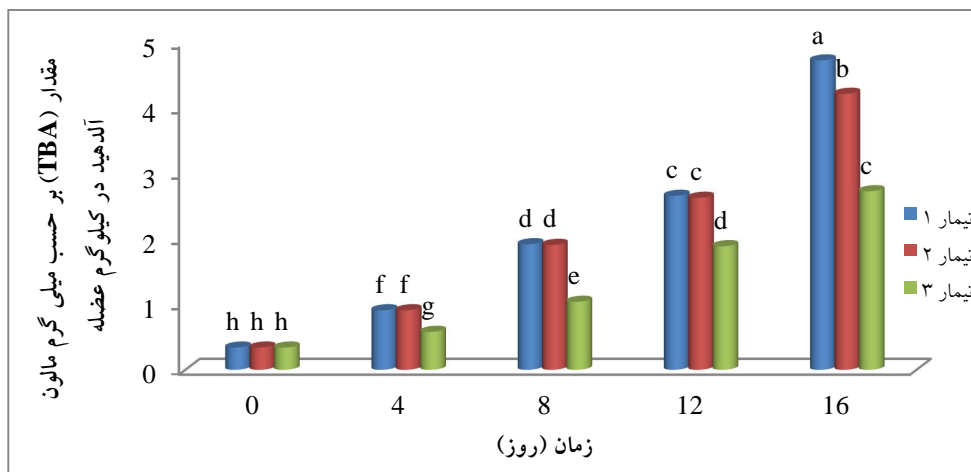
دیده نشد اما بین تیمار شاهد و تیمار ۰/۳ ویتامین E تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) نشان داده شد. در سایر زمان‌ها در بین تمام تیمارها اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/05$) مشاهده شد. همان‌طور که نتایج نشان داد تیمار ۳ دارای کم‌ترین میزان PV بود.



شکل ۱- تغییرات پراکسید در طی زمان.

تیمار ۱- شاهد، تیمار ۲- تزریق عضلانی ۰/۱ درصد ویتامین E و تیمار ۳- تزریق عضلانی ۰/۳ درصد ویتامین E داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-l) حروف متفاوت در نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.

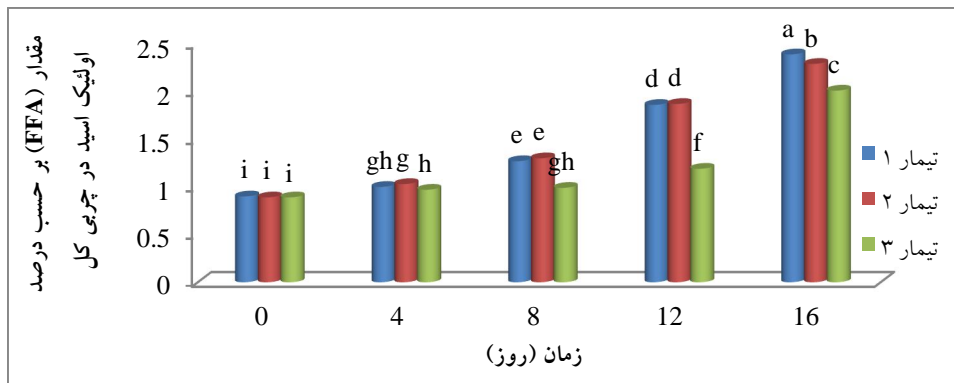
نتایج مقادیر TBA تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در شکل ۲ مشاهده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار TBA در تمام تیمارها در تمام زمان‌ها، افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/05$) را نشان داد. در روز صفر نگهداری در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری ($P \geq 0/05$) دیده نشد اما در روزهای ۴، ۸ و ۱۲ نگهداری، در بین تیمارهای ۱ و ۲ اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/05$) با تیمار ۳ مشاهده شد و در روز ۱۶ نگهداری همه تیمارها اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/05$) در میزان TBA با یکدیگر داشتند. بیشترین افزایش مقدار TBA مربوط به تیمار شاهد بود و کمترین میزان افزایش TBA مربوط به تیمار ۰/۳ درصد می‌باشد.



شکل ۲- تغییرات تیوباریوتیک‌اسید در طی زمان.

تیمار ۱- شاهد، تیمار ۲- تزریق عضلانی ۰/۱ درصد ویتامین E و تیمار ۳- تزریق عضلانی ۰/۳ درصد ویتامین E. داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-h) حروف متفاوت در نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.

