



University of Guilan

University of Guilan with collaboration of Iranian  
Aquaculture Society

**Aquatic Animals Nutrition**

Vol. 6, No. 4, 2021, pages: 25-37



## **Effect of diets containing Celmanax prebiotic on fillet quality of *Oncorhynchus mykiss* during refrigerated storage**

**Elmira Naeimi<sup>1</sup>, Ebrahim Alizadeh Doughikollaee<sup>1</sup>, Hojatollah Jafaryan<sup>\*2</sup>, Ehsan Ahmadifar<sup>1</sup>**

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Sistan & Baluchistan, Iran

2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Gonbad-e-Kavous, Gonbad-e-Kavous, Golestan, Iran

Received 14 September 2020

Accepted 18 December 2020

### **KEYWORDS**

Celmanax prebiotic  
*Oncorhynchus mykiss*  
Dietary  
Sensory evaluation

### **ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the fillet quality of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* after feeding with different levels of Celmanax prebiotic. A total of 780 trout with an initial body weight of  $18 \pm 2$  g were randomly distributed after adaptation to the experiment environment in tanks filled with 105 L spring water (65 fish per tank). Three experimental groups and control each with three replicates were considered. Trout were fed with diets containing 2 (T<sub>2</sub>), 4 (T<sub>4</sub>) and 6 (T<sub>6</sub>) g/kg prebiotic for eight weeks. Then, the fish were filleted and maintained in the refrigerator. The chemical parameters including TVB-N, PV, TBA, FFA, TVC and PTC were estimated in 0, 3, 6, 9, and 12 days of storage time. No significant differences were observed in experimental groups and control in free fatty acids content in fillet ( $p > 0.05$ ). The amounts of peroxide and thiobarbituric acid in experimental groups were lower than control. The amount of TVB-N increased in experimental groups compared to control. The total viable count and psychrophilic count of bacteria in the control group were higher than the experimental groups ( $p < 0.05$ ). The lowest counts of bacteria belonged to T<sub>6</sub> ( $p < 0.05$ ). This study showed that the increased levels of Celmanax prebiotic in trout diet could increase shelf-life of fillet in the refrigerator.

\*Corresponding author: [hojat.jafaryan@gmail.com](mailto:hojat.jafaryan@gmail.com)



"مقاله پژوهشی"

## تأثیر جیره غذایی حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس بر کیفیت فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در یخچال

المیرا نعیمی<sup>۱</sup>، ابراهیم علیزاده دوغی کلائی<sup>۱</sup>، حجت‌اله جعفریان<sup>۲\*</sup>، احسان احمدی فر<sup>۱</sup>

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، سیستان و بلوچستان

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، گلستان

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۲۴

### کلمات کلیدی

پری‌بیوتیک سلماناکس

قزل‌آلای رنگین‌کمان

جیره غذایی

کیفیت فیله

### چکیده

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کیفی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از تغذیه با سطوح مختلف پری‌بیوتیک سلماناکس طراحی و اجرا شد. تعداد ۷۸۰ قطعه بچه ماهی با میانگین وزنی  $2 \pm 18$  گرم پس از تطبیق با محیط آزمایش به شکل کاملاً تصادفی با تراکم ۶۵ عدد در مخازن با حجم ۱۰۵ لیتر آب رهاسازی شدند. چهار تیمار شامل سه تیمار آزمایشی و یک تیمار شاهد (هر یک با سه تکرار) در نظر گرفته شد. ماهیان با جیره غذایی حاوی ۲، ۴ و ۶ گرم ( $T_2$ ,  $T_4$ ,  $T_6$ ) در هر کیلوگرم پری‌بیوتیک سلماناکس، به مدت ۸ هفته تغذیه شدند. پس از پایان دوره غذایی، فیله‌ها جداسازی، و پس از بسته‌بندی در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. فراسنجه‌های شیمیایی شامل پراکسید (PV)، تیوباربی‌توریک اسید (TBA) و مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)، میکروبی (شمارش باکتری‌های کل (TVC)، باکتری‌های سرماگرا (PTC) و ارزیابی حسی در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ پس از نگهداری در یخچال اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگهداری میزان PV، BA و TVB-N فیله‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ( $p < 0.05$ )، اما این افزایش در تیمارهای حاوی سلماناکس به شکل معنی‌داری کمتر بود ( $p < 0.05$ ). میزان بار باکتریایی کل (TVC) و سرماگرا (PTC) نیز در گروه شاهد طی دوره نگهداری بالاتر از تیمارهای حاوی سلماناکس بود. پایین‌ترین مقدار این شاخص‌ها در  $T_6$  مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). این پژوهش نشان داد که افزایش سطوح مختلف پری‌بیوتیک سلماناکس در جیره غذایی سبب افزایش زمان ماندگاری فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان هنگام نگهداری در یخچال می‌شود.

## مقدمه

آبزی‌پروری به‌طور مستقیم سهم حیاتی در امنیت غذایی به عنوان یک منبع غذایی و به‌طور غیرمستقیم در امرار و معاش مردم دارد (Lowitt, 2014). همچنین، ماهی یکی از منابع مهم و با ارزش پروتئین، چربی و انرژی به‌شمار می‌آید. ماهیان به‌رغم ارزش غذایی بالا از غذاهای بسیار فسادپذیر محسوب می‌شوند و نسبت به دیگر غذاهای گوشتی سریع‌تر فاسد می‌شوند. فساد ماهی ممکن است دلایل فیزیکی، شیمیایی و میکروبی داشته باشد (Haute et al. 2017).

پری‌بیوتیک‌ها (Prebiotics)، کربوهیدرات‌های غیرقابل‌هضمی (Non-digestible carbohydrates) هستند که از طریق تحریک رشد یا فعال کردن یک یا تعداد محدودی از گونه‌های باکتریایی که در روده وجود دارند، اثرات سودمندی بر میزبان داشته و سلامتی آن را بهبود می‌بخشند (Gibson, 1998; Fooks et al. 1999). پری‌بیوتیک‌ها به صورت مکمل در جیره ماهیان می‌توانند با تحریک رشد یا فعالیت باکتری‌های مفید به‌طور مؤثر بر ارتقای سلامت تأثیر بگذارند. استفاده از پری‌بیوتیک‌ها به عنوان مکمل غذایی علاوه بر کاهش نیاز به استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها موجب متعادل کردن ترکیبات غذایی از لحاظ مواد مغذی و کاهش میزان کالری غذا می‌شوند و به عنوان محرک رشد و ایمنی در صنعت آبزی‌پروری مطرح هستند (Al-Sheraji et al. 2013). پری‌بیوتیک سلماناکس (Celmanax) مکمل غذایی شامل محیط کشت مخمر، عصاره و دیواره سلولی مخمر است که هم متابولیت‌هایی دارد که به‌طور طبیعی در کشت‌های مخمر وجود دارند و هم حاوی مانان‌های مخمري است. این پری‌بیوتیک شامل قندهایی مانند بتاگلوکان‌ها، گالاتوزامین‌ها، مانوز و اولیگوساکارید مانان (MOS) است و با تأثیرگذاری بر کاهش جمعیت باکتری‌های هوازی در دستگاه گوارش ماهی، نقش مهمی در کند شدن روند فساد فیله دارد. گلوکان مانع عملکرد ریزوموجودات مضر در دستگاه گوارش شده و از این طریق روند عملکرد دستگاه ایمنی را بهبود می‌بخشد (Sakai, 1999).

