بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد پنجم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۵
http://japu.gau.ac.ir

اثر جیره غذایی حاوی آستاگزانتین بر کیفیت و ماندگاری گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در یخچال

شهلا علیزاده[۱]، *سید مهدی اجاق[۲]، علیرضا عالیشاهی[۲] و سید حجت میرصادقی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد شیلات، 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]دانشجوی دکتری شیلات، فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/٦/٤؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۲۰

چکیده

در این مطالعه اثر جیره غذایی حاوی آستاگزانتین بر کیفیت و ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌مدت ۸ هفته در شرایط یخچال، مورد بررسی قرار گرفت. غلظت آستاگزانتین مورد استفاده ٤۰، ٦۰، ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم غذای مصرفی به‌مدت ٦۰ روز بوده است. روند تغییرات و مقایسه کیفیت نمونه‌ها، با استفاده از شاخص‌های شیمیایی و رنگ‌سنجی (*b، *a، *L) در ۵ نوبت با فاصله زمانی هر ٤ روز یکبار (١٦، ۱۲، ۸، ٤، ۰) صورت پذیرفت. نتایج پژوهش نشان داد استفاده از بالاترین مقادیر آستاگزانتین (۱۰۰ میلی‌گرم) در جیره غذایی با کاهش مقدار PH، PV، TBA، FFA سبب بهبود وضعیت کیفی گوشت در حداکثر زمان نگهداری به‌دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات گردید. به‌طوری که اثر آنتی‌اکسیدان و زمان دارای رابطه معنی‌داری بوده است. (P<۰/۰۵) همچنین بر اساس شاخص رنگ‌سنجی می‌توان استفاده از بالاترین مقادیر آستاگزانتین را برای استفاده در جیره غذایی این ماهی پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: آستاگزانتین، کیفیت ماندگاری، قزل‌آلا رنگین‌کمان

*مسئول مکاتبه: Mahdi_ojagh@yahoo.com

مقدمه

تولیدات آبزی پروری در سطح جهانی از یک میلیون تن در سال ۱۹۵۰ به ٦٦/٦ میلیون تن در سال ۲۰۱۲ افزایش یافته است؛ در سال ۲۰۱۲ آبزی پروری ٤٢/١٥ درصد از کل تولیدات ماهی را به خود اختصاص داد (فائو، ٢٠١٤). کشور ما نیز در این سال‌ها روند رو به رشدی در این زمینه به خود دیده است، به نحوی که میزان تولید ماهی قزل‌آلا (*Oncorhynchus mykiss*) در کشور از ٤٤٠ تن در سال ١٣٦٨ به حدود ١٣١/٠٠٠ تن در سال ١٣٩١ رسیده است (سالنامه آماری شیلات ایران، ١٣٩٢). این ارقام نشان‌دهنده افزایش میزان مصرف این ماهی در طول ۲۵ سال اخیر می‌باشد. گوشت ماهی در تأمین مواد پروتئینی موردنیاز جوامع بشری سهم بسزایی دارد و این منبع پروتئینی از نظر اسیدهای آمینه ضروری غنی بوده و در دسته پروتئین‌های غنی رتبه‌بندی می‌شود؛ همچنین به لحاظ وجود اسیدهای چرب ضروری مانند اسیدهای چرب غیراشباع n-3 که نقش آن‌ها در کاهش کلسترول خون و تکامل بافت مغز ثابت گردیده است و نیز انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی موجود در آن نقش مهمی در تأمین سلامتی انسان ایفا می‌کند (مرادی، ۲۰۱۲؛ به نقل از کووینند لی، ۲۰۰۸).

کیفیت گوشت ماهی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع تغذیه و ترکیب غذای مصرفی آن می‌باشد. بنابراین لازم است نوع عناصر خوراکی مصرفی در جیره ماهیان پرورشی از کیفیتی مطلوب برخوردار باشند تا ضمن تأمین نیازهای غذایی ماهی بر کیفیت گوشت آن نیز اثر مثبت داشته باشند. ماهی و دیگر غذاهای دریایی به‌طور نسبی دارای مقادیر بالایی از عناصر غذایی مختلف شامل پروتئین، چربی (به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع (n–۳)، ویتامین، کلسیم، فسفر، سلنیوم و ید می‌باشند که یکی از عوامل تأثیرگذار اصلی روی عناصر غذایی موجود در بافت ماهی، نوع تغذیه آن می‌باشد. تغذیه با ترکیبات مختلف رژیم غذایی اثرات متفاوتی روی سایر خصوصیات کیفی گوشت ماهی دارد و اثر ترکیبات عناصر غذایی (چربی، پروتئین، رنگدانه‌ها و ...) بر کیفیت گوشت ماهیان ثابت شده است (مردای، ۲۰۱۲).

رنگدانه کاروتنوئیدی آستاگزانتین در گروهی از جانوران و گیاهان دریایی یافت می‌گردد. آستاگزانتین کاربردهای مهمی در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی دارد و با حذف رادیکال‌های آزاد از قبیل اتم‌های منفرد اکسیژن از اکسیده شدن چربی‌ها در نتیجه اثرات زیان بار کلسترول LDL، اکسیده شدن غشای سلولی، سلول‌ها و بافت‌ها جلوگیری می‌کند (صابری و همکاران، ٢٠٠٦).

تغذیه مناسب نه تنها کیفیت گوشت ماهی را از لحاظ ویژگی‌های حسی، ترکیبات شیمیایی و ... در سطح مطلوب قرار می‌دهد و در مراحل فرآوری آن، خصوصیات مطلوب در فرآورده ایجاد می‌کند بلکه از لحاظ انتظارات مصرف کننده و تأمین مواد مغذی موردنیاز آن‌ها نیز در سطح مطلوبی قرار می‌گیرد (مرادی، ۲۰۱۲).

بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد تأثیرات رنگدانه‌ها در کیفیت گوشت نیز مورد توجه محققان مختلف قرار گرفته است، به‌طوری که (پرنلی و همکاران، ۲۰۱٤) اثر غذایی آستاگزانتین غنی شده با مخمر *Fafila rodozima* بر کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی تأیید نمودند. همچنین (صابری و همکاران، ۲۰۰٦) و (مرادی، ۲۰۱۲) اثر رنگدانه‌های کارتنوئید را در افزایش کیفیت گوشت میگو و ماهی از طریق بهبود رنگ گوشت و همچنین حذف رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از اکسیداسیون چربی نشان دادند. (وانگ و همکاران، ۲۰۰٦) نشان دادند که بتاکاروتن، باعث افزایش رنگدانه در پوست و گوشت ماهی و در نهایت باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسیداز و پراکسیداز) می‌شود.

