



مقاله علمی - پژوهشی:

## مطالعه تغییرات کیفیت فیله قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی دوره نگهداری در مخازن عرضه زنده

جواد مهری<sup>۱</sup>، مهدی شمسایی مهرجان\*<sup>۱</sup>، لاله رومیانی<sup>۲</sup>، هومن رجبی اسلامی<sup>۱</sup>

\* m.shamsaie@srbiau.ac.ir

۱- گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۱

### چکیده

این مطالعه با هدف مقایسه و ارزیابی تغییرات کیفی فیله ماهی قزل آلابی رنگین کمان نگهداری شده در مخازن عرضه زنده انجام شد. ماهیان مورد بررسی شامل ماهیان نگهداری شده در مزرعه و ماهیان نگهداری شده در مخازن عرضه زنده به مدت ۲۴ و ۷۲ ساعت بود. غذادهی ۲۴ ساعت قبل از انتقال و در زمان نگهداری در مخازن عرضه زنده قطع شد. آزمون‌های مورد بررسی شامل پارامترهای شیمیایی pH، بازهای نیتروژنی فرار کل (TVB-N)، اسیدهای چرب فرار (FFA)، پراکسید (PV) و تیوباریتیوریک اسید (TBA) و تعیین میزان باکتری‌های *Pseudomonas spp.*، سرمادوست، *E. coli*، *Enterobacteriaceae*، باکتری‌های زنده کل (TVC)، آزمون‌های رنگ‌سنجی ( $a^*$ ،  $L^*$  و  $b^*$ )، آنالیز پروفایل بافت (به هم پیوستگی، صمغی، سختی و الاستیسیته) و ارزیابی حسی (رنگ، بو، مزه، تردی، ظاهر و پذیرش کلی) بود. نتایج نشان داد که مقدار pH در دامنه ۶/۶۸-۷/۱۸ متغیر بود که افزایش معنی‌داری با افزایش زمان نگهداری ماهی در مخازن عرضه زنده نشان داد ( $P < 0/05$ ). بالاترین مقدار TBA، TVB-N و FFA در ماهی‌های نگهداری شده در مخازن عرضه زنده در زمان نگهداری ۷۲ ساعت اندازه‌گیری شد. از نظر استانداردهای موجود در مورد میزان باکتری در فیله ماهی، در مخازن ۷۲ ساعت نگهداری، فقط میزان سودوموناس در محدوده مجاز بود و در این مخازن سایر باکتری‌ها رشدی فراتر از محدوده استاندارد داشتند. رنگ قرمز فیله ماهی ( $a^*$ ) با افزایش زمان نگهداری روند کاهشی داشت. بافت فیله ماهی با افزایش زمان نگهداری در مخازن عرضه زنده الاستیسیته، سختی و صمغی بالاتری داشت. همچنین به هم پیوستگی بافت فیله با افزایش زمان نگهداری ماهی به صورت عرضه زنده افزایش و از میزان ۰/۴۱ به ۰/۵۳ نیوتن رسید ( $P < 0/05$ ). فاکتورهای حسی فیله ماهی با افزایش نگهداری ماهی در مخازن عرضه زنده، روند کاهشی معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ) به طوری که در ماهیان مزرعه، بالاترین امتیاز حسی و در ماهیان نگهداری شده در مخازن عرضه زنده به مدت ۷۲ ساعت کمترین امتیاز حسی اندازه‌گیری و ماهیان مزرعه، بالاترین پذیرش کلی از سوی مصرف‌کنندگان داشتند. با توجه به نتایج، نگهداری ماهی بیش از ۲۴ ساعت در مخازن نگهداری عرضه زنده، سبب خارج شدن فیله از استانداردهای کیفی از نظر پارامترهای باکتریایی، شیمیایی و حسی شد.

**لغات کلیدی:** مخازن عرضه زنده، ماندگاری، کیفیت فیله، قزل آلابی رنگین کمان

\*نویسنده مسئول

## مقدمه

محصولات دریایی نقش قابل توجهی در تأمین غذای مردم جهان دارند و با شناسایی مطلوبیت و برتری ارزش غذایی این فرآورده‌ها بر سایر مواد پروتئینی، روزه‌روز بر مصرف آنها افزوده می‌شود. افزایش درآمد و نرخ شهرنشینی، آگاهی از ارزش غذایی ماهی و تاثیر آن بر سلامتی باعث شده است تا طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۱، مصرف سرانه ماهی از ۵/۲ به ۱۰/۲ کیلوگرم افزایش یابد. تولید آبی‌پروری از ۳۷۱۸۴۰ طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۳، ۵۵۳۳۱۸ تن در ایران افزایش یافت که سهم تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان از ۱۲۶۰۰۰ تن در سال ۱۳۹۳ به ۱۹۰۲۸۷ تن در سال ۱۳۹۹ رسید (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۹-۱۴۰۰). بدون تردید عرضه صحیح و بهداشتی ماهی و سایر آبزیان نقش بسیار مهم و اساسی در تغییر و بهبود الگوی مصرف خانواده‌ها در مورد آبزیان ایفاء می‌نماید. یکی از روش‌های مناسب جهت عرضه آبزیان، فروش آنها به صورت زنده می‌باشد که در کشورهای توسعه یافته از جمله چین و ژاپن این مراکز توسعه بسیاری یافته‌اند و خریداران زیادی را به خود جلب کرده‌اند. با توجه به روند رو به رشد آگاهی مردم از کیفیت محصولات آبزیان، این روش جایگاه خوبی در میان مردم پیدا کرده است. از سویی، با افزایش سطح آگاهی و حساسیت جامعه نسبت به مسائلی مانند اهمیت ارزش غذایی، کیفیت و تازگی محصولات و تمایل مصرف‌کنندگان به خرید آبزیان تازه، از جمله عواملی هستند که سبب توسعه صنعت فروش آبزیان به صورت زنده طی سال‌های اخیر شده است (Aktarn et al., 2013). برخی از مزایای سیستم عرضه زنده آبزیان شامل: امکان عرضه محصول به صورت تازه و با کیفیت بهتر برای جلب اعتماد مصرف‌کننده، بالابردن سرانه مصرف، قابلیت فروش ماهی در تمام طول سال، ایجاد تنوع در شکل و نحوه عرضه، رفع مشکلات سیستم سنتی توزیع و عرضه زنده آبزیان و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید می‌باشد (Eltholth et al., 2015). بنابراین، حفظ کیفیت محیط نگهداری آبزیان طی این دوره اهمیت به‌سزایی دارد.

نوع پروتئین و ترکیب اسیدهای چرب موجود در گوشت آبزیان باعث شده است تا روند تغییرات فیزیکی و شیمیایی در این محصولات با سرعت بیشتری نسبت به سایر گوشت‌ها انجام شود (Erikson et al., 2021). شایان ذکر است، تغییرات در بدن ماهی بلافاصله پس از صید آغاز و عوامل فساد ماهی فعالیت خود را با سرعت شروع می‌کنند و با بالا رفتن دمای محیط و جابه‌جایی نامناسب آبی، روند تغییرات و فساد در گوشت ماهی شتاب بیشتری به خود می‌گیرد (Digre et al., 2017). بنابراین، در صورتی که این محصولات به‌درستی نگهداری و عرضه نشوند، با سرعت بیشتری فاسد شده و از ارزش غذایی آن کاسته می‌شود (Khadem et al., 2020). در زمان نگهداری ماهی‌ها به شکل عرضه زنده در فروشگاه‌های متفاوت، قطع غذا به دلیل تولید مواد زاید، انجام می‌شود، اما این عدم تغذیه و مدت زمان نگهداری ماهی به صورت زنده می‌تواند بر کیفیت فیله ماهی تاثیر بگذارد (Gao et al., 2009). مقالات منتشره در زمینه تاثیر شرایط نگهداری بر کیفیت فیله بعد از مرگ ماهی نظیر Michalczuk و Surowka (۲۰۰۹) که تاثیر شرایط نگهداری بر کیفیت فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) Erikson و همکاران (۲۰۱۸) تاثیر نگهداری فیله ماهی در یخ یا استفاده از موادی که سبب افزایش ماندگاری فیله ماهی می‌شوند نظیر استفاده از عصاره جلبک بر ماندگاری فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) Saez et al., 2021)، تاثیر پوشش کیتوزان بر ماندگاری فیله در سردخانه (Ebadi et al., 2021)، تاثیر عصاره اتانولی پوست پرتقال بر فلور باکتری‌های مولد فساد بر ماندگاری فیله فیل‌ماهی (*Huso huso*) (اورعی و همکاران، ۱۳۹۹) متمرکز بوده‌اند و تاثیر شرایط نگهداری در زمان زنده بودن ماهی بر کیفیت آن بسیار کم مورد توجه قرار گرفته است که در این زمینه، این مقاله کاری جدید محسوب می‌شود. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی تاثیر زمان نگهداری ماهیان در شرایط عرضه زنده بر تغییرات کیفی فیله ماهی، انجام شد.