مطالعاتی درباره استفاده از مکمل‌های غذایی بر رشد و نیز استفاده از ترکیبات ضد اکسایشی در جیره غذایی برای افزایش کیفیت فیله ماهیان و ماندگاری آن در زمان نگهداری

در یخچال و فریزر انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه Düğenci و همکاران (۲۰۰۳) برای تأثیر عصاره گیاهی داروаш (*Viscum album*)، گزنه (*Urtica dioica*) و زنجبیل (*Zingiber officinale*) در جیره غذایی و بررسی اثر آن بر عملکرد رشد قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncohynchus mykiss*) و مطالعه Yildiz و همکاران (۲۰۰۶) درخصوص بررسی اثر جیره‌های حاوی سطوح مختلف دی-ال آلفا-توکوفرول استات بر کیفیت چربی فیله ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان و ماندگاری آن در یخچال اشاره کرد. همچنین، در مطالعه‌ای دیگر، Zheng و همکاران (۲۰۰۹) اثر اسانس مرزنجوش یونانی (*Origanum heracleoticum*) را بر رشد و اثر ضد اکسایشی و مقاومت گریه‌ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) در برابر باکتری *Aeromonas hydrophila* بررسی کردند. با عنایت به موارد مطرح شده، این مطالعه با هدف بررسی احتمال افزایش زمان ماندگاری فیله قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه‌شده با جیره حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس طراحی و اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

## ماهی و شرایط نگهداری

در این مطالعه تعداد ۷۸۰ قطعه بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی  $2 \pm 18$  گرم با تراکم ۶۵ عدد در دوازده مخزن ۱۰۵ لیتری در کارگاه ماهیان سردآبی هامون واقع در شهرستان آزادشهر (استان گلستان) به‌طور کاملاً تصادفی توزیع شدند. مخازن دارای خروجی و گردش مداوم آب بودند که امکان ثبات فراسنجه‌های کیفی را مهیا کرده بود. آب مورد استفاده در این مطالعه از چاه تأمین شد که دارای میانگین دمای  $17.33 \pm 17.66$  °C بود. فراسنجه‌های کیفی آب شامل دما، سختی، pH، قلیائیت و شوری در طول دوره مطالعه اندازه‌گیری و ثبت شد. جهت حفظ تعادل فراسنجه‌های کیفی آب روزانه ۲ بار مخازن سیفون، و غذای باقیمانده و فضولات ماهیان خارج می‌شد. میانگین فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی آب در طول دوره مطالعه به ترتیب شامل دما  $17.33 \pm 17.66$  درجه سانتی‌گراد، pH  $7.63 \pm 0.08$ ، هدایت الکتریکی  $450.03 \pm 3012.62$  میکروموس بر

$$PV = (1000(V_1 - V_2) N/W)$$

برای اندازه‌گیری میزان تیوباربیوریک اسید (TBA) مقدار ۱۰ گرم نمونه چرخ شده ماهی را در یک بطری ریخته و سپس با ۳۵ میلی‌لیتر اسید پرکلریک به حجم رسانده شد. پس از حجم‌رسانی ۵ میلی‌لیتر از محلول بالا داخل لوله‌های آزمایش ریخته، و به مدت ۱۰ دقیقه در دور ۴۰۰۰ سانتریفیوژ شد. ۵ میلی‌لیتر از محلول بالا به لوله‌های خشک درب‌دار ریخته و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف TBA اضافه شد. لوله‌های درب‌دار در بن‌ماری با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس، جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت شد (Salih et al. 1987).

برای اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) مقدار ۱۰ گرم گوشت چرخ شده ماهی را همراه با ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر داخل بالن کج‌دال ریخته، سپس چند عدد پرل شیشه‌ای به همراه اکتان نرمال (ضد کف) به آن اضافه شد. سپس، بالن را به دستگاه وصل کرده و به آن حرارت داده شد. در انتهای دستگاه یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری نیز حاوی ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسید بوریک ۲٪ به همراه چند قطره معرف متیل رد قرار داده شد. عمل تقطیر تا گذشت ۳۰ دقیقه از زمان جوشش مواد درون بالن، یا جمع شدن حدود ۱۲۵ میلی‌لیتر مایع در ارلن مایر ادامه یافت. عمل تیتراسیون این محلول توسط اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال تا جایی ادامه یافت که اسید بوریک دوباره قرمز شد. مقدار به صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی با توجه به رابطه زیر محاسبه شد (AOAC, 2005):

$$TVB-N = ۱۴ \times \text{میزان اسید سولفوریک مصرفی}$$

#### فراسنجه‌های میکروبی

برای شمارش باکتریایی نمونه‌ها، ابتدا ۱۰ گرم از نمونه گوشت در شرایط استریل با ۹۰ میلی‌لیتر محلول نمک طعام ۰/۱۸۵٪ با کمک همزن همگن شد. از این محلول برای تهیه رقت‌های متوالی و شمارش باکتریایی مورد نظر با قرار دادن

سانتی‌متر، شوری ۰/۱۳ ± ۲/۰۱ میلی‌گرم در لیتر، قلیائیت ۲۴۰ میلی‌مول بر لیتر و سختی کل ۳۹۱/۶ میلی‌گرم در لیتر بود.

#### تغذیه ماهیان

ابتدا بچه ماهیان با پلت محصول شرکت فرادانه (شهرکرد-ایران) به مدت یک هفته برای سازگاری تغذیه شدند. برای تهیه جیره غذایی، پری‌بیوتیک سلماناکس (ساخت شرکت Arm Animal Nutrition and Hammer؛ کشور آمریکا) پس از ترکیب با آب (به میزان لازم برای تبدیل کردن پودر به خمیر سفت) همراه با ۳٪ ژلاتین برای قوام‌دهی به خوراک تهیه شده به جیره غذایی مورد استفاده افزوده شد (Gharaei et al. 2008). خمیر آماده شده از چرخ گوشت (MG-1500SP، پارس خزر، ایران) با قطر منفذ ۲ میلی‌متر عبور، و به مدت ۵ ساعت در آون (۴۰ °C) خشک و پس از بسته‌بندی در کیسه‌های نایلونی مناسب در یخچال ۴ °C تا زمان مصرف نگهداری شد. غذاهای بر اساس مشاهدات و مدت زمان مصرف غذا توسط ماهیان به میزان ۵٪ توده زنده به مدت ۸ هفته انجام گرفت.