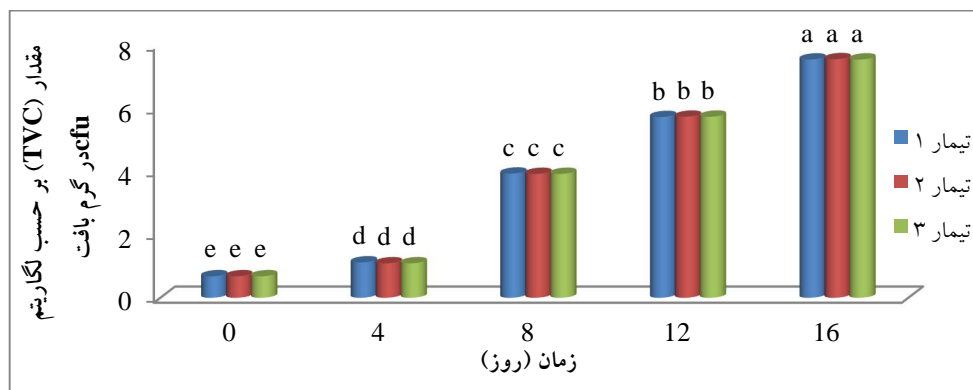
نتایج مقادیر FFA تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در شکل ۳ مشاهده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار FFA در طول زمان نگهداری در تمام تیمارها افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/05$) داشت. در روز صفر نگهداری در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری ($P \geq 0/05$) دیده نشد و در روز ۴ نگهداری بین تیمار ۱ با تیمار ۲ و ۳ تفاوت معنی‌داری ($P \geq 0/05$) دیده نشد و همچنین در روزهای ۸ و ۱۶ نگهداری، تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) بین تیمار ۱ و ۲ با تیمار ۳ در مقدار FFA مشاهده گردید. در روز ۱۶ نگهداری تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) بین هر سه تیمار مشاهده شد.



شکل ۳- تغییرات اسیدهای چرب آزاد در طی زمان.

تیمار ۱- شاهد، تیمار ۲- تزریق عضلانی ۰/۱ درصد ویتامین E و تیمار ۳- تزریق عضلانی ۰/۳ درصد ویتامین E. داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-i) حروف متفاوت در نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.

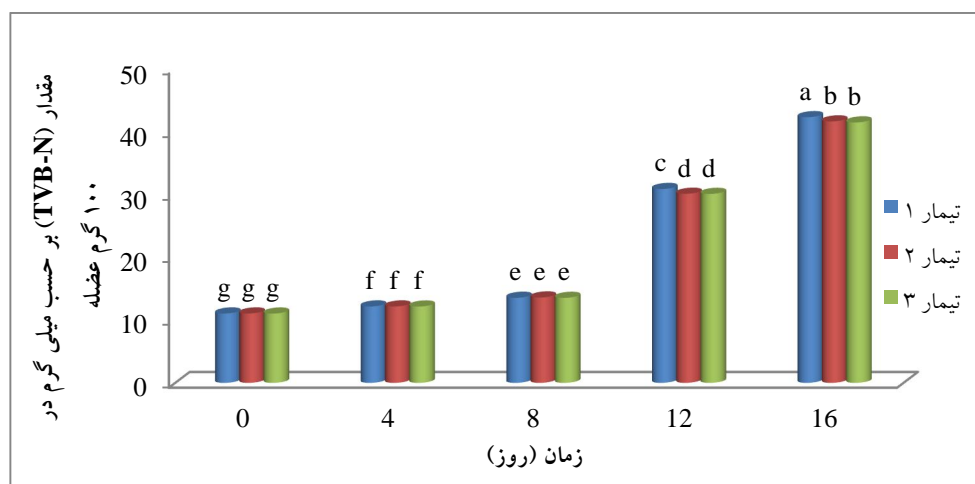
نتایج میزان بار باکتریایی کل تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در شکل ۴ مشاهده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان بار باکتریایی کل در همه زمان‌ها و تیمارها افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/05$) داشت. در حالی‌که در تیمارهای مختلف هر یک از زمان‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری ($P \geq 0/05$) مشاهده نگردید.



شکل ۴- تغییرات بار باکتریایی کل در طی زمان.

تیمار ۱- شاهد، تیمار ۲- تزریق عضلانی ۰/۱ درصد ویتامین E و تیمار ۳- تزریق عضلانی ۰/۳ درصد ویتامین E. داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a - e) حروف متفاوت در نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.