هدف از این مطالعه بررسی جیره غذایی حاوی آستاگزانتین بر کیفیت ماندگاری گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، به‌منظور ارائه راهکار جهت بهبود خصوصیات کیفی گوشت این ماهی به‌عنوان یکی از پر مصرف‌ترین ماهیان در سطح کشور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

همان‌طور که اشاره گردید هدف این تحقیق بررسی اثر جیره غذایی حاوی آستاگزانتین با غلظت (٤۰، ٦۰، ۱۰۰) میلی‌گرم بر کیلوگرم بر کیفیت ماندگاری گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بوده است. جهت انجام این تحقیق ابتدا ۲۱۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی حدود ۱۰۰ گرم از یک مزرعه پرورش ماهی تهیه و با استفاده از تانکر مخصوص حمل ماهی به استخر نگهداری واقع در شهرستان بابل منتقل شدند. ماهیان بلافاصله با محلول آب نمک (۳ درصد) ضد عفونی و به مدت ۱۰ روز جهت سازگاری با شرایط آزمایشگاهی قرنطینه شدند. پس از گذراندن دوره سازگاری ماهیان به‌طور کاملاً تصادفی در چهار گروه هر کدام با سه تکرار (هر تکرار ۱۰ عدد ماهی) تقسیم شدند (گروه اول (گروه شاهد)، گروه دوم (تیمار آستاگزانتین ٤۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، گروه سوم (تیمار آستاگزانتین ٦۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، گروه چهارم (تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم بر

کیلوگرم) ماهیان گروه شاهد فقط با غذای کنسانتره عادی تغذیه شدند. معیار انتخاب مقادیر آستاگزانتین بر اساس مطالعات انجام شده و همچنین توصیه شرکت سازنده مبنی بر استفاده از سطوح ۱۰۰-۴۰ میلی‌گرم آستاگزانتین در کیلوگرم غذای ماهیان است (انصاری و همکاران، ۲۰۱۳). در تیمارهای دو تا چهار (T2-T4) به‌ترتیب دریافت کننده ۴۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم آستاگزانتین سنتتیک در هر کیلوگرم غذای مورد استفاده بودند. ماهیان مورد مطالعه به‌مدت هشت هفته با غذاهای آماده شده تغذیه می‌شوند. تغذیه ماهیان براساس وزن زنده و دمای آب و طبق جدول استاندارد تغذیه انجام شدند. پس از صید ماهیان، نمونه‌های تولید شده (٤ گروه) به یخچال با دمای ۵-۳ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. بررسی روند تغییرات و مقایسه کیفیت نمونه‌ها، با استفاده از شاخص‌های شیمیایی و همچنین‌شاخص فاکتورهای رنگی، در ۵ نوبت با فاصله زمانی هر ٤ روز یک بار نمونه‌برداری صورت پذیرفت (سلام و سامیجیما، ۲۰۰٤) در ادامه جهت اندازه‌گیری فاکتورهای ارزیابی کیفیت آزمایش‌های شیمیای شامل اندازه‌گیری عدد پراکسید (PV) (اگان و همکاران، ۱۹۹۷)، اندازه‌گیری PH (سلام و سامیجیما، ۲۰۰۵) اندازه‌گیری FFA (اگان و همکاران، ۱۹۹۷) و اندازه‌گیری شاخص تیوباربیتوریک اسید (اینانلی و گوپان، ۲۰۱۰) انجام گردید. همچنین ارزیابی فضای رنگی (L*a*b*) هم توسط نرم‌افزار هانتر لب (Hunter lab colorimeter) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. (سای، ۱۹۷۹) در پایان تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS صورت گرفت. جهت بررسی و آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شده که نتایج به‌دست آمده نشان از نرمال بودن داده‌ها و قابلیت استفاده از آزمون‌های آماری پارامتریک بود. همچنین جهت مقایسه اختلاف معنی‌داری در تیمارهای مختلف از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه (ANOVA2) در سطح معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) و برای مقایسه گروه‌های مختلف از آزمون دانکن (تست جداسازی) استفاده شد.

نتایج

در این قسمت از نتایج حاصل از بررسی‌های شیمیایی و ارزیابی فاکتورهای رنگی (L*،a*،b*) روند تغییرات و مقایسه کیفیت نمونه‌ها بیان شده است.

مقادیر اسیدهای چرب آزاد (FFA): نتایج اسیدهای چرب آزاد نمونه‌های روغن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان‌های ۰، ٤، ۸، ۱۲ و ۱٦ روز پس از صید در تیمارهای مختلف، در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱- مقادیر اسیدهای چرب آزاد در تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدان نسبت به زمان.

تیمار	زمان نگهداری (روز)				
	۰	٤	۸	۱۲	۱٦
شاهد	۰/۹٦۳ ±۰/۰۱۵^{aD}	۱/۰۲۰ ±۰/۰۱۰^{bD}	۱/۳٦۳ ±۰/۰۱۵^{cD}	۱/۹۱۰ ±۰/۰۱۰^{dD}	۲/۲۰۰ ±۰/۰۱۰^{eD}
آستاگزانتین ٤۰	۰/۹۸۰ ±۰/۱۰۰^{aD}	۱/۰۱۰ ±۰/۰۱۰^{bD}	۱/۳٥٦ ±۰/۲۰۸^{cD}	۱/۹۲۳ ±۰/۰۱۵^{dD}	۲/۱۹٦ ±۰/۰۱۵^{eD}
آستاگزانتین ٦۰	۰/۹٤۰ ±۰/۰۲۰^{aC}	۰/۹٤۰ ±۰/۰۱۰^{bC}	۰/۹٦۰ ±۰/۰۲۰^{cC}	۱/۱۰۰ ±۰/۰۱۰^{dC}	۱/۲٥۳ ±۰/۰۲٥^{eC}
آستاگزانتین ۱۰۰	۰/۹۳٦ ±۰/۰۱۵^{aA}	۰/۹٥۰ ±۰/۰۲۰^{bA}	۰/۹٤۳ ±۰/۰۲٥^{cA}	۱/۰۰۰ ±۰/۰۱۰^{dA}	۱/۰۰۰ ±۰/۰۱۰^{eA}