**مواد و روش کار**

دیجیتال (Rashnolab, Iran) اندازه‌گیری شد (AOAC, 2000).

**اسید تیوباربیتریکی (TBA)**

میزان اسید تیوباربیتریکی به روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری شد. ۲۰۰ میلی‌گرم فیله چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری انتقال داده و با بوتانول به حجم رسانده شد. به ۵ میلی‌لیتر از مخلوط مذکور، ۵ میلی‌لیتر از معرف TBA اضافه و نمونه‌ها در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شد. سپس مقدار جذب (As) در ۵۳۲ نانومتر در مقابل نمونه شاهد (آب مقطر) (Ab) خوانده شد. مقدار TBA (میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی) براساس معادله ۱ محاسبه گردید (Pearson, 1997):

$$TBA = \frac{(As - Ab) \times 50}{200} \quad \text{معادله ۱}$$

**بازهای نیتروژنی فرار کل (TVB-N)**

میزان TVB-N به روش تقطیر و تیتراسیون اندازه‌گیری شد. فیله ماهی با محلول اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال تیتروژن و غلظت بازهای نیتروژنی فرار بر اساس میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه و بر اساس معادله ۲ به‌دست آمد (AOAC, 2000):

$$\text{معادله ۲} \quad ۱۰۰ \times ۴ / ۱ \times \text{میزان تیترازول نمونه شاهد} - \text{نمونه مصرفی (میلی لیتر)} = \text{میزان مواد از ته فرار}$$

۲۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده به یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل و ۲۵ میلی‌لیتر الکل خنثی به آن اضافه گردید. اسیدهای چرب آزاد به‌وسیله محلول سود ۰/۱ نرمال در برابر معرف فنل فتالین خنثی و اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسیداولئیک محاسبه گردیدند (AOAC, 2000).

۳۰۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ( $270 \pm 4/66$  گرم) از مزرعه پرورش ماهی در استان البرز صید شدند. ۱۵۰ عدد از آنها با استفاده از ماشین‌های تانکر دار (حجم ۴۰۰۰ لیتر) دارای هواده به مراکز فروش ماهی در تهران به صورت عرضه زنده، منتقل شدند (تیمار اول و دوم). غذادهی ۲۴ ساعت قبل از جابجایی و در حین نگهداری به صورت عرضه زنده قطع گردید. تیمارهای مورد مطالعه شامل:

تیمار مزرعه: ماهیان صیدشده از مزرعه بدون انتقال  
تیمار اول: ماهیان صیدشده از مزرعه و انتقال به مراکز عرضه زنده بعد از ۲۴ ساعت  
تیمار دوم: ماهیان صیدشده از مزرعه و انتقال به مراکز عرضه زنده بعد از ۷۲ ساعت  
ماهیان مورد مطالعه پس از تخلیه امعاء و احشاء و پس از قطع سر و دم به صورت فیله درآمدند و برای آزمون‌های شیمیایی و میکروبی در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

**مطالعه آزمون‌های شیمیایی****pH**

۲ گرم فیله ماهی در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر یکنواخت شد. سپس میزان pH با استفاده از دستگاه pH متر

**اسیدهای چرب آزاد (FFA)**

جهت سنجش اسیدهای چرب آزاد ۲۰ گرم فیله ماهی و با مقدار کافی کلروفرم در همزن کاملاً مخلوط شد. سپس از روی کاغذ صافی عبور داده شده و محلول صاف شده از روی یک کاغذ صافی دیگر که حاوی سولفات سدیم خشک بود، عبور داده شد. حجم معمولی از روی محلول صاف شده به یک بالن که قبلاً در اتوکلاو خشک و پس از سرد شدن، توزین گردید، منتقل و پس از تبخیر کلروفرم، مقدار چربی (نسبت چربی در حلال) تعیین شد. سپس

**شاخص پراکسید (PV)**

در ابتدا ۱۰ گرم فیله ماهی با دستگاه چرخ گوشت، چرخ شده و ۵۰ گرم از آن با ۵۰ سی‌سی کلروفورم و ۱۰۰ سی‌سی متانول به صورت هم‌زمان با هم‌زن برقی در ۳ دقیقه با دور تند هم زده شد. مخلوط در دکانتور ریخته شده تا روغن از گوشت جدا شد. روغن و حلال با کیف دارای کاغذ صافی شماره ۴ وارد بالن شیشه‌ای دستگاه روتاویپور با دمای آب ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد و سپس حلال از روغن جدا شد. برای اندازه‌گیری پراکسید، ۳ گرم روغن به ظرف ۲۵۰ میلی‌لیتر منتقل و مقدار ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط کلروفورم و اسیداستیک به آن اضافه شد. یک میلی‌لیتر از محلول یدیدپتاسیم اشباع به مخلوط اضافه و برای مدت ۵ دقیقه در شرایط تاریک نگهداری شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مخلوط اضافه شد و با استفاده از تیوسولفات سدیم ۱ درصد نرمال تا مرحله ناپدید شدن رنگ زرد تیترا گردید. یک میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱/۵ درصد به مخلوط اضافه و تیتراسیون ادامه یافت تا رنگ آبی تیره از بین برود. نمونه شاهد فاقد روغن ماهی بود. میزان پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰۰ گرم بر اساس معادله ذیل محاسبه خواهد شد (AOAC, 2000):

$$\text{معادله ۲} \quad 1000 (V_1 - V_2)N/W$$

$V_1$ : مقدار تیوسولفات سدیم با نرمالیت  $N$  (میلی‌لیتر)،  
 $V_2$ : مقدار تیوسولفات سدیم مورد استفاده برای آزمایش کنترل،  
 $W$ : وزن (گرم) نمونه مورد استفاده،  
 $N$ : نرمالیت تیوسولفات سدیم مصرفی

**آنالیز باکتریایی**

تعداد باکتری نمونه‌ها با هم‌وزن کردن ۱۰ گرم فیله ماهی در ۹۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۹ درصد کلریدسدیم در شرایط استریل آغاز شد. تعیین بار باکتریایی کل (TVC) بر طبق استاندارد شماره ۵۲۷۲ (ISIRI, 2002) صورت پذیرفت. به این منظور، ۵ گرم نمونه با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر به کیسه استریل استومیکر منتقل و با دستگاه استومیکر به صورت هم‌وزن درآمد. سپس نمونه‌ها تا رقت ۱۰<sup>۵</sup> میلی‌لیتر رقیق شدند. ۱ میلی‌لیتر از هر رقت در پلت قرار

داده و محیط کشت پلت کانت آگار به آن افزوده شد. هر پلیت به منظور توزیع همگن نمونه به دقت تکان داده شد. بعد از چند دقیقه همه پلت‌ها وارونه شده و در انکوباتور به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. برای شمارش باکتری‌های سودوموناس و سرمادوست از محیط کشت نوترینت آگار استفاده و پلیت‌ها به مدت ۷ روز در ۱۰ درجه سانتی‌گراد، برای باکتری‌های انتروباکتریاسه پلیت آئوزین متیلین بلوآگار به مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد و برای باکتری *E. coli* از محیط کشت آبگوشت لاکتوز به مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد استفاده شد (ICMSF, 1978).

**رنگ‌سنجی**

رنگ نمونه‌های فیله با دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond CAM-System England 500) و با استفاده از سه متغیر  $a^*$ ،  $b^*$  و  $L^*$  مورد آنالیز قرار گرفت. متغیر  $L^*$  شاخص روشنایی بین صفر (سیاهی) تا ۱۰۰ سفیدی، شاخص  $b^*$  بین زرد تا آبی و  $a^*$  بین قرمزی تا سبزی با روش Shekarabi و همکاران (۲۰۲۰) صورت پذیرفت.