#### فراسنجه‌های شیمیایی

مقدار پراکسید (Peroxide Value) مطابق روش Egan و همکاران (۱۹۹۷) سنجیده شد. ابتدا مقدار ۰/۳ گرم چربی داخل یک فلاسک شیشه‌ای ۲۵۰ میلی‌لیتری درب‌دار ریخته شد. چربی در ۱۰ میلی‌لیتر حلال (مخلوطی از کلروفرم-اسید استیک) همراه با تکان دادن ظرف حل شد. سپس، مقدار ۱ میلی‌لیتر محلول اشباع یدید پتاسیم به آن اضافه، و بلافاصله درب آن بسته و به مدت ۵ دقیقه در محیط تاریک قرار داده شد. بعد از طی این زمان، مقدار ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه، و تکان داده شد. سپس، نمونه با استفاده از  $Na_2S_2O_3$  ۰/۰۱ نرمال تا ناپدید شدن رنگ زرد توسط بورت دیجیتالی تیترو شد. در ادامه، ۱ میلی‌لیتر از محلول ۰/۱۵٪ نشاسته به نمونه اضافه شد و عملیات تیتراسیون تا ناپدید شدن رنگ آبی ادامه یافت. هم‌زمان یک تست بدون چربی به عنوان شاهد نیز انجام شد. میزان پراکسید از رابطه زیر محاسبه شد:

در محیط کشت و دمای مخصوص هر باکتری استفاده شد. تعداد باکتری‌های کل و باکتری‌های سرماگرا در محیط پلیت کانت آگار به ترتیب در دمای ۳۷ °C به مدت ۲ روز و ۱۰ °C به مدت ۷ روز با شمارش پرگنه‌های موجود بر روی پلیت انجام شد. شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک و اینتروباکتری‌ها در محیط بی‌هوازی و به ترتیب در محیط کشت‌های ام آر اس- آگار و وی آر بی جی- آگار در دمای ۳۰ °C به مدت ۲ تا ۳ روز و به روش پور پلیت انجام شد. تمامی شمارش‌ها به صورت  $\log_{10}$  CFU/g گزارش شد (Arashisar et al. 2004).

### تجزیه و تحلیل آماری

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، برای بررسی تأثیر تیمارها و زمان نگهداری از طرح کاملاً تصادفی و تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) استفاده شد. در صورت وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵٪ و برای ارزیابی داده‌های حسی از آزمون ناپارامتریک کوروسکال والیس استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

### ارزیابی حسی

به منظور ارزیابی شاخص‌های حسی فیله ماهیان به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد بخارپز شدند. به این منظور از یک گروه پانل متشکل از ۵ فرد آموزش دیده استفاده شد. پرسشنامه مورد نظر مطابق روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (از عالی تا بسیار نامطلوب) انجام شد و صفات طعم و مزه، قوام، رنگ، بو، احساس دهانی و پذیرش کلی نوشیدنی توسط داوران بررسی شد. سپس داده‌های کیفی (غیر پارامتریک) به داده‌های کمی (پارامتریک) تبدیل شد. همچنین، بسته به درجه اهمیت شاخص‌های مورد بررسی، شاخص پذیرش کلی ضریب ۴، طعم و مزه ضریب ۳، بو، قوام و غلظت و احساس دهانی ضریب ۲ و رنگ ضریب ۱ را دریافت کرد. ضرایب با اعمال تغییراتی در روش Meilgaard و همکاران (۱۹۹۹) تعیین شد.

### نتایج

نتایج تغییرات مقدار پراکسید (PV) (میلی‌اکی والان O<sub>2</sub> بر کیلوگرم چربی) فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در تیمارهای مختلف حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس نشان داد با گذشت زمان در همه تیمارهای آزمایشی میزان اسیدهای چرب آزاد افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۱)، به طوری که در همه تیمارها بالاترین مقدار آن در روز ۱۲ مشاهده شد که در مقایسه با روز صفر اختلاف معنی‌دار داشت (p < ۰/۰۵). مقایسه تیمارهای ۲ (T<sub>2</sub>)، ۴ (T<sub>4</sub>) و ۶ (T<sub>6</sub>) گرم در هر کیلوگرم جیره در روزهای صفر، ۳، ۶ و ۱۲ با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار نشان نداد (p > ۰/۰۵). با وجود این، در روز ۹ در T<sub>2</sub> و T<sub>6</sub> اختلاف معنی‌دار با گروه شاهد و T<sub>2</sub> مشاهده شد (p < ۰/۰۵) که این افزایش در تیمار ۶ گرم بیشترین مقدار بود (جدول ۱).

جدول ۱ میزان پراکسید تولید شده در (میلی‌اکی والان O<sub>2</sub> بر کیلوگرم چربی) فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره های حاوی سطوح مختلفی از پری‌بیوتیک سلماناکس.

تیمار	زمان (روز)				
	صفر	۳	۶	۹	۱۲
شاهد	۱/۹۶ ± ۰/۷۲ <sup>Aa</sup>	۲/۱۵ ± ۰/۱۶ <sup>Aa</sup>	۲/۷۰ ± ۰/۰۹ <sup>Ab</sup>	۳/۶ ± ۰/۰۶ <sup>Bc</sup>	۴/۵۵ ± ۰/۰۶ <sup>Ad</sup>
T <sub>2</sub>	۱/۸۱ ± ۰/۱۲ <sup>Aa</sup>	۲/۱۰ ± ۰/۱۴ <sup>Aa</sup>	۲/۵۹ ± ۰/۱۴ <sup>Ab</sup>	۳/۸۸ ± ۰/۰۴ <sup>ABc</sup>	۴/۴۸ ± ۰/۰۳ <sup>Ad</sup>
T <sub>4</sub>	۱/۷۸ ± ۰/۱۱ <sup>Aa</sup>	۲/۰۳ ± ۰/۱۵ <sup>Aa</sup>	۲/۵۱ ± ۰/۱۱ <sup>Ab</sup>	۳/۷۳ ± ۰/۰۳ <sup>Ac</sup>	۴/۴۰ ± ۰/۰۹ <sup>Ad</sup>
T <sub>6</sub>	۱/۷۳ ± ۰/۰۹ <sup>Aa</sup>	۲/۰۰ ± ۰/۱۵ <sup>Aa</sup>	۲/۵۱ ± ۰/۰۹ <sup>Ab</sup>	۳/۷۷ ± ۰/۰۵ <sup>Ac</sup>	۴/۳۱ ± ۰/۰۸ <sup>Ad</sup>

\*حروف کوچک متفاوت (a,b,c) در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) در زمان‌های متفاوت است؛ حروف متفاوت بزرگ (A,B) در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف است (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=60$ ).