میانگین ± انحراف معیار

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف یا ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین (آنتی‌اکسیدان یازمان مختلف) و حروف بزرگ در هر (ردیف یا ستون) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنتی‌اکسیدان و زمان مختلف می‌باشد (p<۰/۰۵).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس دوطرفه داده‌های FFA اثر آنتی‌اکسیدان و زمان برمقادیر FFA معنی‌دار بوده است (p<۰/۰۵). با توجه به جدول ۱ در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان FFA افزایش یافته به طوری‌که در زمان ۱٦ روز پس از صید، میزان FFA به شکل معنی‌داری نسبت به زمان‌های قبل افزایش یافته است. بیشترین آن در روز ۱٦ مربوط به تیمار شاهد (۲/۲۰۰) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم (۱/۱۰۰) بود.

مقادیر پراکسید نمونه‌های روغن (PV): نتایج مقادیر پراکسید نمونه‌های روغن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان‌های ۰، ٤، ۸، ۱۲ و ۱٦ روز پس از صید در تیمارهای مختلف، در جدول ۲ نشان داده است.

جدول ۲- مقادیر عدد PV برای تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدان نسبت به زمان.

تیمار	زمان نگهداری (روز)				
	۰	٤	۸	۱۲	۱٦
شاهد	۰/۸۱۰ ±۰/۰۱۰^{aD}	۱/٦۰۳ ±۰/۰۱۵^{bD}	٦/۱۱۰ ±۰/۰۳۰^{cD}	٥/۰٤٦ ±۰/۰۳٥^{dD}	٤/۲۳٦ ±۰/۰٤۰^{eD}
آستاگزانتین ٤۰	۰/۷۹۰ ±۰/۰۱۰^{aC}	۱/٥۹٦ ±۰/۰۱۵^{bC}	٥/۸۸٦ ±۰/۰۲٥^{cC}	٤/۹۲٦ ±۰/۰۲٥^{dC}	۳/۸٦۳ ±۰/۰۲۰^{eC}
آستاگزانتین ٦۰	۰/۸۰۰ ±۰/۰۱۰^{aB}	۱/٤۹۰ ±۰/۰۱۰^{bB}	۳/۱۷۳ ±۰/۰۲٥^{cB}	۳/۲۲۳ ±۰/٥۷۷^{dB}	۲/۹٦۰ ±۰/٥۷۱^{eB}
آستاگزانتین ۱۰۰	۰/۷۹٥ ±۰/۰۰٥^{aA}	۱/٤۷۳ ±۰/۰۱۵^{bA}	۳/۰٦۳ ±۰/۰۳۰^{cA}	۲/۸۲٦ ±۰/۰۲٥^{dA}	۲/٦۰٦ ±۰/۰۲۰^{eA}

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف یا ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین (آنتی‌اکسیدان یازمان مختلف) و حروف بزرگ در هر (ردیف یا ستون) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنتی‌اکسیدان و زمان مختلف می‌باشد (p<۰/۰۵).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس دو طرفه داده‌های پراکسید نمونه‌های روغن ماهی اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر PV معنی‌دار بوده است (p<۰/۰۵). با توجه به جدول ۲ در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان PV افزایش یافته به طوری‌که در زمان ۸ روز پس از صید میزان PV به شکل معنی‌داری نسبت به سایر زمان های افزایش یافته بیشترین میزان PV در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۸ مربوط به تیمار شاهد (٦/١١) و کمترین میزان آن مربوط به تیمارهای آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم (۳/۰٦) بود.

مقادیر عدد اسید تیوباربیتوریک (TBA) در نمونه‌های ماهی: نتایج مقادیر عدد اسید تیوباربیتوریک در نمونه‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان‌های ۰، ٤، ۸، ۱۲ و ١٦ روز پس از صید در تیمارهای مختلف، در جدول ۳ نشان داده است.

جدول ۳- مقادیر عدد اسید تیوباربیتوریک (TBA) برای تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدان نسبت به زمان.

تیمار	زمان نگهداری (روز)				
	۰	٤	۸	۱۲	١٦
شاهد	۰/۳۷۰ ±۰/۰۱۰^{aD}	۰/۹۸۳ ±۰/۰٤۱^{bD}	۲/۰۰٦ ±۰/۰۳۰^{cD}	۳/۰۱٦ ±۰/۳۷۸^{dD}	٤/۹۵۰ ±۰/۰۳۰^{eD}
آستاگزانتین ٤۰	۰/۳۸۰ ±۰/۰۱۰^{aD}	۰/۹۸٦ ±۰/۰۵۰^{bD}	۱/۹۸٦ ±۰/۰۳۰^{cD}	۲/۹۱٦ ±۰/۰٤۱^{dD}	٤/۸۹۰ ±۰/۰۳٦^{eD}
آستاگزانتین ٦۰	۰/۳٦٦ ±۰/۰۲۵^{aB}	۰/٤٦۳ ±۰/۰۲۵^{bB}	۱/۰۵۰ ±۰/۰۲۰^{cB}	۲/۲۵٦ ±۰/۰۲۰^{dB}	۳/۰۱۳ ±۰/۰٦۸^{eB}
آستاگزانتین ۱۰۰	۰/۳۹۰ ±۰/۰۱۰^{aA}	۰/٤٦٦ ±۰/۰۲۰^{bA}	۱/۰۵۰ ±۰/۰۲٦^{cA}	۲/۰۵۰ ±۰/۰۳۰^{dA}	۲/۸٤۳ ±۰/۰۱۵^{eA}

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف یا ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین (آنتی‌اکسیدان یازمان مختلف) و حروف بزرگ در هر (ردیف یا ستون) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنتی‌اکسیدان و زمان مختلف می‌باشد (p<۰/۰۵).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس دوطرفه داده‌های TBA اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر TBA معنی‌دار بوده است. (p<۰/۰۵) با توجه به جدول ۳ در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان TBA افزایش یافته به طوری‌که در ١٦ روز پس از صید، میزان TBA به شکل معنی‌داری نسبت به زمان‌های قبل افزایش یافته است. بیشترین میزان TBA در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ١٦ مربوط به تیمار شاهد (٤/۹۵) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم (۲/۸٤) بود.