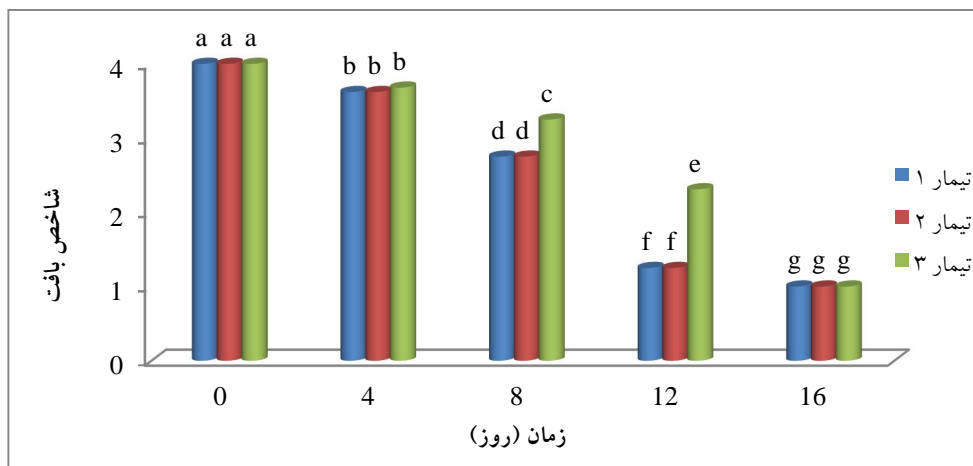
نتایج مقادیر TVB-N تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در شکل ۵ مشاهده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تمام تیمارها در طول نگهداری میزان TVB-N افزایش یافت، در روزهای صفر، ۴ و ۸ نگهداری در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری ($P \geq 0/05$) دیده نشد و در روزهای ۱۲ و ۱۶ نگهداری بین تیمار ۱ با تیمارهای ۲ و ۳ در میزان TVB-N تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) مشاهده گردید.



شکل ۵- تغییرات بازهای نیتروژن فرار در طی زمان.

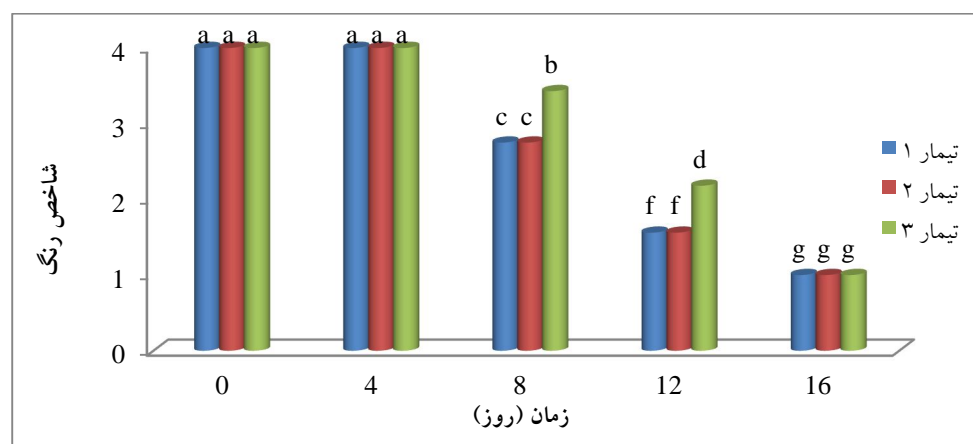
تیمار ۱- شاهد، تیمار ۲- تزریق عضلانی ۰/۱ درصد ویتامین E و تیمار ۳- تزریق عضلانی ۰/۳ درصد ویتامین E. داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-g) حروف متفاوت در نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.

نتایج ارزیابی حسی تیمارهای مختلف طی نگهداری در یخچال در شکل ۶ مشاهده می‌شود. ارزیابی حسی نمونه‌ها با سه مشخصه بافت، بو و رنگ فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان صورت گرفت به‌طور کلی طبق نتایج به‌دست آمده در همه مشخصات تا روز ۴ نگهداری قابلیت استفاده در همه تیمارها دیده شد اما در روز ۸ فقط تیمار ۳ قابلیت مصرف را دارا بود و تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) با سایر تیمارها نشان داد و با افزایش زمان نگهداری در تمامی تیمارها شاخص‌ها افت کرده و قابلیت مصرف نداشتند.