**آنالیز پروفایل بافت**

از دستگاه آنالیز بافت TEX VOL مدل TVT-300XP استفاده شد. قسمت وسط فیله ماهی به ابعاد ۳×۲×۱ سانتی‌متر تهیه و مورد آنالیز قرار گرفت. نمونه‌ها با استفاده از یک پروب سکه‌ای با قطر ۴ سانتی‌متر و نیروی وارده ۰/۰۵ نیوتن (۵ گرم) و با سرعت ۱ میلی‌متر در ثانیه به صورت برگشتی در دو مرحله فشرده شدند. بر اساس منحنی نیرو تغییر شکل حاصل از این آزمون پارامترهای سختی، الاستیسیته<sup>۱</sup>، صمغی بودن<sup>۲</sup> و بهم‌پیوستگی<sup>۳</sup> محاسبه شد (Alparslan and Baygar, 2017).

<sup>1</sup> Hardness

<sup>2</sup> Elasticity

<sup>3</sup> Gumminess

<sup>4</sup> Cohesiveness

## ارزیابی حسی

درصد بررسی شد ( $P < 0.05$ ).

### نتایج

نتایج جدول ۱ نشان داد که مقدار pH در دامنه ۷/۱۸-۶/۶۸ متغیر بود و آنالیز داده‌ها افزایش معنی‌دار این پارامتر را با افزایش زمان نگهداری ماهی در مخازن عرضه زنده نشان داد. میزان TBA بین تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ) و بالاترین مقدار در ماهی‌های نگهداری شده در مخازن به مدت ۷۲ ساعت اندازه‌گیری شد. براساس نتایج جدول ۱، مقادیر TVB-N در طول مدت زمان نگهداری روند افزایشی داشت و در ماهی‌های نگهداری شده در شرایط زنده به مدت ۷۲ ساعت به بالاترین میزان خود رسید. بالاترین میزان اسیدهای چرب فرار (FFA) و پراکسید (PV) به ترتیب با مقادیر ۳/۲۵ درصد اولئیک‌اسید و  $\text{meqO}_2/\text{kg lipid}$  ۱۱/۱۳ به تیمار ماهیان نگهداری شده به مدت ۷۲ ساعت و کمترین میزان با مقادیر ۰/۴۲ درصد اولئیک‌اسید و  $\text{meqO}_2/\text{kg lipid}$  ۲/۱۵ به تیمار ماهیان نگهداری شده در مزرعه تعلق داشت.

ویژگی‌های حسی نمونه فیله ماهیان پخته شده شامل ظاهر، طعم، عطر و بو، بافت و پذیرش کلی به وسیله یک گروه ۱۰ نفری متشکل از زن و مرد آموزش دیده مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی ویژگی‌های حسی از روش هدونیک استفاده شد. نحوه امتیازدهی برای بو (۱): نامطبوع تا ۱۰: مطبوع، رنگ (۱): کاملاً رنگ پریده تا ۱۰: بدون تغییر رنگ، تردی (۱): خمیری تا ۱۰: دارای انسجام بافت تازه، طعم و مزه (۱): کاملاً نامطبوع تا ۱۰: مطبوع، ظاهر (۱): کاملاً نامطبوع تا ۱۰: مطبوع، پذیرش کلی (۱): کاملاً نامطبوع تا ۱۰: مطبوع) بود (Moradi et al., 2014).

### روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS23 و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون Levene مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۹۵

جدول ۱: ارزیابی فاکتورهای شیمیایی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان طی دوره نگهداری در مخازن عرضه زنده

Table 1: Evaluation of chemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during live-storage in supply tanks

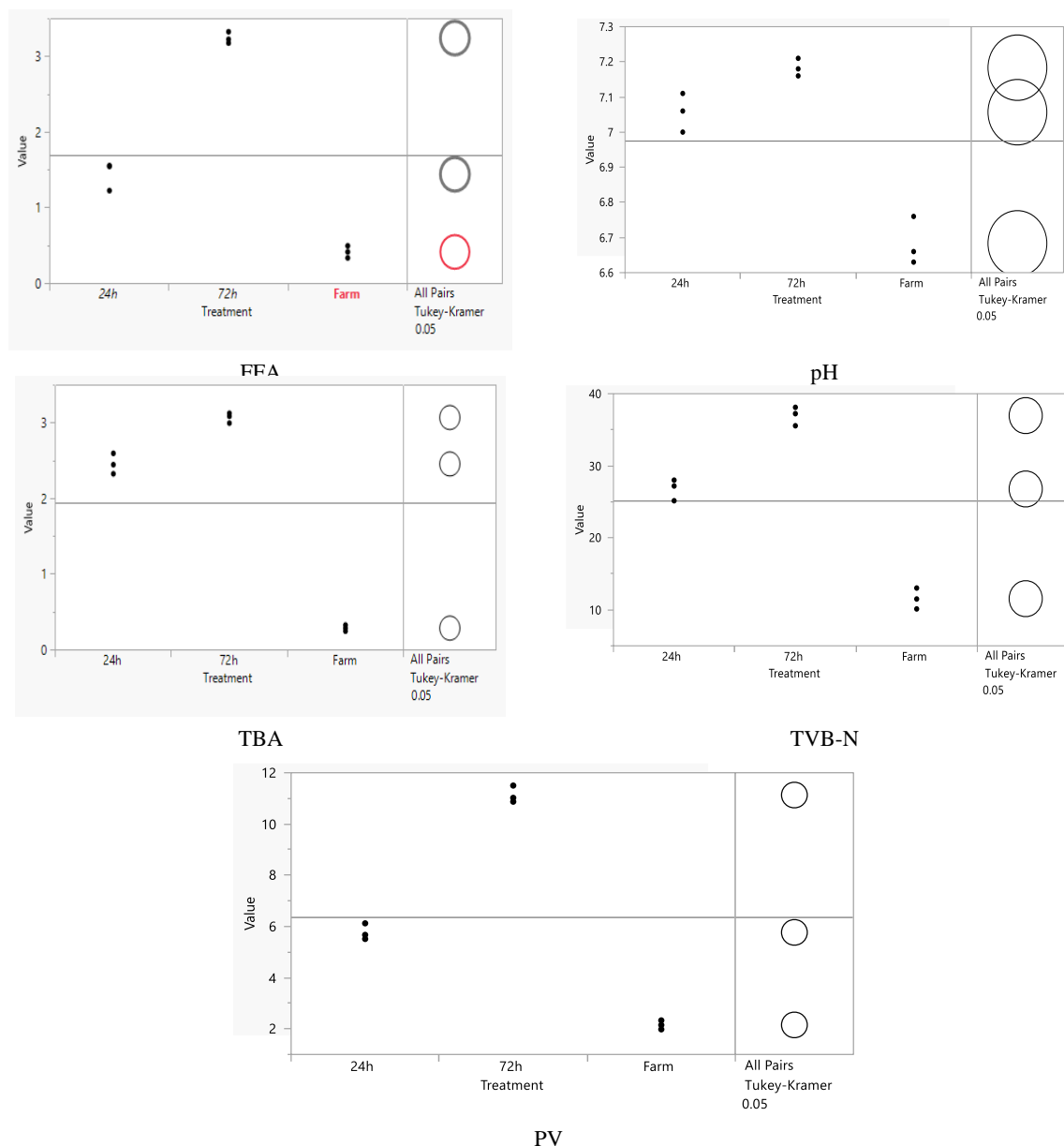
فاکتور	تیمار		
	۷۲ ساعت	۲۴ ساعت	مزرعه
FFA (% oleic acid)	$3.25 \pm 0.076^a$	$1.45 \pm 0.119^b$	$0.42 \pm 0.08^c$
pH	$7.18 \pm 0.025^a$	$7.06 \pm 0.05^a$	$6.68 \pm 0.068^b$
TBA (mg MAD/kg of sample)	$3.07 \pm 0.066^a$	$2.46 \pm 0.113^b$	$0.29 \pm 0.04^c$
TVB-N (mg N/ 100g)	$36.96 \pm 1.30^a$	$26.78 \pm 1.47^a$	$11.55 \pm 1.45^c$
PV (meqO <sub>2</sub> / kg lipid)	$11.13 \pm 0.33^a$	$5.76 \pm 0.31^b$	$2.15 \pm 0.17^c$

حروف غیر مشابه به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ درصد در هر ردیف است.