مقادیر PH نمونه‌های گوشت ماهی: نتایج مقادیر PH نمونه‌های گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان‌های ۰، ٤، ۸، ۱۲ و ١٦ روز پس از صید در تیمارهای مختلف، در جدول ٤ مشاهده می‌شود.

جدول ٤- مقادیر PH برای تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدان نسبت به زمان.

تیمار	زمان نگهداری (روز)				
	٠	٤	٨	١٢	١٦
شاهد	٦/٥٠٠ ±٠/٠١٠^{aD}	٦/٦٠٠ ±٠/٠٢٠^{bD}	٦/٦٤٠ ±٠/٠١٠^{cD}	٦/٧٦٠ ±٠/٠١٠^{dD}	٦/٨٣٠ ±٠/٠٢٠^{eD}
آستاگزانتین ٤٠	٦/٥٠٣ ±٠/٠٠٥^{aD}	٦/٦٠٠ ±٠/٠١٠^{bD}	٦/٦٦٣ ±٠/٠٢٠^{cD}	٦/٧٥٠ ±٠/٠٢٠^{dD}	٦/٨١٦ ±٠/٠٢٥^{eD}
آستاگزانتین ٦٠	٦/٤٨٦ ±٠/٠١٥^{aB}	٦/٥١٣ ±٠/٠٠٥^{bB}	٦/٥٤٣ ±٠/٠٢٥^{cB}	٦/٦٣٠ ±٠/٠١٠^{dB}	٦/٧٣٣ ±٠/٠١٥^{eB}
آستاگزانتین ١٠٠	٦/٤٩٣ ±٠/٠٠٥^{aA}	٦/٤٩٦ ±٠/٠٠٥^{bA}	٦/٥٣٦ ±٠/٠١٥^{cA}	٦/٥٩٣ ±٠/٠٠٥^{dA}	٦/٧١٠ ±٠/٠١٠^{eA}

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف یا ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین (آنتی‌اکسیدان یا زمان مختلف) و حروف بزرگ در هر (ردیف یا ستون) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنتی‌اکسیدان و زمان مختلف می‌باشد. (p<٠/٠٥)

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس دوطرفه داده‌های PH اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر PH معنی‌دار بوده است (p<٠/٠٥). با توجه به جدول ٤ در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان PH افزایش یافته به‌طوری که در ١٦روز پس از صید، میزان PH به شکل معنی‌داری نسبت به زمان‌های قبل افزایش یافته است. بیشترین میزان pH گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ١٦، مربوط به تیمار شاهد (٦/٨٣) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار آستاگزانتین ١٠٠ میلی‌گرم (٦/٧١) بوده است.

مقادیر فاکتورهای رنگی (L*a*b*) در نمونه‌های ماهی

فاکتور رنگی*L: نتایج بررسی مقادیر فاکتور رنگی *L در نمونه‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان‌های ٠، ٤، ٨ و ١٢ روز پس از صید در تیمارهای مختلف، در جدول ٥ مشاهده می‌شود.

جدول ٥- مقادیر فاکتور *L برای تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدان نسبت به زمان.

تیمار	زمان نگهداری (روز)			
	٠	٤	٨	١٢
شاهد	٧١/٦٣٣ ±١/٤٥٧^{aC}	٧٠/٢٠٠ ±٠/٦٩٢^{bC}	٥٥/٨٣٣ ±١/٢٨٥^{cC}	٦٨/٠٠٠ ±١/٢٢٨^{dC}
آستاگزانتین ٤٠	٧٦/٩٦٦ ±١/٠٩٦^{aAB}	٥٣/٨٦٦ ±١/٧٥٥^{bAB}	٤٤/٧٠٠ ±١/٢٠٠٠^{cAB}	٤٠/٢٣٣ ±٢٣/٦٧٢^{dAB}
آستاگزانتین ٦٠	٥٨/١٠٠ ±٣٥/٨٥٥^{aA}	٥٣/٨٦٦ ±١/٧٥٥^{bA}	٤٣/٦٣٣ ±٠/٦١١^{cA}	٥٤/٢٣٣ ±٠/٩٢٣^{dA}
آستاگزانتین ١٠٠	٧٣/٥٣٣ ±١/٨٥٠^{aA}	٥٠/٢٣٣ ±٠/٨٥٠^{bA}	٣٣/٧٣٣ ±١٧/٤٠١^{cA}	٤٩/٢٦٦ ±٠/٦١١^{dD}

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف یا ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین (آنتی‌اکسیدان یازمان مختلف) و حروف بزرگ در هر (ردیف یا ستون) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنتی‌اکسیدان و زمان مختلف می‌باشد (p<٠/٠٥).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس دوطرفه داده‌های مقادیر فاکتور رنگی *L اثر آنتی‌اکسیدان و زمان برمقادیر فاکتور رنگی *L معنی‌دار بوده است (p<۰/۰۵).

با توجه به جدول ۵ در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان فاکتور رنگی *L کاهش یافته است.

به‌طوری که بیشترین میزان فاکتور رنگی *L گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱۲، مربوط به تیمار شاهد (٦٨/٠٠) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار آستاگزانتین ٤٠ میلی‌گرم (٤٠/٢٣٣) بود.

فاکتور رنگی *a: نتایج بررسی مقادیر فاکتور رنگی *a در نمونه‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان‌های ۰، ٤، ۸ و ۱۲ روز پس از صید در تیمارهای مختلف، در جدول ٦ مشاهده می‌شود.

جدول ٦- مقادیر فاکتور رنگی *a برای تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدان نسبت به زمان.