تیمارها افزایش یافت که در مقایسه با روز صفر دارای اختلاف معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ). تمام تیمارهای حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس مقدار TBA کمتری نسبت به گروه شاهد بودند و بیشترین مقدار TBA مربوط به گروه شاهد کمترین مقدار آن متعلق به T<sub>6</sub> بود که بین روزهای نمونه‌گیری معنی‌دار بود (جدول ۲).

میزان پراکسید در روز صفر در تیمارهای مختلف دارای اختلاف قابل ملاحظه‌ای بود. نتایج تغییرات مقدار اسید تیوباربیئوریک (TBA؛ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت) فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای مختلف حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس نشان داد که با گذشت زمان (از روز صفر تا دوازدهم) میزان اسید تیوباربیئوریک در همه

جدول ۲ تأثیر جیره مکمل‌سازی شده با پری‌بیوتیک سلماناکس بر اسید تیوباربیئوریک (میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت) فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در یخچال.

تیمار	زمان (روز)				
	صفر	۳	۶	۹	۱۲
شاهد	۰/۴۱ $\pm$ ۰/۰۰۵ <sup>Ba</sup>	۰/۶۳ $\pm$ ۰/۰۰۳ <sup>Ab</sup>	۰/۶۷ $\pm$ ۰/۰۰۸ <sup>Dc</sup>	۰/۷۲ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>Cd</sup>	۰/۷۶ $\pm$ ۰/۰۱۷ <sup>Ce</sup>
T <sub>2</sub>	۰/۳۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ <sup>Aab</sup>	۰/۵۸ $\pm$ ۰/۰۰۵ <sup>Ab</sup>	۰/۶۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ <sup>Cc</sup>	۰/۶۳ $\pm$ ۰/۰۰۸ <sup>Bd</sup>	۰/۶۸ $\pm$ ۰/۰۰۸ <sup>Be</sup>
T <sub>4</sub>	۰/۲۸ $\pm$ ۰/۰۰۳ <sup>Aa</sup>	۰/۴۸ $\pm$ ۰/۰۰۵ <sup>Ab</sup>	۰/۴۵ $\pm$ ۰/۰۱۷ <sup>Bb</sup>	۰/۵۹ $\pm$ ۰/۰۰۲ <sup>Bc</sup>	۰/۵۵ $\pm$ ۰/۰۲۶ <sup>Bd</sup>
T <sub>6</sub>	۰/۰۰۰ <sup>Aa</sup>	۰/۲۴ $\pm$ ۰/۰۰۶ <sup>Ab</sup>	۰/۳۳ $\pm$ ۰/۰۰۸ <sup>Ac</sup>	۰/۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ <sup>Ad</sup>	۰/۴۶ $\pm$ ۰/۰۱۷ <sup>Ae</sup>

\* حروف کوچک متفاوت (a,b,c,d,e) در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) در زمان‌های متفاوت است؛ حروف متفاوت بزرگ (A,B) در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف است (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=60$ ).

TVB-N در طول زمان نگهداری در همه تیمارها افزایش معنی‌داری یافت ( $p < 0.05$ ). میزان TVB-N در نمونه شاهد بیش از دیگر تیمارها و کمترین مقدار در T<sub>6</sub> (جدول ۳).

نتایج تغییرات مقدار بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی) فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای مختلف تغذیه شده با جیره حاوی سطوح متفاوت پری‌بیوتیک سلماناکس نشان داد که میزان

جدول ۳ تأثیر سطوح مختلف پری‌بیوتیک سلماناکس در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر مجموع بازهای نیتروژن فرار (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی) در فیله طی نگهداری در یخچال.

تیمار	زمان (روز)				
	صفر	۳	۶	۹	۱۲
شاهد	۱۸/۲۰ $\pm$ ۱/۴ <sup>Ba</sup>	۲۰/۰۶ $\pm$ ۲/۴۶ <sup>Ba</sup>	۲۰/۰۶ $\pm$ ۲/۰۳ <sup>Aa</sup>	۲۵/۲۰ $\pm$ ۱/۶۱ <sup>ABb</sup>	۳۰/۸۰ $\pm$ ۱/۶۱ <sup>Bc</sup>
T <sub>2</sub>	۱۷/۲۶ $\pm$ ۱/۶۰ <sup>ABa</sup>	۲۰/۵۳ $\pm$ ۱/۶۸ <sup>Aa</sup>	۲۱/۴۶ $\pm$ ۲/۰۳ <sup>Ab</sup>	۲۳/۳۳ $\pm$ ۱/۶۸ <sup>Bb</sup>	۲۸/۴۶ $\pm$ ۱/۲۳ <sup>Bc</sup>
T <sub>4</sub>	۱۷/۲۶ $\pm$ ۰/۴۶ <sup>Aa</sup>	۱۹/۱۳ $\pm$ ۰/۴۶ <sup>Aa</sup>	۲۰/۰۶ $\pm$ ۳/۰۶ <sup>ABab</sup>	۲۱/۹۲ $\pm$ ۱/۶۸ <sup>Bb</sup>	۲۸/۴۶ $\pm$ ۱/۲۳ <sup>Bc</sup>
T <sub>6</sub>	۱۸/۴۰ $\pm$ ۱/۲۳ <sup>Ba</sup>	۱۸/۵۳ $\pm$ ۰/۸۰ <sup>Aa</sup>	۲۱/۹۳ $\pm$ ۲/۰۳ <sup>Ac</sup>	۲۱/۰۰ $\pm$ ۰/۸۰ <sup>Ab</sup>	۲۷/۰۶ $\pm$ ۲/۸۳ <sup>ABd</sup>

\* حروف کوچک متفاوت (a,b,c) در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) در زمان‌های متفاوت است؛ حروف متفاوت بزرگ (A,B) در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف است (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=60$ ).

TVC در تیمارهای حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس در مقایسه با گروه شاهد کمتر بود. بیشترین میزان TVC در تیمار شاهد و کمترین میزان در T<sub>6</sub> در پایان دوره مشاهده شد (جدول ۴).

نتایج تغییرات بار باکتریایی کل (Log<sub>10</sub>CFU/g) TVC فیله قزل‌آلای رنگین کمان در تیمارهای مختلف حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس نشان داد که با گذشت زمان میزان بار باکتری‌های کل در همه تیمارها افزایش یافت. میزان

جدول ۴ تأثیر سطوح مختلف پری‌بیوتیک سلماناکس در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بر بار باکتریایی کل (Log<sub>10</sub>CFU/g) در فیله طی نگهداری در یخچال.