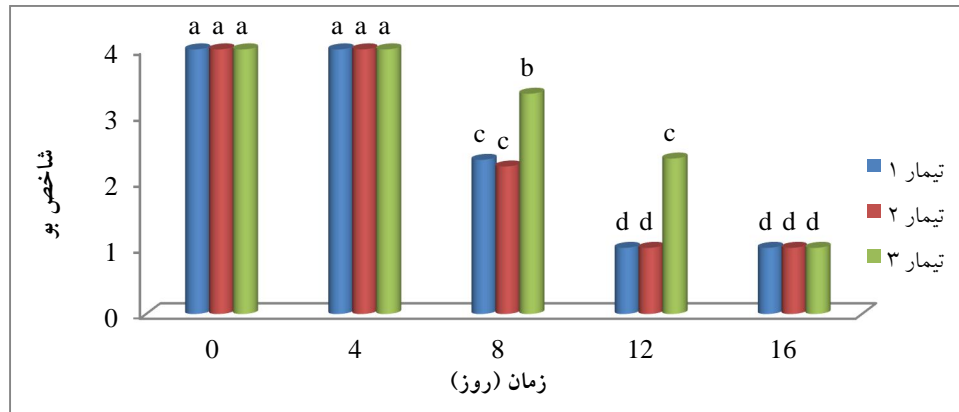
شکل ۶- تغییرات شاخص بافت.

تیمار ۱- شاهد، تیمار ۲- تزریق عضلانی ۰/۱ درصد ویتامین E و تیمار ۳- تزریق عضلانی ۰/۳ درصد ویتامین E. داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.



شکل ۷- تغییرات شاخص رنگ.

تیمار ۱- شاهد، تیمار ۲- تزریق عضلانی ۰/۱ درصد ویتامین E و تیمار ۳- تزریق عضلانی ۰/۳ درصد ویتامین E. داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.



شکل ۸- تغییرات شاخص بو.

تیمار ۱- شاهد، تیمار ۲- تزریق عضلانی ۰/۱ درصد ویتامین E و تیمار ۳- تزریق عضلانی ۰/۳ درصد ویتامین E. داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. (a - d) حروف متفاوت در نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

میزان پراکسید شاخص اکسیداسیون لیپیدها بوده و جهت اندازه‌گیری محصولات اولیه اکسیداسیون یعنی هیدروپراکسیدها به کار می‌رود. در مرحله اول اکسیداسیون، به وسیله اتصال اکسیژن به باند دوگانه اسیدهای چرب اشباع، هیدروپراکسیدها تشکیل می‌شوند (لی و همکاران، ۲۰۰۴). از آنجا که پراکسیدها ترکیبات بدون طعم و بو هستند، نمی‌توانند به وسیله مصرف‌کنندگان تشخیص داده شوند ولی این ترکیبات سبب به وجود آمدن ترکیبات ثانویه مثل آلدئیدها و کتون‌ها می‌شوند که سبب بد شدن بو و طعم می‌شوند (اوزیورت و همکاران، ۲۰۰۹). میزان پراکسید در زمان صفر در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و از روز چهارم بین تیمار ۳ با تیمار ۱ اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/05$) مشاهده شد، همچنین از روز ۸ به بعد بین هر سه تیمار تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) دیده شد؛ با گذشت زمان میزان PV تا روز ۸ نگهداری برای همه تیمارها به طور معنی‌داری ($P \leq 0/05$) افزایش یافت و پس از آن میزان پراکسید در تیمارها روند کاهشی را نشان داد که این امر ممکن است به دلیل واکنش‌های ثانویه اکسیداسیون و تولید ترکیبات کربونیلی نظیر اسیداستالدهید، پروپیونالدهید و استن و اسیدهای چرب فرار نظیر اسیدکاپروئیک، اسید پروپیونیک و گازهای فرار باشد (ویدیا و سربکار، ۱۹۹۶). طبق نتایج این پژوهش میزان پراکسید در تیمارهای تزریق شده با ویتامین E نسبت به

تیمار شاهد کمتر بود که این موضوع احتمالاً به دلیل بالا بودن توانایی آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های تزریق شده در نتیجه فعالیت آنتی‌اکسیدانی ویتامین E می‌باشد. در مطالعات محققان دیگر هم که از ترکیباتی با خواص آنتی‌اکسیدانی به شکل‌های متفاوت مانند غوطه‌وری، اسپری کردن و غیره جهت افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی استفاده نمودند، میزان شاخص PV در طی زمان نگهداری با افزایش کم‌تری همراه بود (اسکندری و همکاران، ۲۰۱۳؛ غلامزاده و همکاران، ۲۰۱۳؛ ال بندک و همکاران، ۲۰۰۹؛ حسنی و علیزاده، ۲۰۱۵)