تیمار	زمان نگهداری (روز)			
	۰	٤	۸	۱۲
شاهد	۹/۲٦٦ ±۰/٤٦١^{aB}	۱۰/٦۰ ±۰/۸۰۰^{bB}	۹/۰۰۰ ±۰/۸۰۰^{cB}	۹/۵۳۳ ±۰/٤٦١^{dB}
آستاگزانتین ٤٠	۱۵/۵٦٦ ±۰/۹۲۳^{aC}	۱۹/۷۳۳ ±۰/۹۲۳^{bC}	۲۰/۸۰ ±۰/۸۰۰^{cC}	۱٤/۷٦٦ ±۱/۲۲۲^{dC}
آستاگزانتین ٦٠	۱۵/۰۳۳ ±۰/٤٦١^{aC}	۱۷/٦۳۳ ±۰/۷۵۰^{bC}	۱۸/۱۳۳ ±۰/٤٦١^{cC}	۱٦/٦۰۰ ±۱/۱۷۸^{dC}
آستاگزانتین ۱۰۰	۲۱/۳۳۳ ±۰/٤٦١^{aD}	۲۳/۰٦٦ ±٤/۲۳۹^{bD}	۲۲/۱۳۳ ±۰/٤٦١^{cD}	۱۹/۲۰۰ ±۱/٦۰۰^{dD}

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف یا ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین (آنتی‌اکسیدان یا زمان مختلف) و حروف بزرگ در هر (ردیف یا ستون) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنتی‌اکسیدان و زمان مختلف می‌باشد (p<۰/۰۵).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس دوطرفه داده‌های مقادیر فاکتور رنگی *a اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر فاکتور رنگی *a معنی‌دار بوده است (p<۰/۰۵).

با توجه به جدول ٦ در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان میزان فاکتور رنگی *a افزایش یافته است.

به‌طوری که بیشترین میزان فاکتور رنگی *a گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱۲، مربوط به تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم (۱۹/۲) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد (۹/۵۳) بوده است.

فاکتور رنگی *b: نتایج بررسی مقادیر فاکتور رنگی *b در نمونه‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان‌های ۰ ، ٤، ۸ و ۱۲ روز پس از صید در تیمارهای مختلف در جدول ۷ مشاهده می‌شود.

جدول ۷- مقادیر عدد *b برای تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدان نسبت به زمان.

تیمار	زمان نگهداری (روز)			
	۰	٤	۸	۱۲
شاهد	۱۲/٤۳۳ ±۰/٤۰٤^{aA}	۱۲/٤۳۳ ±۰/٤۰٤^{bA}	۱۰/۳۳۳ ±۰/٤٦۱^{cA}	۱۰/٦۰۰ ±۰/۰۰۰^{dA}
آستاگزانتین ٤۰	۱۷/۱۳۳ ±۰/٤۰٤^{aD}	۱٦/۸۰۰ ±۰/۷٥٤^{bD}	۱٤/۲۳۳ ±۰/۹۲۳^{cD}	۱۳/۹٦٦ ±۰/٤٦۱^{dD}
آستاگزانتین ٦۰	۱٦/۸٦٦ ±۰/۷٥۰^{aC}	۱٤/۷٦٦ ±۰/٤٦۱^{bC}	۱۳/۷۰۰ ±۰/۰۰۰^{cC}	۱٥/۰۳۳ ±۰/٤٦۱^{dC}
آستاگزانتین ۱۰۰	۱۷/۸٦٦ ±۰/٤٦۱^{aD}	۱٦/۱۰۰ ±۰/۸۰۰^{bD}	۱٤/۷٦٦ ±۰/٤٦۱^{cD}	۱٥/۰۳۳ ±۰/۹۲۳^{dD}

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف یا ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین (آنتی‌اکسیدان یا زمان مختلف) و حروف بزرگ در هر (ردیف یا ستون) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنتی‌اکسیدان و زمان مختلف می‌باشد ($p<۰/۰٥$).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس دوطرفه داده‌های مقادیر فاکتور رنگی *b اثر آنتی‌اکسیدان و زما بر مقادیر فاکتور رنگی *b معنی‌دار بوده است ($p<۰/۰٥$).

با توجه به جدول ۷ بر اساس یافته‌های پژوهش مقادیر فاکتور رنگی *b پس از گذشت زمان کاهش می‌یابد. به‌طوری که بیشترین میزان فاکتور رنگی *b گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱۲، مربوط به تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم (۱٥/۰۳) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد (۱۰/٦) بود.

شکل ۱- تغییر رنگ گوشت ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان تغذیه شده با تیمار آستاگزانتین.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انتخاب جیره حاوی آستا گزانتین در این تحقیق جهت بهبود خصوصیات کیفی گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از لحاظ کاهش مقادیر (PH، FFA، PV، TBA) که سبب تولید محصولاتی با ماندگاری بالا، کیفیت و خصوصیات ظاهری مطلوب که مورد پسند مصرف کننده باشد انجام پذیرفت. زیرا ماهیان تولیدی کشور در حال حاضر از لحاظ زمان ماندگاری و کیفیت بافت در سطح مطلوبی که مورد پسند مصرف کننده باشند قرار ندارند. لذا نتایج پژوهش بدین شرح می‌باشد. همان‌طور که می‌دانیم هیدرولیز چربی به تنهایی منجر به کاهش کیفیت طعم و بوی نامطلوب در محصول نمی‌شود ولی اهمیت تشکیل اسید چرب آزاد توسعه اکسیداسیون چربی است. در این پژوهش افزایش مقدار اسید چرب آزاد در نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان و نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان دارای رابطه معنی‌داری بوده است (اوزوگول و همکاران، ۲۰۰۵) بر این اساس (جدول ۱) اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر FFA و همچنین اثر متقابل بین آنتی‌اکسیدان و زمان دارای رابطه معنی‌داری بوده است ($p<۰/۰۵$) همان‌طور که می‌دانیم اسید چرب آزاد به‌طور مستقیم اثر منفی بر خواص حسی گوشت ماهی دارد و بیان شده است که اسید چرب آزاد سبب تشدید پدیده اکسیداسیون چربی در ماهی می‌شود (آبورگ، ۲۰۱۰) از طرفی واکنش اسید چرب آزاد با پروتئین گوشت سبب سفتی بافت و کاهش قابلیت پذیرش آن از طرف مصرف کننده می‌شود. (لوسادا، ۲۰۰٤) اگر چه مقدار FFA شاخص مستقیم افت کیفیت نمی‌باشد اما افزایش مقادیر آن سبب اکسایش چربی و توسعه طعم نامطلوب می‌گردد (لوسادا و لوگاسیا، ۲۰۰۷) همچنین در تحقیق حاضر در تیمار آستاگزانتین، بیشترین شاخص FFA در طی زمان ماندگاری در روز ۱٦ نگهداری مربوط به تیمار شاهد (۲/۲۰۰) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار آستاگزانتین (۱/۱۰۰) بوده است و استفاده از بالاترین مقادیر آستاگزانتین با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم سبب بهبود وضعیت گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در حداکثر زمان نگهداری گردیده است. نتیجه این پژوهش با یافته‌های (شهیدی، ۱۹۹۷) (جزک و بوکتوا، ۲۰۰۷) و (رضایی و حسینی، ۲۰۰۸) منطبق است. دومین شاخص مورد تحقیق شاخص (TBA) می‌باشد که به‌منظور ارزیابی درجه اکسیداسیون چربی در ماهیان به‌طور وسیعی کاربرد دارد به کمک این شاخص میزان مالون دی آلدهید اندازه‌گیری می‌گردد. (سلام، ۲۰۰۷) بر اساس یافته‌های این پژوهش (جدول ۳) اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر عدد اسید تیوباربیتوریک (TBA) و همچنین اثر متقابل بین آنتی‌اکسیدان و زمان دارای رابطه معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$) و همچنین بر اساس یافته‌های حاضر در

تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان TBA افزایش یافته است که این روند افزایشی به‌دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدها در بافت و همچنین تولید آلدهید از محصولات ثانویه حاصل از شکست هیدرو پراکسیدها است (گومز، ۲۰۰۳) معمولاً میزان ۲-۱ میلی‌گرم مالون دی آلدهید در کیلوگرم گوشت ماهی را به‌عنوان حد قابل قبول TBA در نظر گرفته می‌شود. (کونل، ۱۹۹۰) بر اساس یافته‌های تحقیق در تیمار آستا گزانتین بیشترین میزان TBA در طی نگهداری گوشت ماهی در روز ۱٦ پس از صید مربوط به تیمار شاهد (٤/۹۵) و کمترین میزان آن مربوط به آستا گزانتین ۱۰۰ (۲/۸٤) میلی‌گرم بوده است. در مطالعه حاضر در تیمار شاهد نشان‌دهنده مقادیر TBA از محدوده قابل پذیرش خیلی بیشتر بود در حالی‌که در بالاترین مقادیر آستا گزانتین پس از ۱٦ روز مقادیر TBA از حداکثر محدوده قابل پذیرش کمتر بوده است که می‌تواند حاکی از خاصیت خوب آنتی‌اکسیدان جیره در جلوگیری از اکسیداسیون و کاهش فساد باشد. (جاک و همکاران، فان و همکاران) نتایج این تحقیق با یافته‌های (حسینی و رضایی، ۲۰۰۸) و (رستم‌زاد و همکاران، ۲۰۱۱) و (پزشک، ۲۰۱۰) و (اوزوگول و همکاران، ۲۰۰۵) هم راستا است. سومین شاخص بررسی میزان پراکسید (PV): اکسیداسیون چربی یک مشکل اصلی در غذاهای دریایی به‌ویژه غذاهای با چربی بالا است که به ایجاد بو و طعم نا مطلوب منجر می‌شود. (کوستاکی و گیاتراک، ۲۰۰۹) یافته‌های مطالعات صورت پذیرفته در تیمار حاوی آنتی‌اکسیدان نشان داد (جدول ۲) که اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر پراکسید نمونه‌های روغن معنی‌دار بوده است ($p<۰/۰۵$) در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان PV افزایش یافته است. همچنین یافته‌های پژوهش نشان داد در تیمار آستاگزانتین بیشترین شاخص PV در طی نگهداری گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱٦ مربوط به تیمار شاهد (٤۰/۲۳) و کمترین آن مربوط به تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم (۲/٦۰) بوده است. میزان PV در نمونه‌های شاهد و نمونه‌های تیمار شده با جیره حاوی آستاگزانتین در مطالعه موجود یک روند افزایشی داشت. (وانسوندارا، ۱۹۹۸) کاهش جزئی مقادیر PV در تحقیق حاضر با افزایش مدت نگهداری ممکن است به‌دلیل واکنش ثانویه اکسیداسیون و تولید کربونیل و ترکیبات فرار باشد. (ویدیا و سریکار، ۱۹۹٦) در تمامی تیمارها میزان PV با افزایش مدت نگهداری بیشتر شد که نتایج این تحقیق با یافته‌های (رضایی و همکاران، ۲۰۰۸) هم راستا است. بررسی میزان PH: افزایش PH گوشت ماهی به‌خاطر تولید ترکیبات بازی نظیر تری متیل آمین و آمین‌های بیوژنی که توسط باکتری‌های عامل فساد در ماهی تولید می‌شوند (گرام و هوس، ۱۹۹٦) و همچنین دلیل کاهش جزئی PH در طول دوره را نتیجه تأثیر اسید کربنیک و وجود ترکیبات