FFA: Free Amino Acid; TBA: Thiobarbituric Acid; TVB-N: Total Volatile Basic Nitrogen  
PV: Peroxide Value

۷۲ ساعت است که همپوشانی دایره‌ها و فاصله آنها از هم نشان‌دهنده نزدیکی یا تفاوت بین تیمارهاست.

مقایسه میانگین پارامترهای شیمیایی فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان در شکل ۱ نشان داده شده است. دایره نشان‌دهنده گروه مورد بررسی شامل ماهیان مزرعه، ماهیان نگهداری شده در مخازن عرضه زنده به مدت ۲۴ و



شکل ۱: مقایسه میانگین پارامترهای شیمیایی فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی دوره نگهداری در مخازن عرضه زنده

FFA: Free Amino Acid; TBA: Thiobarbituric Acid; TVB-N: Total Volatile Basic Nitrogen

PV: Peroxide Value

Figure 1: Comparison of average chemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during live-storage in supply tanks

نتایج بررسی میزان باکتری‌های سرمادوست، سودوموناس، *E. coli* و انتروباکتریاسه نشان داد که بیشترین بار باکتریایی طی نگهداری ماهی به مدت ۷۲ ساعت در مخازن عرضه زنده اندازه‌گیری شد (جدول ۲). در مطالعه حاضر، بار باکتریایی کل از  $2/64 \log \text{cfu/g}$  در مزرعه به  $7/42 \log \text{cfu/g}$  در مخازن عرضه زنده پس از ۷۲ ساعت نگهداری رسید. بیشترین بار باکتریایی در مقایسه با سایر باکتری‌ها به باکتری *Psychrophilic* و سپس *Enterobacteriaceae* تعلق داشت.

نتایج بررسی میزان باکتری‌های سرمادوست، سودوموناس، *E. coli* و انتروباکتریاسه نشان داد که بیشترین بار باکتریایی طی نگهداری ماهی به مدت ۷۲ ساعت در مخازن عرضه زنده اندازه‌گیری شد (جدول ۲). در مطالعه حاضر، بار باکتریایی کل از  $2/64 \log \text{cfu/g}$  در مزرعه به  $7/42 \log \text{cfu/g}$  در مخازن عرضه زنده پس از ۷۲ ساعت نگهداری رسید. بیشترین بار باکتریایی در مقایسه با سایر باکتری‌ها به باکتری *Psychrophilic* و سپس *Enterobacteriaceae* تعلق داشت.

جدول ۲: نتایج آنالیز باکتریایی فیله قزل آلاهی رنگین کمان طی دوره نگهداری در مخازن عرضه زنده

Table 2: Results of bacterial analysis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during live-storage in supply tanks

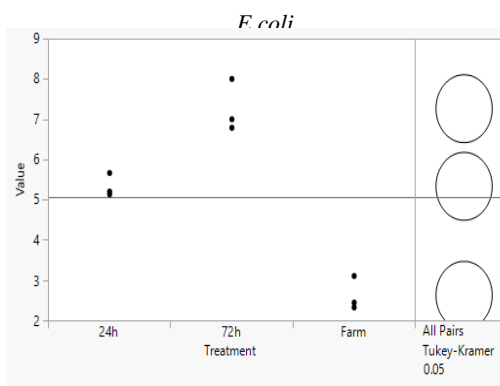
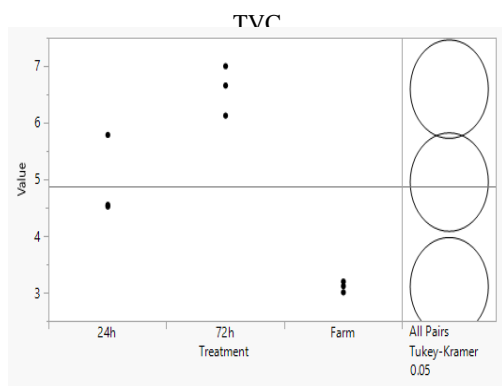
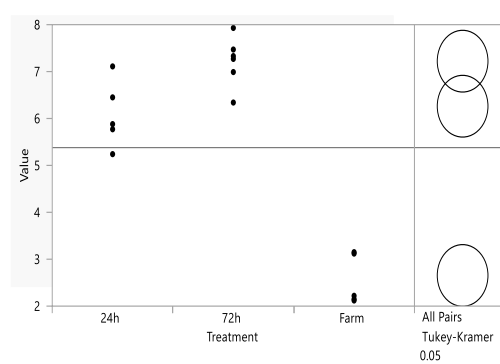
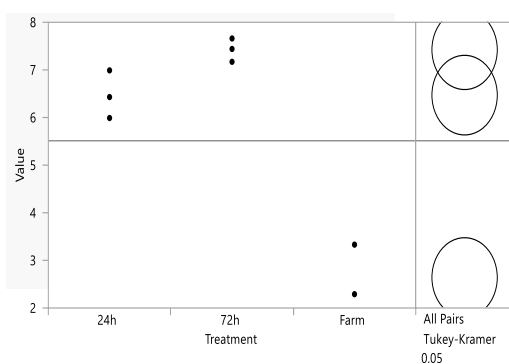
تیمار			فاکتور
۷۲ ساعت	۲۴ ساعت	مزرعه	
۷/۴۲ ± ۰/۳۵ <sup>a</sup>	۶/۴۷ ± ۰/۵ <sup>a</sup>	۲/۶۴ ± ۰/۶ <sup>b</sup>	TVC
۷/۱۹ ± ۰/۱۸ <sup>a</sup>	۶/۸۹ ± ۰/۳۸ <sup>b</sup>	۲/۱۶ ± ۰/۰۵ <sup>c</sup>	<i>E.coli</i>
۶/۵۹ ± ۰/۴۴ <sup>a</sup>	۴/۹۵ ± ۰/۷۲ <sup>b</sup>	۳/۱۱ ± ۰/۱ <sup>c</sup>	<i>Pseudomonas</i> spp.
۷/۲۵ ± ۰/۶۵ <sup>a</sup>	۵/۳۳ ± ۰/۲۹ <sup>b</sup>	۲/۶۳ ± ۰/۴۲ <sup>c</sup>	<i>Psychrophilic</i>
۷/۲۴ ± ۰/۷۰ <sup>a</sup>	۵/۶۳ ± ۰/۳۴ <sup>b</sup>	۳/۱۴ ± ۰/۶۸ <sup>c</sup>	<i>Enterobacteriaceae</i>

حروف غیر مشابه به معنی اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ درصد در هر ردیف است.

ساعت در فاکتور *a*\* و *L*\* نشان دهنده رنگ مشابه در بافت دو گروه ماهی نگهداری شده در مخازن است. اما براساس شکل ۲، فاکتور *b*\* در فیله هر سه گروه ماهی تفاوت معنی داری داشت ( $P < 0.05$ ).

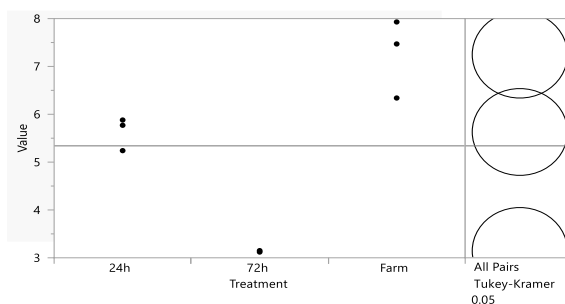
در شکل ۲، هم پوشانی بار باکتریایی در دو گروه ماهیان ۲۴ و ۷۲ ساعت نشان دهنده وضعیت مشابه این دو گروه از نظر بار باکتریایی کل، *E.coli* و نیز باکتری *Pseudomonas* spp. است.

هم پوشانی دو گروه نگهداری شده در مخازن ۲۴ و ۷۲



*Pseudomonas* spp.

*Psychrophilic*



Enterobacteriaceae

شکل ۲: مقایسه میانگین بار باکتریایی فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی دوره نگهداری در مخازن عرضه زنده  
**Figure 2: Comparison of the average bacterial load of rainbow trout fillet (*Oncorhynchus mykiss*) during live-storage in supply tanks**

مزرعه بود. همچنین رنگ آبی (b\*) و سفید (L\*) در فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان نگهداری شده در مخازن در مقایسه با ماهیان مزرعه که رنگ زرد (b\*) و تیره (L\*) غالب‌تر بود، امتیاز بالاتری داشتند ( $P < 0.05$ ). روند تغییرات فاکتور رنگ در شکل ۳ نشان داده شده است.