تیمار	زمان (روز)				
	صفر	۳	۶	۹	۱۲
شاهد	۳/۱۳ ± ۰/۰۱ Aa	۴/۳۳ ± ۰/۰۳ Ab	۵/۱۷ ± ۰/۰۹ Ac	۶/۴۱ ± ۰/۰۵ Ad	۷/۳۳ ± ۰/۰۳ Ae
T <sub>2</sub>	۳/۰۱ ± ۰/۰۴ BAa	۴/۱۹ ± ۰/۰۴ Bb	۴/۴۲ ± ۰/۰۶ Bb	۴/۵۸ ± ۰/۰۶ Bb	۵/۹۵ ± ۰/۰۹ Bc
T <sub>4</sub>	۲/۹۲ ± ۰/۰۴ Ba	۳/۲۳ ± ۰/۰۵ Cb	۳/۶۳ ± ۰/۰۵ Cc	۳/۹۸ ± ۰/۰۶ Bd	۴/۴۰ ± ۰/۰۷ Ce
T <sub>6</sub>	۲/۳۳ ± ۰/۰۴ Ca	۲/۹۰ ± ۰/۰۲ Db	۳/۴۲ ± ۰/۰۹ Cc	۳/۸۵ ± ۰/۰۴ Bd	۴/۲۵ ± ۰/۰۷ Ce

\* حروف کوچک متفاوت (a,b,c,d,e) در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) در زمان‌های متفاوت می‌باشد؛ حروف متفاوت بزرگ (A,B) در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف می‌باشد (میانگین ± انحراف معیار؛ n=۶۰).

با گذشت زمان در همه تیمارها افزایش یافت و در پایان دوره بیشترین میزان PTC در گروه شاهد و کمترین میزان در T<sub>6</sub> مشاهده شد (جدول ۵).

نتایج تغییرات بار باکتری‌های سرماگرا (Log<sub>10</sub> CFU/g) PTC در تیمارهای مختلف فیله قزل‌آلای رنگین کمان حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس نشان داد که بار باکتری‌های سرماگرا

جدول ۵ تأثیر سطوح مختلف پری‌بیوتیک سلماناکس در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بر بار باکتریایی سرماگرا (log<sub>10</sub> CFU/g) در فیله طی نگهداری در یخچال.

تیمار	زمان (روز)				
	صفر	۳	۶	۹	۱۲
شاهد	۳/۴۰ ± ۰/۰۵ Aa	۴/۸۷ ± ۰/۰۷ Ab	۵/۳۳ ± ۰/۰۷ Ac	۶/۵۱ ± ۰/۰۳ Ad	۷/۲۴ ± ۰/۰۴ Ae
T <sub>2</sub>	۲/۸۲ ± ۰/۰۶ Ba	۳/۶۶ ± ۰/۰۶ Bb	۴/۶۵ ± ۰/۰۳ Bc	۵/۴۶ ± ۰/۰۶ Bd	۶/۵۵ ± ۰/۰۴ Be
T <sub>4</sub>	۲/۶۵ ± ۰/۰۵ CBa	۲/۸۱ ± ۰/۰۹ Ca	۴/۳۹ ± ۰/۰۸ Bb	۴/۷۲ ± ۰/۰۸ Cc	۵/۴۱ ± ۰/۰۹ Cd
T <sub>6</sub>	۲/۴۸ ± ۰/۰۴ Ca	۲/۷۰ ± ۰/۰۷ Ca	۳/۵۴ ± ۰/۰۱۱ Cb	۳/۹۸ ± ۰/۰۶ Dc	۴/۶۲ ± ۰/۰۱۴ Dd

\* حروف کوچک متفاوت (a,b,c,d,e) در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) در زمان‌های متفاوت می‌باشد؛ حروف متفاوت بزرگ (A,B) در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف می‌باشد (میانگین ± انحراف معیار؛ n=۶۰).

و طعم بین گروه شاهد با تیمارهای حاوی سلماناکس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $p < 0.05$ )، ولی در روز ۱۲ از نظر شاخص بافت بین این دو گروه اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $p < 0.05$ )، اما از نظر شاخص بو، طعم و ظاهر

نتایج مربوط به ارزیابی حسی فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نشان داد که هر چهار شاخص حسی بافت، بو، ظاهر و طعم با گذشت زمان دارای اختلاف معنی‌دار بودند ( $p < 0.05$ ). در روز صفر از نظر شاخص حسی بافت، بو، ظاهر



هیچ اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود نداشت ( $p > 0.05$ );  
جدول ۶).

جدول ۶ نتایج ارزیابی حسی فیله‌های شاهد و تیمار شده با پری‌بیوتیک سلماناکس طی دوره نگهداری در یخچال.

شاخص	تیمار	زمان (روز)			
		صفر	۳	۶	۹
بافت	شاهد	۱۴ <sup>Aa</sup>	۱۰/۱۷ <sup>Ab</sup>	۸/۱۷ <sup>Ac</sup>	۵ <sup>Ad</sup>
	T <sub>2</sub>	۱۴ <sup>Aa</sup>	۱۱ <sup>Bb</sup>	۶/۵۰ <sup>Bc</sup>	۶/۵۰ <sup>Bc</sup>
	T <sub>4</sub>	۱۳/۵۰ <sup>Ba</sup>	۱۱/۱۷ <sup>Bb</sup>	۷/۶۷ <sup>Cc</sup>	۵/۱۷ <sup>Ad</sup>
	T <sub>6</sub>	۱۳ <sup>Ca</sup>	۱۱/۵۰ <sup>Cb</sup>	۸/۵۰ <sup>Dc</sup>	۵ <sup>Ad</sup>
بو	شاهد	۱۴ <sup>Aa</sup>	۱۱ <sup>Ab</sup>	۸ <sup>Ac</sup>	۵ <sup>Ad</sup>
	T <sub>2</sub>	۱۴ <sup>Aa</sup>	۱۱ <sup>Ab</sup>	۸ <sup>Ac</sup>	۵ <sup>Ad</sup>
	T <sub>4</sub>	۱۴ <sup>Aa</sup>	۱۱ <sup>Ab</sup>	۸ <sup>Ac</sup>	۵ <sup>Ad</sup>
	T <sub>6</sub>	۱۴ <sup>Aa</sup>	۱۱ <sup>Ab</sup>	۸ <sup>Ac</sup>	۵ <sup>Ad</sup>
ظاهر	شاهد	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۸ <sup>Ab</sup>	۵ <sup>Ac</sup>
	T <sub>2</sub>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۸ <sup>Ab</sup>	۵ <sup>Ac</sup>
	T <sub>4</sub>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۸ <sup>Ab</sup>	۵ <sup>Ac</sup>
	T <sub>6</sub>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۸ <sup>Ab</sup>	۵ <sup>Ac</sup>
طعم	شاهد	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۸ <sup>Ab</sup>	۴ <sup>Ac</sup>
	T <sub>2</sub>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۸ <sup>Ab</sup>	۵ <sup>Bc</sup>
	T <sub>4</sub>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۷/۵۰ <sup>Bb</sup>	۵/۵۰ <sup>Cc</sup>
	T <sub>6</sub>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۱۲/۵۰ <sup>Aa</sup>	۸ <sup>Ab</sup>	۵ <sup>Bc</sup>

\*حروف کوچک متفاوت (a,b,c) در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) در زمان‌های متفاوت است؛ حروف متفاوت بزرگ (A,B) در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف است (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=60$ ).