فرآورده‌های اولیه اکسیداسیون چربی‌ها هیدروپراکسیدها هستند که ترکیباتی ناپایدارند و نقشی در طعم نامطلوب ماهی ندارند. هیدروپراکسیدها پس از شکستن، موادی نظیر آلدئیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، هیدروکربن‌ها، استرها، فوران‌ها و لاکتون‌ها را ایجاد می‌کنند (برمنز، ۲۰۰۲). مقدار TBA در تمام تیمارها در تمام زمان‌ها، افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/05$) را نشان داد. در روز صفر نگهداری در بین تمام تیمارها اختلاف معنی‌داری ($P \geq 0/05$) دیده نشد، همچنین در بین تیمارهای ۱ و ۲ تا روز ۱۲ نگهداری اختلاف معنی‌داری ($P \geq 0/05$) دیده نشد و تنها در روز ۱۶ دارای اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/05$) بودند. معمولاً میزان ۱-۲ mgMDA/kg به عنوان حد قابل قبول TBA در نظر گرفته می‌شود که طبق نتایج این پژوهش برای تیمار ۱ و ۲ تا روز ۸ و برای تیمار ۳ تا روز ۱۲ نگهداری در حد قابل قبول می‌باشد. بیش‌ترین میزان TBA در تیمار شاهد مشاهده شد و این میزان برای تیمارهای حاوی ویتامین E و به‌ویژه تیمار حاوی ۰/۳ درصد ویتامین E تزریق شده کمتر بود. کمتر بودن میزان TBA در نمونه‌های تزریق شده با ویتامین E را شاید بتوان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی ویتامین E نسبت داد چرا که عنوان شده ویتامین E دارای خاصیت فرونشاندن اکسیژن یگانه و اهدای اتم هیدروژن به رادیکال آزاد می‌باشد که بدین ترتیب قادر به مهار واکنش‌های آغازین و انتشار اکسیداسیون چربی می‌باشد (مورتنه و همکاران، ۲۰۰۹). بررسی مطالعات مختلف که از آنتی‌اکسیدان‌های گوناگون مانند عصاره‌های مرزنجوش، انگور، رزماری، اسانس رزماری و ویتامین E جهت بالا بردن خواص آنتی‌اکسیدانی استفاده نموده‌اند که حاکی از مؤثر بودن این ترکیبات و متعاقباً بالا رفتن مدت ماندگاری محصولات مورد مطالعه بوده است که این موضوع با ارزیابی میزان TBA و مقایسه با تیمارهای فاقد آنتی‌اکسیدان در طول زمان نگهداری گزارش شده است (سهیل‌نقشی و همکاران، ۲۰۱۵؛ جسور و همکاران، ۲۰۱۱؛ ال بندک و همکاران، ۲۰۰۹؛ کان و همکاران، ۲۰۱۴؛ حسنی و علیزاده، ۲۰۱۵).

مقدار اسیدهای چرب آزاد به‌طور مستقیم اثر منفی بر طعم گوشت ماهی دارد و عنوان شده است که تشکیل اسیدهای چرب آزاد سبب تشدید پدیده اکسیداسیون چربی‌ها در ماهی می‌گردد. به‌طور کلی اسیدهای چرب آزاد سریع‌تر از اسیدهای چرب استریفته شده، اکسیده می‌شوند مخصوصاً وقتی آنزیم‌هایی نظیر لیپوکسیژنازها در بافت نیخته وجود داشته باشند. از طرفی واکنش اسیدهای چرب آزاد با پروتئین‌های گوشت سبب سفتی بافت و کاهش قابلیت پذیرش آن از طرف مصرف‌کننده می‌گردد (لوسادا و همکاران، ۲۰۰۴). همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود مقدار FFA در طول زمان نگهداری در تمام تیمارها افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/05$) داشت. در روز صفر نگهداری در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری ($P \geq 0/05$) دیده نشد و در طی سایر زمان‌های نگهداری بین تیمارهای مختلف از نظر میزان اسیدهای چرب آزاد تفاوت‌هایی مشاهده شد، همچنین در روز ۱۶ نگهداری تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) بین هر سه تیمار مشاهده شد. مطابق با مطالعه حاضر در مطالعه جسور و همکاران (۲۰۱۱)، که به بررسی اثر ویتامین E از طریق تغذیه به ماهی و اسپری بر فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرداختند، مشاهده شد که میزان FFA در تمام تیمارها روند افزایشی داشت ولی این روند در تیمارهای حاوی ویتامین E در مقایسه با تیمارهای فاقد ویتامین E به شکل قابل ملاحظه‌ای کمتر بود. سایر محققان نیز به اثر بخش بودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در کاهش میزان اسیدهای چرب آزاد اشاره نموده‌اند (شعبانپور و همکاران، ۲۰۱۲؛ اسکندری و همکاران، ۲۰۱۳؛ اپریا دی‌ابرو و همکاران، ۲۰۱۱). حداکثر میزان قابل قبول شمارش کلی باکترهای هوازی مزوفیل، برای ماهیان آب شیرین توسط کمیته بین‌المللی ویژگی‌های میکروبی غذاها $7 \log \text{CFU/g}$ بیان شده است (اسکندری و همکاران، ۲۰۱۳). مطابق شکل ۴ میزان شمارش کل باکتری‌ها در همه تیمارها با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0/05$) افزایش یافت. در حالی که در تیمارهای مختلف هر یک از زمان‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری ($P \geq 0/05$) مشاهده نشد. به‌طور کلی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی (عصاره سیاه‌دانه، آویشن و سیر) علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارای خاصیت ضدباکتریایی نیز می‌باشند (شعبانپور و همکاران، ۲۰۱۲؛ اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۳؛ غلامزاده و همکاران، ۲۰۱۳۱۳۹۲؛ ال‌بندک و همکاران، ۲۰۰۹)، اما با توجه با نتایج این پژوهش فعالیت ضد میکروبی برای ویتامین E مشاهده نشد که با تحقیق گوواریس و همکاران (۲۰۰۷)، مطابقت دارد.