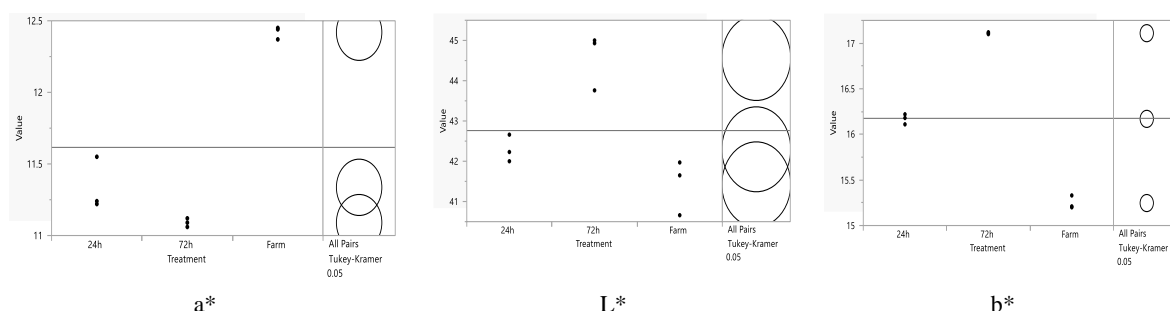
نتایج بررسی مقادیر فاکتورهای رنگ در فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان در ماهیان مزرعه، ماهیان موجود در مخازن عرضه زنده در ۲۴ و ۷۲ ساعت در جدول ۳ ارائه شده است. رنگ قرمز فیله ماهی یا a\* با افزایش زمان نگهداری روند کاهشی داشت و در ماهی‌های نگهداری شده به مدت ۷۲ ساعت رنگ سبز فیله غالب‌تر از ماهیان موجود در

جدول ۳: ارزیابی تغییرات فاکتور رنگ فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی دوره نگهداری در مخازن عرضه زنده

**Table 3: Evaluation of color factor changes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during live-storage in supply tanks**

تیمار			فاکتور
۷۲ ساعت	۲۴ ساعت	مزرعه	
۱۱/۰۹ ± ۰/۰۳ <sup>b</sup>	۱۱/۳۴ ± ۰/۱۹ <sup>b</sup>	۱۲/۴۲ ± ۰/۰۴۴ <sup>a</sup>	a*
۱۷/۱۱ ± ۰/۰۱ <sup>a</sup>	۱۶/۱۷ ± ۰/۰۶ <sup>b</sup>	۱۵/۲۵ ± ۰/۰۷۲ <sup>c</sup>	b*
۴۴/۵۶ ± ۰/۷۰ <sup>a</sup>	۴۲/۳ ± ۰/۳۴ <sup>b</sup>	۴۱/۴۳ ± ۰/۶۸ <sup>b</sup>	L*

حروف غیر مشابه به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ درصد در هر ردیف است.



شکل ۳: مقایسه میانگین تغییرات فاکتور رنگ فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی دوره نگهداری در مخازن عرضه زنده  
**Figure 3: Comparison of mean changes in the color factors of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during live-storage in supply tanks**



افزایش زمان نگهداری در ماهیان نگهداری شده در مخازن عرضه زنده افزایش یافت و از میزان ۰/۴۱ نیوتن به ۰/۵۳ نیوتن رسید ( $P < 0/05$ ).

براساس نتایج جدول ۴، بافت فیله ماهی با افزایش زمان نگهداری در مخازن زنده الاستیسیته، سختی و صمغی بودن بالاتری داشت. همچنین به هم پیوستگی بافت فیله با

جدول ۴: ارزیابی تغییرات کیفیت بافت فیله قزل آلائی رنگین کمان طی دوره نگهداری در مخازن عرضه زنده

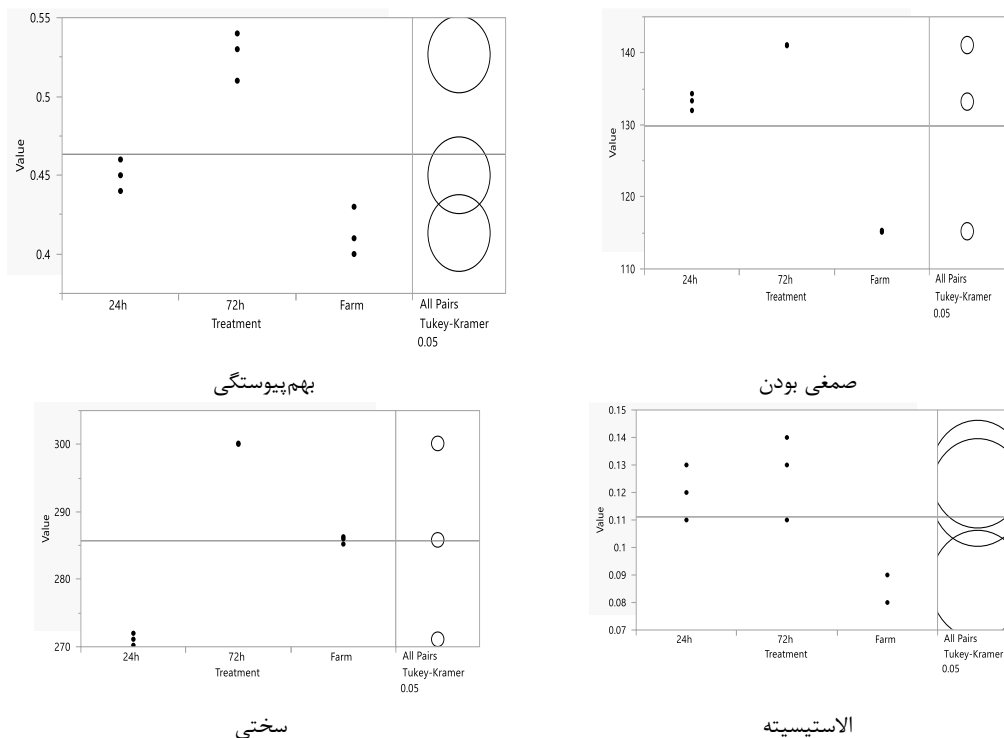
Table 4: Evaluation of texture quality changes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during live-storage in supply tanks

تیمار			فاکتور
۷۲ ساعت	۲۴ ساعت	مزرعه	
۰/۵۳ ± ۰/۰۱۵ <sup>a</sup>	۰/۴۵ ± ۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۴۱ ± ۰/۰۱۵ <sup>c</sup>	بهم پیوستگی (N)
۱۴۱/۰۷ ± ۰/۰۶ <sup>a</sup>	۱۳۳/۲۲ ± ۱/۱۷ <sup>b</sup>	۱۱۵/۲۳ ± ۰/۱۱ <sup>c</sup>	صمغی بودن
۳۰۰/۱۳ ± ۰/۱۲ <sup>a</sup>	۲۷۱/۱۱ ± ۰/۸۹ <sup>b</sup>	۲۸۵/۸۴ ± ۰/۵۶ <sup>c</sup>	سختی (N)
۰/۱۳ ± ۰/۰۱۵ <sup>a</sup>	۰/۱۲ ± ۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۰۸۷ ± ۰/۰۱ <sup>c</sup>	الاستیسیته

حروف غیر مشابه به معنی اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ درصد در هر ردیف است.

با یکدیگر فاصله داشت، اما در مورد بهم پیوستگی و الاستیسیته، هم پوشانی بین فیله‌های گروه‌ها قابل مشاهده است.