## بحث

مطالعه، اکرمی (۱۳۸۷) گزارش کرد که اینولین روی ترکیبات لاشه فیل‌ماهی جوان مؤثر بود. همچنین، در مطالعه‌ای دیگر روی ارزیابی حسی، شیمیایی و میکروبی فیله شاه‌ماهی قرمز (*Mullus barbatus*) نیز میزان اسیدهای چرب آزاد در طی زمان نگهداری افزایش معنی‌داری یافت (Ozyurt et al. 2009)، اما همان‌طور که در این مطالعه مشخص شد میزان اسید چرب طی مدت نگهداری در یخچال با افزایش سطح استفاده پری‌بیوتیک سلماناکس کاهش پیدا کرد که این امر خواص ضد اکسایشی پری‌بیوتیک‌ها را تأیید می‌کند. حداکثر میزان قابل قبول اسیدهای چرب آزاد در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی با

میزان اسیدهای چرب شاخصی برای اندازه‌گیری فساد در ماهی است و افزایش آن پس از مرگ ماهی و در طول مدت نگهداری، نشان‌دهنده فساد هیدرولیتیک چربی است (Chen et al. 2008). گلیسریدها، گلیکولیپیدها و فسفولیپیدها به وسیله آنزیم‌های لیپاز و فسفولیپاز هیدرولیز شده و به اسیدهای چرب آزاد و در ادامه روند اکسایش، چربی به آلدئید و کتون‌ها تبدیل می‌شوند. در مطالعه حاضر، با افزایش سطح پری‌بیوتیک در جیره، میزان اسید چرب آزاد کاهش پیدا کرد، اما تفاوت معنی‌داری در تیمارها و گروه شاهد مشاهده نشد. هم‌راستا با نتایج به دست آمده در این



تازگی و کیفیت خوب ماهی است. معمولاً میزان ۱-۲ میلی‌گرم مالوندی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی به عنوان حد قابل قبول TBA در نظر گرفته می‌شود، به طوری که بالاتر از این مقدار بوی نامطبوع در ماهی ایجاد خواهد شد (Connell, 1990). در نمونه‌های آزمایشی میزان TBA تا پایان زمان ماندگاری در حد قابل قبول قرار داشت. میزان TBA برای تمامی تیمارها در روز صفر پایین بود که مشابه نتایج مطالعات (Ozogul et al. 2005) روی مارماهی *Anguilla anguilla* بود. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه زرگر و همکاران (۱۳۹۳) در تأثیر پوشش خوراکی کازئینات سدیم بر کیفیت ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در طی نگهداری در یخچال مطابقت داشت. کاهش میزان TBA ممکن است به دلیل کاهش هیدروپراکسیدها و واکنش بین مالون دی‌آلدئید با پروتئین‌ها و آمینواسیدهایی باشد که باعث کاهش مقادیر مالون دی‌آلدئید و متعاقباً کاهش TBA می‌شود.

در مطالعه حاضر، میزان بازهای نیتروژنی فرار در تمام تیمارها افزایش معنی‌داری یافت. افزایش میزان TVB-N در طول دوره نگهداری را می‌توان با فعالیت‌های باکتری‌های مولد فساد و آنزیم‌های درونی مرتبط دانست (Fan et al. 2009). حداکثر میزان قابل قبول TVB-N، ۲۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی اعلام شده است (Ojagh et al. 2010). میزان TVB-N در روز صفر پایین‌تر از حد قابل قبول بود و با گذشت زمان مقدار آن نیز افزایش نشان داد به طوری که در روز پایانی (روز ۱۲) در همه تیمارهای آزمایشی نسبت به روز صفر افزایش معنی‌داری مشاهده شد. مقایسه T6 با گروه شاهد نشان داد که فقط این تیمار اختلاف معنی‌دار دارد و بقیه تیمارهای آزمایشی با وجود کاهش میزان TVB-N اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نداشتند. مقدار TVB-N در T6 با وجود کاهش، بالاتر از میزان قابل قبول بود. نتایج این تحقیق نشان داد که مجموع بازهای نیتروژنی فرار در طی دوره روند افزایشی داشت، ولی در تیمارهای حاوی سلماناکس با روند کندتری پیش رفت، از آنجا که TVB-N عمدتاً در اثر تجزیه باکتریایی گوشت ماهی ایجاد می‌شود، افزایش بار باکتریایی در طول دوره را

منشأ حیوانی، ۱/۲۵٪ کل بر اساس اسیداولئیک است (Rodriguez et al. 2008). در مطالعه حاضر میزان اسیدهای چرب آزاد در گروه شاهد و تیمارهای آزمایشی با گذشت زمان افزایش داشت، به طوری که در روز پایانی (روز ۱۲) بالاترین مقدار را در تیمارهای آزمایشی داشت. میزان اسیدهای چرب آزاد در تیمارهای حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس در پایان دوره آزمایش نسبت به گروه شاهد کاهش داشت و این کاهش در تیمار ۶ گرم در کیلوگرم معنی‌داری بود. این اختلاف معنی‌دار در T6 در میزان اسیدهای چرب آزاد در مقایسه با گروه شاهد را می‌توان با محدود کردن فعالیت‌های آنزیم‌های کتالیز کننده هیدرولیز چربی مربوط دانست (Fan et al. 2008).

میزان پراکسید شاخص اکسایش لیپیدهاست و برای اندازه‌گیری محصولات اولیه اکسایش یعنی هیدروپراکسیدها به کار می‌رود. در مرحله اول اکسایش، به واسطه اتصال اکسیژن به باند دوگانه اسیدهای چرب غیراشباع، هیدروپراکسیدها تشکیل می‌شوند (Lin and Lin. 2004). تیمارهای حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس در مقایسه با گروه شاهد روند کاهشی داشتند که این امر ممکن است به دلیل واکنش‌های ثانویه اکسایش و تولید ترکیبات کربونیلی مانند استالددئید، پروپیونالدئید و استن و اسیدهای چرب فرار مانند اسید کاپروئیک، اسید پروپیونیک و گازهای فرار باشد (Vidya and Srikar, 1996).