مجموعه بازهای نیتروژن فرار TVB-N به‌طور عمده متشکل از تری‌متیل‌آمین، دی‌متیل‌آمین، آمونیاک و سایر ترکیبات نیتروژنی فرار مرتبط با فساد غذاهای دریایی می‌باشد که به‌ترتیب توسط

باکتری‌های مولد فساد، آنزیم اتولیتیک، دامیناسیون اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها تولید می‌گردند و یکی از نشانگرهای اصلی تخریب و تجزیه پروتئین گوشت ماهی محسوب می‌شود. میزان TVB-N به میزان باکتری و در نتیجه به تخریب آنزیمی باکتریایی وابسته است (فان و همکاران، ۲۰۰۹). حداکثر میزان قابل قبول بازهای نیتروژن فرار ۲۵ گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی اعلام شده است (خیمنز و همکاران، ۲۰۰۲؛ اجاق و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج بررسی تغییرات TVB-N نشان داد که در تمام تیمارها در طول نگهداری میزان TVB-N افزایش یافت، در روزهای صفر، ۴ و ۸ نگهداری در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری ($P \geq 0/05$) دیده نشد اما در روزهای ۱۲ و ۱۶ نگهداری بین تیمار ۱ با تیمارهای ۲ و ۳ در میزان TVB-N تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) مشاهده گردید. همان‌طور که در نمودار ۵ مشاهده می‌شود در روز ۱۲ نگهداری میزان TVB-N برای همه تیمارها از مرز محدودیت گذشت که شاید بتوان علت این موضوع را در ارتباط بین میزان بازهای ازته فرار و بارباکتریایی دانست به‌طوری که در نمودار ۴ نیز مشاهده می‌شود تعداد باکتری‌های کل همه نمونه‌های بررسی شده از روز ۸ نگهداری به‌طور ناگهانی از حدود تعداد $3/93 \log \text{CFU/g}$ به میزان $5/73 \log \text{CFU/g}$ در روز ۱۲ و بیش از $7/54 \log \text{CFU/g}$ در روز ۱۶ نگهداری برای همه تیمارها افزایش یافت و عدم تفاوت بین تیمارها با نمونه شاهد نیز به نوعی می‌تواند بیانگر عدم فعالیت آنتی‌باکتریایی ویتامین E باشد. نتایج مطالعه گواریس و همکاران (۲۰۰۷)، نیز بیانگر عدم فعالیت آنتی‌باکتریایی ویتامین E بوده است.