وضعیت فیله ماهی در گروه‌های مورد بررسی نسبت به یکدیگر در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به فاصله دوایر سه گروه، سختی و صمغی بودن فیله بین سه گروه

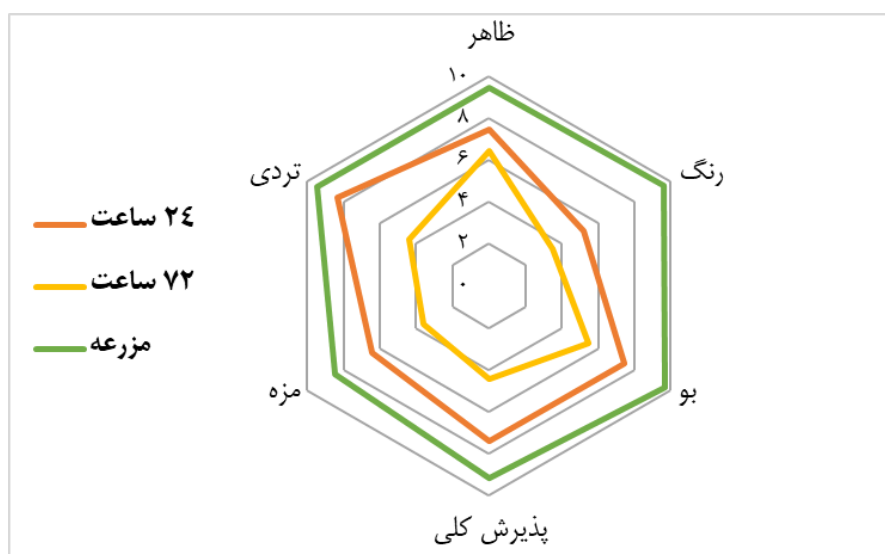


شکل ۴: مقایسه میانگین تغییرات کیفیت بافت فیله قزل آلائی رنگین کمان طی دوره نگهداری در مخازن عرضه زنده

Figure 4: Comparison of mean texture quality changes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during live-storage in supply tanks

حسی و در ماهیان مخازن عرضه زنده به مدت ۷۲ ساعت، کمترین امتیاز حسی اندازه‌گیری و ماهیان نگهداری شده در مزرعه بالاترین پذیرش کلی را از سوی ارزیاب‌کنندگان به‌دست آوردند.

نتایج ارزیابی حسی فیله در شکل ۵ قابل مشاهده است. براساس نتایج بدست آمده، امتیاز حسی فیله ماهی شامل رنگ، بو، مزه، تردی و ظاهر با افزایش نگهداری ماهی در مخازن عرضه زنده، کاهش معنی‌داری نشان داد ( $P < 0.05$ ) به‌طوری‌که در ماهیان مزرعه بالاترین امتیاز



شکل ۵: نتایج ارزیابی حسی ماهیان نگهداری شده در مزرعه و مخازن عرضه زنده  
Figure 5: Results of sensory evaluation of fish in the farm and live-storage in supply tanks

و یکی از مؤثرترین باکتری‌های دخیل در فرآیند فساد ماهی (Rehbein, 2002) در محدوده استاندارد بود. دلیل آن می‌تواند عدم تغذیه ماهی باشد. درخصوص پارامترهای مرتبط با رشد باکتری شامل TVB-N و pH (Teskeredzic and Pfeifer, 1987)، روند افزایش مقدار هر یک از این پارامترها با روند افزایش بار باکتریایی فیله هم‌خوانی داشت به‌طوری‌که بالاترین میزان TVB-N و pH در فیله ماهیان نگهداری شده در مخازن عرضه زنده به مدت ۷۲ ساعته اندازه‌گیری شد. مقادیر pH (محدوده استاندارد pH=7، Erikson et al., 2021) و TVB-N از حد مجاز (محدوده استاندارد ۳۵-۳۰ mg N/ 100g) عبور نکردند. افزایش این دو پارامتر را می‌توان به فعالیت آنزیم‌های اتولیتیک و باکتری‌های پروتئولیتیک (Lindberg et al., 1998) و تجزیه ترکیبات نیتروژنی به‌وسیله این باکتری‌ها (Nirmal and Benjakul, 2011) در فیله نسبت داد که سبب شد فیله

## بحث

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که نگهداری ماهی در مخازن عرضه زنده سبب افزایش میزان باکتری در مقایسه با ماهیان مزرعه شد که با توجه به استاندارد  $7 \log \text{cfu/g}$  (Erkan et al., 2006) فیله‌های ماهی تا ۲۴ ساعت نگهداری در مخازن عرضه زنده در محدوده استاندارد بودند، اما در ماهی‌های نگهداری شده در مخازن عرضه زنده به مدت ۷۲ ساعت به‌جز در مورد *Pseudomonas spp.* که در محدوده مجاز بود، در مورد سایر باکتری‌ها، فیله خارج از استاندارد بود. با توجه به اینکه باکتری‌ها بخشی از فلور میکروبی روده ماهی هستند (Chytiri et al., 2004)، افزایش آنها در بافت با بالا رفتن زمان نگهداری به سبب دفع ماهی و ورود به آب مخازن دور از انتظار نیست درحالی‌که در ماهیان مزرعه، به سبب جاری بودن آب، ماهی مدت کمتری در معرض مواد دفعی قرار دارد. میزان *Pseudomonas spp.* به عنوان باکتری تولیدکننده  $\text{H}_2\text{S}$

کاهش شاخص‌های کیفیت جیره با عدم تغذیه ماهی نیز مرتبط می‌باشد به طوری که در مطالعه ابراهیمی درجه و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تاثیر دوره گرسنگی بر ترکیب لاشه، گزارش کردند که در دوره گرسنگی کوتاه مدت، پروتئین تخریب شده و صرف تولید انرژی می‌شود، ولی با افزایش دوره گرسنگی چربی (چند هفته) نیز به عنوان منبع ذخیره وارد چرخه تأمین انرژی ماهی می‌شود. بنابراین، در مطالعه حاضر، افزایش فیبر و کربوهیدرات بافت به عنوان ترکیبات جایگزین پروتئین، سبب تغییر بافت و کاهش تردی و رنگ آن می‌شود. همچنین در ماهیان گرسنه، میزان خاکستر (مواد معدنی موجود در بافت) به علت کاهش میزان پروتئین و چربی عضله ماهی افزایش می‌یابد که این موضوع علاوه بر خصوصیات بافت، بر رنگ و بازاریابی نیز موثر است (Razavi Shirazi, 2008).

از سویی، واکنش اسید چرب آزاد با پروتئین گوشت سبب سفتی بافت و کاهش قابلیت پذیرش آن از سوی مصرف کننده می‌شود (Losada *et al.*, 2017) که با توجه به بالاتر بودن میزان اسیدهای چرب آزاد در ماهیان نگهداری شده به مدت ۷۲ ساعت نگهداری در مخازن، سفتی و کاهش قابلیت پذیرش در این فیله‌ها قابل توجیه است. با افزایش زمان نگهداری رنگ فیله به سمت قرمزی ( $a^*$ )، آبی ( $b^*$ ) و افزایش سفیدی ( $L^*$ ) متمایل شد که نشان دهنده کاهش امتیاز رنگ در اثر افزایش زمان نگهداری است. همچنین کاهش میزان پروتئین و افزایش نسبت پروتئین به چربی در عضله که به دلیل مصرف پروتئین بافت اتفاق می‌افتد، عامل افزایش  $L^*$  و  $b^*$  است که با ماهیت زرد رنگ بودن چربی منطقی به نظر می‌رسد و در تحقیقات Regost و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش شده است. افزایش رنگ قرمز با افزایش زمان زنده مانگی در مخازن عرضه زنده با توجه به سرعت تخریب و دنا توره شدن بالاتر پروتئین که با تبدیل اکسی میوگلوبین با رنگ قرمز درخشان به مت میوگلوبین همراه است، قابل توجیه است (Rora *et al.*, 2003). Fan و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی تأثیر نگهداری فیله در یخ، میزان ATP در ماهیان زنده در شرایط عادی را  $10 \text{ mmol/kg}$  و بلافاصله بعد از

ماهیان نگهداری شده در مخازن به مدت ۷۲ ساعت از نظر میزان بازهای از ته فرار خارج از استاندارد باشد. در مطالعه کاظم زاده و همکاران (۱۳۹۹) که به بررسی تاثیر دوره گرسنگی بر ترکیب لاشه قزل آرای رنگین کمان پرداختند، بهترین نتیجه از نظر استاندارد TVB-N مربوط به تیمار دو هفته گرسنگی در مقایسه با تیمارهای شاهد بود که نشان می‌دهد سرعت رشد باکتری در فیله‌های این تیمار در مقایسه با فیله‌های ماهیان گرسنه پایین تر است که علت این موضوع می‌تواند ناشی از تخریب بیشتر پروتئین فیله در نتیجه گرسنگی ماهی باشد که امکان فعالیت سریعتر باکتری‌ها و تبدیل آن به ترکیبات ازت فرار را فراهم (Lehmann and Aubourg, 2008; Mackie, 2009) و توجیه کننده میزان بالاتر TVB-N در فیله ماهیان نگهداری شده به مدت ۷۲ ساعت در مقایسه با فیله ماهیان به مدت ۲۴ ساعت در مخازن عرضه زنده باشد.