افزایش مقدار TBA طی نگهداری در یخچال ممکن است ناشی از د-هیدروژن شدن جزئی بافت ماهی و افزایش اکسایش اسیدهای چرب غیر اشباع باشد (Song et al. 2011). از نقطه نظر زمان میزان اسید تیوباربتوریک برای تمام تیمارها در طی زمان نگهداری افزایش معنی‌داری را نشان داد که با نتایج Masnium و همکاران (۲۰۰۵) بر روی عضله ماهی باس دریایی در بسته بندی با خلأ مطابقت داشت. روند این شاخص با گذشت زمان (روزهای صفر تا ۱۲) در همه تیمارهای آزمایشی افزایشی بود، اما در روز پایانی مقدار این شاخص به طور معنی‌دار در تیمارهای حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس کمتر از میزان گروه شاهد بود. این کاهش معنی‌دار بود و کمترین میزان این شاخص نیز در T6 مشاهده شد. میزان بسیار پایین اسید تیوباربتوریک (TBA) اولیه بیانگر

مشاهده شد و با گروه شاهد اختلاف معنی داری را نشان داد. روند کاهش PTC به دست آمده در مطالعه حاضر با تحقیقات Konca و همکاران (۲۰۰۹) و Kim و همکاران (۲۰۱۶) در به کارگیری از پری بیوتیک مانان اولیگوساکارید در جیره جوجه های گوشتی و فیله های به دست آمده از آنها و نگهداری شده در شرایط سرمایی، مطابقت داشت. هر چند گزارش های علمی کمی در خصوص به کارگیری پری بیوتیک ها در جیره ماهیان پرورشی با اهداف بررسی شاخص های فساد و بررسی باکتری های سرما دوست در فیله های نگهداری شده آنها در سرما وجود دارد، با وجود این، تحقیق حاضر و تحقیقات آینده، یافته های بیشتری را در این خصوص ارائه خواهند کرد. بیشینه مطالعات صورت گرفته در استفاده از برخی ترکیبات پلی ساکاریدی مانند کیتوزان در نگهداری فیله های ماهی در شرایط سرمایی بوده است. نتایج به دست آمده از این تحقیق نیز مشابه تحقیق Fernandez-Size و همکاران (۲۰۱۳) در به کارگیری از کفشک (*Solea solea*) و Hake (*Merluccius merluccius*) بود.

نتایج حاصل از ارزیابی کیفیت بافت بیانگر این بود که با گذشت زمان کیفیت بافت در تیمارها و شاهد کاهش پیدا کرد و بالاترین کیفیت در روزهای صفر مشاهده شد که این امر ممکن است ناشی از تغییر ماهیت پروتئین ها و کاهش ظرفیت نگهداری آب باشد (میر صادقی و همکاران، ۱۳۹۴). در تحقیق حاضر، نمونه های فیله ماهی که امتیاز آن ها بالای ۴ باشد قابل مصرف تشخیص داده شد. بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی نمونه های شاهد و تیمارهای حاوی پری بیوتیک سلملناکس تا روز ۹ قبل قبول بودند و در روز ۱۲ در همه تیمارها غیر قابل قبول برای مصرف بودند. دوره نگهداری در تیمارها ممکن است ناشی از فعالیت میکروبی و فساد شیمیایی به خصوص اکسایش چربی و بازهای نیتروژن فرار باشد (Rodriguez et al. 2008; Kostaki et al. 2009). با این تفاسیر استفاده از پری بیوتیک سلملناکس موجب حفظ کیفیت فیله قزل آلاهی رنگین کمان شده و فسادپذیری آن را در مدت زمان نگهداری در یخچال کاهش داد. همواره کاهش فسادپذیری محصولات دریایی از

نیز می توان دلیلی برای این مورد دانست (Ojagh et al. 2010).

رشد میکروبها عامل اصلی فساد مواد غذایی است. میزان بار میکروبی اولیه در فیله های ماهی قزل آلاهی رنگین کمان، در پژوهش حاضر در نمونه شاهد  $\log CF/g$  ۴/۳۳ بود و در انتهای دوره (پایان روز دوازدهم) به  $\log CFU/g$  ۷/۳۳ رسید که نشان می دهد ماهی فاسد شده است. طبق استاندارد، میزان بار میکروبی باید  $\log CFU/g$  ۶ باشد (Venugopal, 2006). فیله های ماهی قزل آلا در نمونه شاهد در روز ششم به میزان مجاز TVC رسید. البته تیمارهایی که با غذای مکمل شده با پری بیوتیک سلملناکس تغذیه شده بودند، میزان TVC در پایان دوره به طور معنی دار از گروه شاهد کمتر بود و کمترین مقدار آن نیز در  $T_6$  مشاهده شد. جمعیت میکروبی گوشت ماهی به دلیل عوامل محدود کننده حاصل از رشد خودشان بیشتر از حدود  $\log CFU/g$  ۸ افزایش نمی یابد. افزایش کل باکتری برای تیمارها در طول دوره نگهداری به میزان دستکاری، میزان بهداشت در روش های عمل آوری و میزان اولیه باکتری بستگی دارد (Chidanandaiah et al. 2007). کمتر بودن میزان بار باکتریایی در تیمارهای دارای سلملناکس نشان می دهد که سلملناکس در کاهش بار باکتریایی نقش مؤثری دارد (Chidanandaiah et al. 2007).

جمعیت باکتری های سرماگرای گرم منفی (PTC)، ریزموجودات مسؤل فساد محصولات شیلاتی نگهداری شده به صورت سرد هستند. این باکتری ها ترکیبات متابولیتی مختلفی مانند کتون آلدئید (حاصل از تجزیه لیپید)، سولفیدهای فرار و آمین های بیوژنیک تولید می کنند (Safari and Yosefian, 2006). بیشترین حد پیشنهاد شده برای PTC در فیله ماهی  $\log CFU/g$  ۷ است (Savvaidis et al. 2002). میزان باکتری سرما دوست در گروه شاهد به بالای حد مجاز رسید، اما در دیگر تیمارها پایین تر از حد مجاز  $\log CFU/g$  ۷ بود، در ابتدای دوره در همه تیمارهای آزمایشی میزان PTC کمتر از حد مجاز بود، ولی با گذشت زمان و رسیدن به پایان دوره این باکتری ها در همه تیمارها افزایش داشتند و در تیمار حاوی پری بیوتیک سلملناکس، کمتر از حد مجاز بود و کمترین آن نیز در  $T_6$

زرگر، م.، یگانه، س.، رضوی، س.ه.، اجاق، س.م. ۱۳۹۳. تأثیر پوشش خوراکی کازئینات سدیم بر کیفیت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در دمای یخچال. علوم و صنایع غذایی ۴۴: ۸۱-۷۱.