آمونیومی دانست که در اثر فساد باکتریایی تولید می‌شود. (ایلماز، ۲۰۰۹) براساس یافته‌های پژوهش (جدول ٤) اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر PH و همچنین اثر متقابل بین آنتی‌اکسیدان و زمان دارای رابطه معنی‌دار بوده است (p<۰/۰۵) همچنین یافته‌های پژوهش نشان داد در تیمار آستا گزانتین بیشترین میزان شاخص PH در گوشت ماهی در روز ١٦ پس از صید مربوط به تیمار شاهد (٦/٨٣) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار آستا گزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم (٦/٧١) بوده است. به‌طور طبیعی تغییر در میزان (PH) را می‌توان این‌گونه توجیه نمود که پس از مرگ ماهی بر اثر تولید اسید لاکتیک حاصل از گلیکولیز مقدار PH کاهش می‌یابد (ماستال، ۲۰۰۵) اگر چه در روز نهایی PH گوشت ماهی در حد مرز قرار داشت اما به حد بحرانی (P=0) نزدیک بود. پایین بودن PH در تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ نسبت به گروه شاهد نشان‌دهنده این است که استفاده از بالاترین مقادیر آستا گزانتین در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان سبب بهبود وضعیت کیفی گوشت در حداکثر زمان نگهداری به‌دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی آن می‌باشد. نتایج این پژوهش با یافته‌های (علی‌بیگی و همکاران) هم راستا است. پارامترهای رنگ‌سنجی: بررسی رنگدانه کاروتنوئیدها در این پژوهش به جهت مزایای مختلف آن‌ها در حیوانات خونگرم و آبزیان از جمله تحریک رشد و ایمنی، افزایش مقاومت در برابر بیماری و استرس‌ها و نیز ایجاد رنگ مناسب کاربرد زیاد یافته‌اند آستا گزانتین به‌طور مؤثری بر رنگ عضلات و پوست ماهی مؤثر بوده و بیشترین کاربرد آن در آبزی پروری به اثر آن بر رنگ ماهی می‌باشد، منابع غذایی و رنگدانه‌ها نقش مهمی در تعیین رنگ ایفا می‌کنند تأثیر منابع کاروتنوئیدی از دیدگاه ایجاد رنگ مختص هر گونه می‌باشد. (چاتزیفوتیس، ۲۰۰٤) در نتایج تحقیق حاضر (جدول ۵) اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر فاکتور رنگی *L معنی‌دار است (p<۰/۰۵). از طرفی اثر متقابل بین آنتی‌اکسیدان و زمان دارای رابطه معنی‌دار نیست (p<۰/۰۵). در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان فاکتور رنگی *L کاهش یافته است. در این تحقیق بیشترین میزان شاخص رنگی *L (روشنایی) مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار آستا گزانتین ٤۰ بوده است. نتایج این پژوهش با یافته‌های (مرادی، ۱۳۹۱) مطابقت داشت رنگدانه‌های کاروتنوئیدی در جیره باعث افزایش شاخص قرمزی (*a) و زردی (*b) و کاهش شاخص روشنایی (*L) می‌شوند. (مرادی ۲۰۱۲) از سویی شاخص قرمزی (*a) گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بسته به نوع تغذیه ماهی شدت میزان آن متفاوت است (پلتری و سی فود کوآلیتی، ۲۰۰۷) بر اساس یافته‌های پژوهش (جدول ٦) اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر فاکتور رنگی*a (قرمزی) و همچنین اثر متقابل بین آنتی‌اکسیدان و زمان دارای رابطه معنی‌دار است (p<۰/۰۵)

بر این اساس بیشترین شاخص*a (قرمزی) در هر یک از روزهای اول تا دوازدهم مربوط به تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بوده است. نتایج این پژوهش با یافته های (بوت و همکاران، ۲۰۰٤ و لورتنز، ۱۹۹۸ و مرادی، ۲۰۱۲) مطابقت نداشت ولی با یافته‌های (وانگ و همکاران، ۲۰۰٦) و (گوکوگ لو و دیلر، ۲۰۰٤) مغایرت دارد. رنگ گوشت ماهی که معمولاً گویای رنگ فیله ماهی نیز می‌باشد در بازار پسندی ماهی ؤثر است. (توریسن، ۱۹۸۹) از طرفی منابع غذایی حاوی رنگدانه‌ها هم نقش مهمی در تعیین رنگ فیله ماهی ایفا می‌کند (وانگ، ۲۰۰٦) بر اساس یافته‌های تحقیق (جدول ۷) اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر فاکتور رنگی *b و اثر متقابل بین آنتی‌اکسیدان و زمان دارای رابطه معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$). و همچنین در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان فاکتور رنگی *b کاهش یافته است. به‌طوری که تغییر رنگ گوشت فیله ماهی طی زمان نگهداری با جیره حاوی آستا گزانتین بسته به کیفیت و دوره جذب این مواد می‌توان دانست. از سویی هم فیله ماهی به‌دلیل دارا بودن رنگدانه میوگلوبین و هموگلوبین و تغییر رنگ ناشی از فساد اکسیداتیو مهمترین نقش را در تغییر رنگ بازی می‌کنند (آلاسالوار، ۲۰۱۱) نتایج این تحقیق با یافته‌های (چوبرت، ۱۹۸۹) (وبرون وبروویتزکا، ۱۹۷۹) هم راستا بود ولی با یافته‌های (مرادی، ۲۰۱۲) مغایرت نداشته است. ذکر این مهم ضرورت دارد که بررسی‌های صورت گرفته به روش پردازش تصویر در ارزیابی فاکتورهای رنگی *L* a* b هر پژوهش منحصراً به آن پژوهش مربوط می‌باشد و نمی‌توان آن را به‌عنوان یک شاخص کاملاً دقیق برای سایر موارد مشابه تعمیم داد و در کل می‌توان روند نتایج را به‌عنوان یک اصل مهم پذیرفته و قابل تعمیم دانست.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این تحقیق آنتی‌اکسیدان‌ها موجب افزایش کیفیت و ماندگاری گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شدند. بر اساس نتایج ارزیابی رنگ سنجی می‌توان استفاده از آستا گزانتین را در جیره غذایی پیشنهاد کرد. و به‌طور کلی می‌توان کیفیت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را در ارتباط با فساد چربی با آنتی‌اکسیدان آستاگزانتین بهبود بخشید.

منابع

1. Alghazeer, R., Saeed, S., and Howell, N.K. 2008. Aldehyde formation in frozen mackerel (Scomber scombrus) in the presence and absence of instant green tea. Food Chemistry, 108: 801–810.
2. Ansari, R., Alizadeh, M., Shamsaie Mehrjan Mahdi, God-given, M. 2013. The impact of synthetic Astaxanthin Vjlbky (Haematococcus pluvialis) returns Ytksyr female rainbow trout (Oncorhynchus mykiss), Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Branch Unit of Issue Two, Summer 92, Pp: 22-15.
3. AOAC. 2005. Official Method of Analysis (17th ed). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
4. Bellus, D. 1995. Physical quenchers of molecular oxygen. Advances in Photochemistry, 11: 105-205.
5. Diplock, A.T. 1994. Antioxidants and free radical scavengers. In Free Radical Damage and Its Control. Rice C.A., Burdon R.H. eds. Elsevier Science B.V., 392p.
6. Ehsani, Ali. 2012. The effect of the addition of lycopene in the diet on growth performance, feed and shelf life of salmon, Institute studies the Lake.
7. FAO. 2014. Marsyd and global aquaculture, Translator: S. Sdqpvr and theoretical Sultan, Dftrbrnamh Budget Iran Fisheries Organization, Pp: 20-1.
8. Ghorbanzadeh, Rajab Ali and theoretical, Sultan 1392. Statistical. Salnamh Fisheries Organization of Iran from 1391 to 1381, Publisher: Iranian Fisheries Organization, Management and Development Department planned, Dftrbrnamh Budget, Edition: First, Pp: 64-1.
9. Gomes, H.A., Silva, E.N., Nascimento, M.R.L., and Fukuma, H.T. 2003. Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. Food Chemistry, 80: 433–7.
10. He, Y., and Shahidi, F. 1997. Antioxidant activity of green tea and tea catechins in fish meat model system. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(11): 4262-4266.
11. Iranian National Standard No. 3580 1995. Sensory evaluation, methodology and sampling. Detection flavor. First Edition. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.
12. Iranian National Standard No. 1028 2007. gvsht and products, the measurement of pH, Standard Industrial Research Institute of Iran.
13. Khosh khologh, Majid Reza; Lafnvyryan, Hamid; Musapur Shajany, Majid, Mohammad Ybrsyr, Mohammed, Aziz Mohammed Saeed. 2013. Food .tasyrstvh peels of olive growth, carcass composition and sensory evaluation farmed rainbow trout (Oncorhynchus mykiss.
14. Ladikos, D., and Lougovois, V. 1999. Lipid oxidation in muscle foods: A review. Food Chemistry, 35: 295–314.