پراکسید به عنوان شاخص اکسیداسیون لیپیدهاست و جهت اندازه گیری هیدروپراکسیدها به عنوان محصولات اولیه اکسیداسیون عمل می‌کند. از آنجایی که پراکسیدها ترکیبات بدون طعم و بو هستند، ولی سبب به وجود آمدن ترکیبات ثانویه مثل آلدهیدها و کتون‌ها می‌شوند که بو و طعم نامطلوب تولید می‌کنند (Khadem *et al.*, 2020). در فیله ماهیان مورد بررسی، پارامترهای PV, FFA و TBA که مرتبط با اکسیداسیون هستند، با افزایش زمان نگهداری ماهی، افزایش پیدا کردند به طوری که در ماهیان نگهداری شده در مخازن به مدت ۲۴ و ۷۲ ساعت میزان TBA (محدوده مجاز  $1-2 \text{ mg MAD/kg}$  of sample) و میزان PV ( $7-8 \text{ meqO}_2/\text{kg lipid}$ ) از محدوده مجاز عبور کرد. در مطالعه کاظم زاده و همکاران (۱۳۹۹) افزایش فساد چربی و افزایش تولید مالون آلدهید در فیله قزل آرای رنگین کمان را یکی از پیامدهای دوره گرسنگی در ماهی ذکر کردند. در واقع، در نتیجه تخریب سلول‌های چربی جهت تأمین انرژی، سرعت اکسیداسیون و فساد آنزیمی در بافت افزایش می‌یابد و مقادیر بالاتری مواد اولیه جهت فرآیند اکسیداسیون و تولید اسیدهای چرب آزاد در اختیار باکتری قرار می‌گیرد (Ozyurt *et al.*, 2007).

نگهداری شده در مخازن زنده به مدت ۷۲ ساعت تعلق داشت که نشان‌دهنده کاهش کیفیت فیله ماهی در اثر نگهداری در مخازن عرضه زنده است.

### منابع

ابراهیمی درچه، ع.، زارع شهرکی، م. و برهاتی، م.، ۱۳۹۶. تاثیر دوره گرسنگی و غذایی مجدد بر عملکرد رشد و پلاسمای خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله بوم‌شناسی آبزیان، ۱۴۶-۱۵۱۷. صفحات ۱۴۶-۱۵۱. <http://jae.hormozgan.ac.ir/article-151-146-363-fa.html>

اورعی، ف.، حسینی، ا.، ذریه، ز. و صفری، ر.، ۱۳۹۹. تعیین حداقل بازدارندگی عصاره اتانولی پوست پرتقال و تاثیر آن بر فلور باکتری‌های مولد فساد در فیله فیل ماهی (*Huso huso*) در زمان نگهداری در یخچال. مجله علمی شیلات ایران، ۲۹: صفحات ۲۵-۳۶. DOI: 20.1001.1.10261354.1399.29.5.5.1

سالنامه آماری شیلات ایران ۱۴۰۰-۱۳۹۹. سازمان شیلات ایران. معاونت برنامه ریزی و مدیریت منابع. ۶۴ صفحه.

کاظم‌زاده، ش.، عبدالهی خامنه، ح.، حسینی، س. و رفیعی، غ.، ۱۳۹۹. اثرات دوره‌های گرسنگی و تغذیه مجدد بر کیفیت لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در طی مدت نگهداری در یخچال. هشتمین کنفرانس ملی ماهی‌شناسی ایران. تهران.

Aktar, N., Islam, M.R., Hossain, M.B. and Rahman, M., 2013. Fish species availability and marketing system of fish in different markets of Noakhali district in Bangladesh. *World Applied Sciences Journal*, 22(5): 616-624. Doi: 10.5829/idosi.wasj.2013.22.05.66117

مرگ را  $3/08 \text{ mmol/kg}$  گزارش کرده و عنوان کردند که افزایش سرعت هیدرولیز ATP به ADP (ATPase)، AMP به IMO (AMP دمیناز) و IMP به HxR (۵- nucleotidase) و تخریب بافت ماهیچه که کاهش کیفیت آن را به دنبال دارد، علاوه بر گونه ماهی، به شدت به شرایط نگهداری ماهی قبل از مرگ نظیر تغذیه و شرایط نگهداری ماهی وابسته است (Ebadi et al., 2019) به طوری که با کاهش ذخیره ATP در ماهیچه (ناشی از عدم تغذیه) سرعت تخریب ماهیچه و هیدرولیز ATP نیز افزایش می‌یابد که خود توجیه‌کننده مطلوبیت پایین‌تر بافت ماهیچه در ماهیان نگهداری شده به مدت ۷۲ ساعت در مخازن عرضه زنده در مقایسه با سایر گروه‌ها شد. از سویی، تغذیه ماهی به دلیل وجود مواد رنگدانه‌ای، یکی از عوامل موثر بر رنگ فیله است که با توجه به عدم تغذیه، تغییر رنگ شاخص‌ها قابل توجیه است. پارامترهای صمغی بودن، سختی و الاستیسیته بافت با افزایش زمان نگهداری در مخازن عرضه زنده افزایش یافت که با کاهش تردی و مزه بافت و ظاهر فیله با افزایش زمان نگهداری هم‌خوانی دارد. Surowka (۲۰۰۹) در بررسی تغییرات بافت ماهیچه ماهی با استفاده از میکروسکوپ نوری، ایجاد فضا بین الیاف ماهیچه را تحت تاثیر کاهش ATP عامل شل‌شدگی فیله بعد از مرگ و کاهش پیوستگی ذکر کردند که با توجه به عدم تغذیه ماهیان در مخازن عرضه زنده، پیوستگی بافت فیله در مقایسه با ماهیان مزرعه پایین‌تر بود. بدین ترتیب، کمترین پذیرش ظاهری در ماهیان نگهداری شده به مدت ۷۲ ساعت در مخازن بود. با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر، به نظر می‌رسد مهم‌ترین عامل کاهش کیفیت فیله ماهی در مخازن عرضه زنده، افزایش بار باکتریایی و نیز کاهش کیفیت آب در نتیجه افزایش بازهای نیتروژنی فرار است.

مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر نگهداری ماهی در مخازن عرضه زنده بر کیفیت و ماندگاری فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد. بیشترین بار باکتریایی طی نگهداری ماهی به مدت ۷۲ ساعت در مخازن عرضه زنده اندازه‌گیری شد. کمترین کیفیت فیله از نظر شاخص‌های رنگ، کیفیت بافت و ارزیابی حسی به فیله ماهیان

- Alparslan, Y. and Baygar, T., 2017.** Effect of Chitosan Film Coating Combined with Orange Peel Essential Oil on the Shelf Life of Deepwater Pink Shrimp. *Food Bioprocess Technology*, 10: 842–853. DOI: Doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00668.x
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2000.** Official methods of analysis, Arlington, Virginia. 230p.
- Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G., 2004.** Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology*, 21: 157-165. Doi: 10.1016/S0740-0020(03)00059-5.
- Connell, J.J., 1990.** Methods of assessing and selecting for quality. In: Connell J.J., (ed) Control of fish quality. Fishing News Books, Oxford.pp- 122–150.
- Digre, H., Rostern, C., Erikson, U. and Mathiassen, J.R., 2017.** The on-board live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) caught by trawl: Fish behaviour, stress and fillet quality. *Fisheries Research*, 189: 42-54. Doi:10.1016/j.fishres.2017.01.004
- Ebadi, Z., Khodanazary, A., Hosseini, S. and Zanguee, N., 2019.** The shelf life extension of refrigerated *Nemipterus japonicus* fillets by chitosan coating incorporated with propolis extract. *International Journal Biological Macromolecules*, 139(1): 94-102. Doi: org/10.1016/j.ijbiomac.2019.07.204
- Eltholth, M., Fornace, K., Grace, D., Rushton, J. and Hasler, B., 2015.** Characterisation of production, marketing and consumption patterns of farmed tilapia in the Nile Delta of Egypt. *Food Policy*, 51: 131-143. Doi: 10.1016/j.foodpo.1.2015.01.002
- Erkan, N. and Ozden, O., 2006.** Guttled and un-guttled sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice: influence on fish quality and shelf-life., 2006. *International Journal of Food Properties*, 9: 331–345.
- Erikson, U., Shabani, F., Beli, E., Muji, S. and Rexhepi, A., 2018.** The impacts of perimortem stress and gutting on quality index and colour of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during ice storage: a commercial case study. *European Food Research and Technology*, 244. Doi: 10.1007/s00217-017-2944-9
- Erikson, U., Uglem, S. and Greiff, K., 2021.** Freeze-chilling of whitefish: effects of capture, on-board processing, freezing, frozen storage, thawing, and subsequent chilled Storage—A Review. *Foods*, 10: 2661. Doi: 10.3390/foods10112661.
- Fan, X., Lin, X., Wu, C., Zhang, N., Cheng, Q., Qi, H., Konno, K. and Dong, X., 2020.** Estimating freshness of ice storage rainbow trout using bioelectrical impedance analysis. *Food Science Nutrition*, 00: 1-10. Doi: 10.1002/fsn3.1974.
- Gao, W., Liu, Y., Tian, L., Mai, K.S., Liang, G., Yang, H., Huai, M. and Luo, W., 2009.** Effect of dietary carbohydrate-tolipid ratios on growth performance, body composition, nutrient utilization and hepatic enzymes activities of herbivorous grass

- carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition*, 16: 327-333. Doi: 10.1111/j.1365-2095.2009.00668.x
- ICMSF, 1978.** Sampling for microbiological analysis (ed.). Microorganisms in foods, Vol. 2, Toronto, Canada. pp 80-91.
- ISIRI, 2002.** Enumeration of coliforms part 2: Most probable number technique at 30 °C; ISIRI no 5486-2. 1st Edition. Karaj, Iran, 122 p.
- Khadem, P., Motalebi, A.A., Rokni, N. and Razavilar, V., 2020.** Effects of *Capparis spinosa* root extract and modified atmosphere packaging on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets by measuring of antioxidant and antimicrobial parameters. *Iranian Journal of Fisheries Science*, 19: 272-285. Doi: 10.22092/ijfs.2019.119158.
- Lehmann I. and Aubourg S.P., 2008.** Effect of previous gutting on rancidity development in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) during frozen storage at -20°C. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(2): 270-275. Doi: 10.1111/j.1365-2621.2006.01429.x
- Lindberg, A. M., Ljungh, A., Ahrné, S., Lödfahl, S. and Molin, G., 1998.** Enterobacteriaceae found in high numbers in fish, minced meat and pasteurized milk or cream and the presence of toxin encoding genes. *Food Microbiology*, 39: 11-17. Doi: 10.1016/s0168-1605(97)00104-9.
- Losada, V., Barros-Velazques, J. and Aubiurg, S., 2017.** Rancidity development frozen fish: Influence of slurry ice as preliminary chilling treatment. *LWT- Food Science and Technology*, 40(6): 991-999. Doi: 10.1016/j.lwt.2006.05.011
- Mackie, I.M., 2009.** The effects of freezing on flesh proteins. *Food Reviews International*, 9(4): 575-610. doi.org/10.1080/87559129309540979
- Surowka, K., 2009.** Microstructure and instrumentally measured textural changes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) gravads during production and storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89: 1942-1949. Doi:10.1002/jsfa.3678.
- Moradi, Y., Mosadegh, M. and Danesh, M., 2014.** Evaluation of physicochemical and sensory properties fish burgers made with different ratios of chicken and fish kilka. *Iran Iranian Scientific Fisheries Journal*, 22: 113-125. Doi: 10.1080/10498850.2020.1818155
- Nirmal, N.P. and Benjakul, S., 2011.** Use of tea extracts for inhibition of polyphenoloxidase and retardation of quality loss of Pacific white shrimp during iced storage. *LWT- Food Science and Technology*, 44: 924-932. Doi:10.1016/j.lwt.2010.12.007
- Ozyurt G, Polat A. and Tokur, B., 2007.** Chemical and sensory changes in frozen (-18°C) wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) captured at different fishing seasons. *International Journal of Food Science and Technology*, 42(7): 887-893. Doi: 10.1111/j.1365-2621.2006.01302.x

- Pearson, D., 1997.** Laboratory technic in food analysis, Butter Worth. London, UK. pp. 256-270.
- Razavi Shirazi, H., 2008.** Seafood Processing, Principle of heading and processing. Pars Negar, Iran. 325 p.
- Regost, C., Jakobsen, J.V. and Rørå, A.M.B., 2004.** Flesh quality of raw and smoked fillets of Atlantic salmon as influenced by dietary oil sources and frozen storage. *Food Research International*, 37(3): 259-271. Doi: 10.1016/j.foodres.2003.12.003
- Rehbein, H., 2002.** Measuring the shelf life of frozen fish. In: safety and quality issues in fish processing. Bremmer, H.A., (ed) Woodhead Publishing Limited and CRC Press LIC. pp. 407-424.
- Rorå, A.M.B., Regost, C. and Lampe, J., 2003.** Liquid holding capacity, texture and fatty acid profile of smked fillets of Atlantic salmon fed diet containing fish oil or soybean oil. *Food Research International*, 36: 231-239. Doi: 10.1016/S0963-9969(02)00141-2
- Saez, M.L., Suarez, M.D., Alarcon, F.J. and Martinez, T.F., 2021.** Assessing the Potential of Algae Extracts for Extending the Shelf Life of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets. *Foods*, 10: 910-919. Doi: 10.3390/foods10050910
- Shekarabi, S. P. H., Omid, A. H., Dawood, M. A., Adel, M., Avazeh, A. and Heidari, F., 2020.** Effect of black mulberry (*Morus nigra*) powder on growth performance, biochemical parameters, blood carotenoid concentration, and fillet color of rainbow trout. *Annals of Animal Science*, 20(1): 125-136. Doi: 10.2478/aoas-2019-0068
- Teskeredzic, Z. and Pfeifer, K., 1987.** Determining the degree of freshness of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) cultured in brackish water. *Journal of Food Science*, 52: 1101-1102. Doi: org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb14286.x

## Study of quality changes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during live-storage in supply tanks

Mehri J.<sup>1</sup>; Shamsaie Mehrgan M.<sup>1\*</sup>; Roomiani L.<sup>2</sup>; Rajabi Islami H.<sup>1</sup>

\* m.shamsaie@srbiau.ac.ir

1-Department of Fisheries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

### Abstract

The aim of this study was to compare and evaluate the quality changes of rainbow trout fillets during live-storage in supply tanks. The studied fish included fish kept in a farm and the fish kept alive in supply tanks for 24 h and 72 h. The feeding was stopped 24 h before transportation and during live-storage in supply tanks. The examinations included chemical pH, total volatile nitrogen bases (TVB-N), Free Fatty acids (FFA), peroxide value (PV) and thiobarbituric acid (TBA) and bacterial *Pseudomonas* spp., psychrophilic bacterial counts, *E.coli*, Enterobacteriaceae, Total viable count (TVC), colorimetric tests (a\*, L\* and b\*), tissue profile analysis (cohesiveness, gumminess, hardness, elasticity), and sensory evaluation (color, odor, taste, tenderness, appearance, overall acceptability). The pH value ranged from 6.68 to 7.18, which showed a significant increase with increasing the fish live-storage time in supply tanks (P<0.05). The highest levels of TBA, TVB-N, and FFA were measured in fish kept in live supply tanks at 72 h of storage. According to the standards for the amount of bacteria in fish fillets, in the 72h of the storage tanks, only the amount of *Pseudomonas* was within the permissible range, and in these tanks, other bacteria grew beyond the standard range. The red color of fish fillets or a\* was decreased with increasing in the storage time. The fish fillet texture had higher elasticity, hardness and gumminess values with increasing in the live-storage time in supply tanks. Also, the cohesiveness of fillet tissue was increased with increasing in the live-storage time and it was increased from 0.41 N to 0.53 N (P<0.05). The sensory indices of the fish fillets had a significant decreasing trend with increasing in the live-storage time in supply tanks (P<0.05). According to the results, fish live-storage for more than 24 h in supply tanks caused the fillets to deviate from the quality standards in terms of bacterial, chemical and sensory parameters.

**Keywords:** Live supply tanks, Shelflife, Fillet quality, Rainbow trout

---

\*Corresponding author