میر صادقی، ح.، عالیشاهی، ع.، شعبان‌پور، ب.، صفری، ر. ۱۳۹۴. اثر عصاره‌های سیر و لیمو بر خواص ارگانولپتیک تخم نمک‌سود ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchoryncus mykiss*) طی نگهداری در یخچال. بهره‌برداری و پرورش آبزیان ۹: ۷۰-۶۳.

Al-Sheraji, S.H., Ismail, A., Manap, M.Y., Mustafa, S., Yusof, R.M., Hassan, F.A. 2013. Prebiotics as functional foods: a review. *Journal of Functional Foods* 5: 1542-1553.

AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International* (18<sup>th</sup> ed.). MD, Gaithersburg, USA Association of Official Analytical Chemistry.

Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, M., Yanik, T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology* 97: 209-214.

Chen, H., Huang, Y. 2008. Rheological properties of HPMC enhanced surimi analyzed by small-and larg-strain tests-II: effect of water content and ingredients. *Journal of Food Hydrocolloids* 22: 313-322.

Chidanandaiah, Keshri, R.C., Sanyal, M.K. 2007. Effect of sodium alginate coating with preservatives the quality of meat patties during refrigerated (4 °C) storage. *Journal of Food Muscle* 20: 275-292.

Connell, J.P. 1990. Context, self, and action: A motivational analysis of self-system processes across the life span. In Cicchetti, D., Beeghly, M. (Eds.), *The self in transition: Infancy to childhood*. University of Chicago Press, 61-97

مهم‌ترین موارد مورد توجه مصرف‌کنندگان بوده است. در مجموع نیاز به بررسی گونه‌های دیگر پرورشی برای افزایش اطمینان به نتایج به‌دست آمده ضروری به نظر می‌رسد.

## منابع

اکرمی، ر. ۱۳۸۷. تأثیر اینولین به عنوان پری‌بیوتیک بر رشد، بازماندگی و فلور باکتریایی دستگاه گوارش فیلماهی جوان (*Huso huso*). رساله دکترای شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۶۷ صفحه.

Egan, H., Kirk, R.S., Sawyer, R. 1997. *Pearson's Chemical Analysis of Foods*. Longman Scientific and Technical, 609-634.

Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Chi, Y. 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry* 115: 66-70.

Fernández-Saiz, P., Sánchez, G., Soler, C., Lagaron, J. M. 2013. Chitosan films for the microbiological preservation of refrigerated sole and hake fillets. *Food Control* 34: 61-68.

Fooks, L.J., Fuller, R., Gibson, G.R. 1999. Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. *International Dairy Journal* 9: 53-61.

Gharaei, A., Esmaili-sari, A., Jafari-Shemoshaki, V., Ghaffari, M. 2008. Belugo (*Huso huso*, Brandet 1869) bioenergetics under dietary methylmercury. *Fish Physiology and Biochemistry* 34: 473-482.

Gibson, G.R. 1998. Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics. *British Journal of Nutrition* 129: 1438S-1441S.

Haute. S.V., Raes, K., Devlieghere, K., Sampers, I. 2017. Combined use of cinnamon essential oil MAP/vacuum packaging to increase the microbial and sensorial shelf life of lean pork and

- salmon. Food Packaging and Shelf Life 12: 51-58.
- Kim, H.W., Yan, F.F., Hu, J.Y., Cheng, H.W. Kim, Y.H.B. 2016. Effects of probiotics feeding on meat quality of chicken breast during post-mortem storage. Poultry Science 95: 1457-1464.
- Konca, Y., Kirkpınar, F., Selim, M. 2009. Effects of Mannan-oligosaccharides and live yeast in diets on the carcass, cut yields, meat composition and color of finishing turkeys. Journal of Animal Sciences. 22: 550-556.
- Kostaki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G. 2009. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. Journal of Food Microbiology 26: 475-482
- Lin, C.C., Lin, C.S. 2004. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillet by glazing with tea. Food Chemistry 16: 169-175.
- Lowitt, K.N. 2014. A coastal Foodscape: examining the relationship between changing fisheries and community food security on the west coast of new found land. Ecology and Society 19: 48.
- Masniem, P., Benjakul, S., Visessanguan, W. 2005. Collagen changes in refrigerated sea bass muscle treated with pyrophosphate and stored in modified atmosphere packaging. Journal of European Food Research Technology 220: 322-325.
- Meilgaard, M., Civille, G., Carr, V. 1999. Sensory Evaluation Techniques. 3rd Edition. CRC Press, USA, 632 p.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., Hosseini, S.M.H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Journal of Food Chemistry 120: 193-198.
- Ozogul, Y., Ozyurt, G., Ozogul, F., Kuley, E., Polat, A. 2005. Freshness assessment of European (*Anguilla Anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. Journal of Food Chemistry 92: 745-751.
- Ozyurt, G., Kuley, E., Ozkutuk, S., Ozogul, F. 2009. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. Journal of Food Chemistry 114: 505-510.
- Rodriguez, A., Carriles N.M., Cruz, J., Aubourg, P. 2008. Changes in the of farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice. LWT-Food Science and Technology 41: 1726-1732.
- Safari, R., Yosefian, M. 2006. Changes in TVN (Total Volatile Nitrogen) and psychrotrophic bacteria in Persian sturgeon Caviar (*Acipenser persicus*) during processing and cold storage. Journal of Applied Ichthyology 22: 416-418.
- Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. Aquaculture 172: 63-92.
- Salih, A.M., Smith, D.M., Price, J.F., Dawson, L.E. 1987. Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry. Poultry Science 66: 1483-1488.
- Savvaidis, I.N., Skandamis, P.N., Riganakos, K.A., Panagiotakis, N., Savvaidis, I.N., Skandamis, P.N., Riganakos, K.A., Panagiotakis, N., Kontominas, M.G. 2002. Control of natural microbial flora and *Listeria monocytogenes* in vacuum packaged trout at 4 and 10°C using irradiation. Journal of Food Protection 65: 515-522.
- Song, Y., Lin, L., Shen, H., You, J., Lou, Y. 2011. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidant on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama*

- amblycephala*). Food Control 22: 608-615.
- Venugopal, V. 2006. Seafood processing: adding value through quick freezing, reportable packaging, and cook-chilling. Boca Raton, CRC Press, 95-139.
- Vidya Sagar Reddy, G., Srikar, LN. 1996. Effect of preprocess storage on the lipid changes of Japanese threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) mince during frozen storage. Asian Fisheries Society 9: 109-114.
- Yildiz, P.O. 2016. Effect of thyme and rosemary essential oils on the shelf-life of marinated rainbow trout. The Journal of Animal and Plant Sciences 26: 665-673.
- Zheng, Z.L., Tan, J.Y.W., Liu, H.Y., Zhou, X.H., Xiang, X., Wang, K.Y. 2009. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctuatus*). Aquaculture 229: 214-218.