ارزیابی حسی متداول‌ترین روش برای تعیین تازگی ماهی می‌باشد. زیرا این روش ساده، سریع و ارزان است و دستیابی با اطلاعات کیفی محصول به سرعت میسر می‌باشد. ویژگی‌های حسی ماهی، توسط مصرف‌کننده قابل رویت است و بر انتخاب مصرف‌کننده تأثیرگذار است (سلام و همکاران، ۲۰۰۷). ارزیابی حسی نمونه‌ها با سه مشخصه بافت، بو و رنگ فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان صورت گرفت به‌طور کلی طبق نتایج به‌دست آمده در همه مشخصات تا روز ۴ نگهداری قابلیت استفاده در همه تیمارها دیده شد اما در روز ۸ فقط تیمار ۳ قابلیت مصرف را دارا بود و تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) با سایر تیمارها نشان داد و از روز ۸ به بعد در تمامی تیمارها شاخص‌ها افت کرده و قابلیت مصرف نداشتند. مطابق بررسی‌های انجام شده در این مطالعه حداکثر قابلیت مصرف برای تیمار شاهد و تیمار ۰/۱ درصد تزریق عضلانی ویتامین E در روزهای صفر و ۴ نگهداری و برای تیمار ۰/۳ درصد تزریق عضلانی ویتامین E تا روز ۸ نگهداری که برای مصرف انسانی مناسب بود که نشان‌دهنده

افزایش ۴ روز نگهداری برای مصرف فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان در مقایسه با دیگر تیمارها می‌باشد. با افزایش دوز ویتامین E شاخص‌های حسی از نتایج بهتری برخوردار بودند که با مطالعه طلوعی و همکاران (۲۰۱۳)، هم‌خوانی دارد.

به‌طور کلی یافته‌های این پژوهش بیانگر آن بود که تزریق ویتامین E در طی حیات موجود قادر به افزایش پتانسیل آنتی‌اکسیدانی فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد. در میان تیمار ۰/۱ و ۰/۳ درصد تزریق ویتامین E بهترین عملکرد را تیمار ۰/۳ درصد ویتامین E داشت که منجر به افزایش زمان نگهداری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مطالعه حاضر شد این امر به شکل کاهش مقادیر پراکسید، تیوباریوتیک‌اسید، بازهای نیتروژن‌فرار و اسیدهای چرب مشاهده شد؛ و همچنین در بهبود ویژگی‌های حسی نیز اثرگذار بود.

منابع

1. Pereira de Abreu, D., Maroto, J., Roderiguez, K.V., and Cruz, J.M. 2011. Antioxidant from barley husks impregnated in film of low-density polyethylene and their effect over lipid deterioration of frozen cod (*Gadus mohua*). Journal of the Science of Food and Agriculture. 92: 427-432.
2. 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.
3. Al-Bandak, G., Tsironi, T., and Taoukis, P., and Oreopoulou, V. 2009. Antimicrobial and antioxidant activity of *Majorana syriaca* in Yellowfin tuna. International Journal of Food Science and Technology. 44: 373-379.
4. Can, O., Sahin, S., and Yalcin, A.H. 2014. Rosemary oil with decontamination of Horse mackerel (*Trachurus trachurus L. 1758*) and detection of shelf life. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 20: 1054-1060.
5. Egan, H., and Kirk, R.S. 1997. Sawyer R. Pearson Chemical Analysis of Food. Longman Scientific and Technical. 609-634.
6. 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 and Food Technology. 8: 165-172. (Translated in Persian)
7. Etemadi, H., Rezaei, M., and Ziaei, M.A. 2013. The Antioxidant and Antibacterial effects of *Allium Sativum* extract on persistence time of rainbow trout fish in cold storage condition. Exploitation and aquaculture. 2: 15-32.

8. 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 labrax* flesh quality. *Aquaculture Nutrition*. 6: 47-52.
9. 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. (In Persian)
10. Govaris, A., Florou-Paneri, P., Botsoglou, E., Giannenas, I., Amvrosiadis, I., and Botsoglou, N. 2007. The inhibitory potential of feed supplementation with rosemary and/or α -tocopheryl acetate on microbial growth and lipid oxidation of turkey breast during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*. 40: 331-337.
11. 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.
12. Hosseini-pour, S.H., Peyghambari, S.Y., and Rostamzad, H. 2012. Comparison of olive leaf extract and BHT antioxidant on the shelf life of Rainbow trout fish (*Oncorhynchus mykiss*) in cold storage at 4 ± 1 . *Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 4: 63-67. (In Persian)
13. Howgate, P., Johnston, A., and Whittle, K.J. 1999. West European Fish Technologists' Association. Multilingual guide to EC freshness grades for fishery products.
14. Iglesias, J., Pazos, M., Torres, J.L., and Medina, I. 2012. Antioxidant mechanism of grape procyanidins in muscle tissues: Redox interactions with endogenous ascorbic acid and α -tocopherol. *Food chemistry*. 134: 1767-1774.
15. Jasour, M.S., Rahimabadi, E.Z., Ehsani, A., Rahnema, M., and Arshadi, A. 2011. Effects of refrigerated storage on fillet lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) supplemented by α -tocopheryl acetate through diet and direct addition after slaughtering. *Journal of Food Process Technology*. 2: 1-5.
16. 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.
17. 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. (Translated in Persian)
18. Li, J., Liang, X.F., Tan, Q., Yuan, X., Liu, L., Zhou, Y., and Li, B. 2014. Effects of vitamin E on growth performance and antioxidant status in juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idellus*. *Aquaculture*. 430: 21-27.