15.Lin, C.C., and Liang, J.H. 2002. Effect of antioxidants on the oxidative stability of chicken breast meat in a dispersion system. Journal of Food Science, 67: 530-533.
16.Lodasa, V., Barros-Velazquez, J., Gallardo, J.M., and Aubourg, S.P. 2004. Effect of advanced chilling methods on lipid damage during sardine (Sardina pilchardus) storage. Eur.J. Lipid Sci. Technol. 106: 844-850. 1448: 73-82.
17.Losada, V., Barros-Velazques, J., and Aubiurg, S. 2007. Rancidity development hn frozen fish: Influence of slurry ice as preliminary chilling treatment. LWT, 40(6): 991-999
18.Lugasia, A., Losadab, V., Hovari, J., Lebovicsa, V., Jakoczic, I., Aubourg, S., 2007. Effect of pre-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage. LWT. 40: 930- 936.
19.Mahdavi, D.L., Deshpande, S.S., and Salunkhe, D.K. 1995. Food Antioxidant. 1st edn. New York Marcel Dekker. Inc, USA, 378p.
20.Massa, A.E., Palacios, D.L., Paredi, M.E., and Crupkin, M. 2005. Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (Paralchthys patagonicus). Journal of Food Biochemistry. 29: 570-590.
21.Moradi, SE. 2012. Effects of protein, fat quality of the diet of meat Vrngdanh trout, M.Sc. Fisheries-processed fishery products, Faculty of Fisheries, Natural Resources and Environment Gorgan University of Agricultural Sciences, 60p.
22.Natseba, A., Lwalinda, I., Kakura, E., Muyanja, C.K., and Muyonga, J.H. 2005. Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (Lates niloticus). Food Research International, 38: 469-474.
23.Natseba, A., Lwalinda, I., Kakura, E., Muyanja, C.K., and Muyonga, J.H. 2005. Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (Lates niloticus). Food Research International, 38: 469-474.
24.Ozyurt, G., Polat, A., Tokur, B. 2007. Chemical and sensory changes in frozen (-18ºC) wild sea bass (Dicentrarchus labrax) captured at different fishing seasons. Internatinal journal of food science and Technology, 42: 887-893.
25.Ozyurt, G., Polat, A., and Tokur, B. 2007. Chemical and sensory changes in frozen (-18 ºC) wild sea bass (Dicentrarchus labrax) captured at different fishing seasons. Internatinal journal of food science and Technology, 42: 887-893.
26.Pearson, A.M., Gray, J.J., Wolzak, A.M., and Horenstein, N.A. 1983. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. Food Techniques, 37: 121.
27.Peralta, E.H.W., Watanabe, D., Kawabe, D., and Murata Hama, Y. 2005. Antioxidative activity of Philippine salt-fermented shrimp paste and variation of its contents during fermentation journal of oleo Science, 54: 553-558.
28.Perenlei, G., Tojo, H., Okada, T., Kubota, M., Kadowaki, M., Fujimura, S. 2014. Effect of dietary astaxanthin rich yeast, Phaffia rhodozyma, on meat quality of broiler chickens, Anim Sci. J. 2014. Oct; 85(10): 895-903.

29. Ramanathan, L., and Das, N.P. 1992. Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40: 17–21.
30. Saberi, maple, Khanafari, Anita Jamil, SH., Vosoughi, Gholamhossein. 2006. Bacterial Extraction of Astaxanthin Azzayat shrimp, sea biology master's thesis, Islamic Azad University, Science and Research.
31. Sicuro, B., Barbera, S., Dapra, F., Gai, F., Gasco, L., Paglialonga, G., Palmegiano, G.B., and Vilella, S. 2010. The olive oil by-product in 'rainbow trout Oncorhynchus mykiss (Walbaum)' farming: productive results and quality of the product. Aquaculture Research, 41: 475-486.
32. Suvanich, V., Jahncke, M.L., and Marshall, D.L. 2000. Changes selected chemival quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage.J.Food. Sci. 65(1): 24-29.
33. Vásconez, M.B., Flores, S.K., Campos, C.A., Alvarado, J., and Gerschenson, L.N. 2009. Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. Food Research International, 42(7): 762-769.
34. Vicetti, R., Ishitani, T., Salas, A., and Ayala, M. 2005. Use of alpha-tocopherol combined with synergists and compared to other antioxidants on the oxidative stability of sardine skin lipids. Journal of Food Composition and Analysis, 18(2-3): 131-137.
35. Wang, Y.J., Huchien, Y., and Hugpan, Ch. 2006. Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation and antioxidantcapacity of characins, (Hyphessobry callistus) Department of Aquaculture, National Taiwan Ocean University Keelung, Taiwan. 202p.
36. Woywoda, A.D., Shaw, S.J., Ke, P.J., and Burns, B.G. 1986. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Canadian technical report of fisheries and aquatic sciences.
37. Yilmaz, M., Ceylan, Z.G., Kocaman, M., Kaya, M., and Yilmaz, H. 2009. The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on growth of Listeria in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets. Journal Muscle Foods, 20: 465–77.