19. Mourente, G., Bell, J.G., and Tocher, D.R. 2007. Does dietary tocopherol level affect fatty acid metabolism in fish? *Fish Physiology and Biochemistry*. 33: 269-280.
20. Noori, H.A.Z., Hosseinipour, S.H., and Ojagh, S.M. 2013. Comparison of efficacy of nettle leaf extract (*Urtica dioica*) and BHT antioxidant on shelf life on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during refrigerated storage $4\pm 1^{\circ}$ C. *Journal fisher since technology*. 30: 75 – 87. (In Persian)
21. O'Grady, M.N., Kerry, J.P., and Ledard, 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.
22. 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.
23. Ojagh, S.M., Sahari, M.H., and Rezaei, M. 2005. The effects of natural antioxidants on the quality common kilka fish (*Clupeonella cultriventris caspia*) during stored in ice, *Iranian Journal of Marine Science*. 3: 1-7. (Translated in Persian)
24. Pezeshk, S., Rezaei, M., Rashedi, H., and Hosseini, H. 2012. Investigation of antibacterial and antioxidant activity of turmeric extract (*Curcuma Longa*) on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in vitro. *Journal fisher since technology*. 35: 77– 78. (In Persian)
25. Rostamzad, H., Shabanpour, B., Kashaninejad, A., and Shabani, A. 2009. Inhibitory impacts of natural antioxidant (ascorbic and citric acid) and vacuum packaging and lipid oxidation in frozen Persian sturgeon fillets. *Iranian Journal of Fisheries sciences*. 9: 279-292.
26. Salary, J., Sahebi-Ala, F., Kalantar, M., and Matin, H.R.H. 2014. Inovo injection of vitamin E on post-hatch immunological parameters and broiler chicken performance. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 4: 616-619.
27. Sallam, K.H., Ahmed, A.M., Elguzzar, M.M., and Eldaly, E.A. 2007. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific Saury (*Cololabis saira*) during vacuum – packaged storage at 4C. *Food Chemistry*. 102: 1061-1070.
28. Sallam, Kh., Ishioroshi, I.M., and Sanejima, K. 2004. Antioxidant and antimicrobial effect of garlic in chicken sausage. *Lembensm– Wiss Technology*. 37: 849-559.
29. Samaranayaka, A.G., and Li-Chan, E.C. 2011. Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications. *Journal of functional foods*. 3: 229-254.
30. Shabanpoor, B., Zolfaghari, S., and Alipoor, G.H. 2012. Effect of extract of *Zataria multiflora* boiss on shelf – life of salted vacuum packaged Rainbow

- Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in refrigerator condition: microbial. Chemical and sensory attributes assessment. Journal fisher since technology. 33: 1–11. (In Persian)
31. Shi, C., Cui, J., Yin, X., Luo, Y., and Zhou, Z. 2014. Grape seed and clove bud extracts as natural antioxidants in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during chilled storage: Effect on lipid and protein oxidation. Food Control. 40: 134-139.
32. Sohail Naghshi, P., Ershad Langroudi, H., Kouchakian Sabour, A. 2015. The effect of Rosemary extract on fat quality of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during maintenance in ice, Journal of Aquatic Ecology. 5: 121-126. (In Persian)
33. Tolouie, H., Nia, J.M., Shakibi, A., and Jalaliani, H. 2013. Effects of Chitosan Enriched with a-Tocopherol Coating on Trout Quality and Shelf life during Refrigerated Storage. Reef Resources Assessment and Management Technical Paper. 38: 497– 509.
34. Tsukamasa, Y., Kato, K., Roy, B.Ch., Ishibashi, Y., Kobuyashi, T., Itoh, T., and Ando, M. 2013. Novel method for improving the antioxidative properties of fish meat by direct injection of sodium L- ascorbate in to the blood vessel of live fish. Journal food science and technology. 79: 349– 355.
35. 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. (In Persian)