

## ارزیابی برخی ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و حسی گوشت کپور معمولی پرورش یافته در سیستم بیوفلاک

فریده بخشی<sup>۱</sup>، ابراهیم حسین نجد گرامی<sup>۲</sup>، رامین مناففر<sup>۳</sup>، امیر توکمه‌چی<sup>۴</sup>، کاوه رحمانی‌فرح<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup>گروه تکثیر و پرورش آبزیان، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

<sup>۲</sup>گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

<sup>۳</sup>گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

<sup>۴</sup>گروه میکروبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

<sup>۵</sup>گروه پاتوبیولوژی و کنترل کیفی، پژوهشکده آرتمیا و آبزی پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

(دریافت مقاله: ۲۱ خرداد ماه ۱۳۹۷، پذیرش نهایی: ۵ شهریور ماه ۱۳۹۷)

### چکیده

**زمینه مطالعه:** بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده، سیستم‌های مختلف پرورش در آبزیان تأثیر مستقیمی بر کیفیت گوشت در این گونه‌ها دارد. در سیستم جدید و مدرن پرورشی بیوفلاک، گونه آبی از فلاک‌های تولید شده در سیستم استفاده می‌کند که می‌تواند تأثیرات مهمی در کیفیت گوشت آن داشته باشد.

**هدف:** این تحقیق با هدف بررسی رشد و کیفیت شیمیایی، میکروبی و ظاهری گوشت ماهی کپور معمولی پرورش یافته در سیستم بیوفلاک طراحی و اجرا شد.

**روش کار:** برای این منظور تعداد سیصد قطعه ماهی کپور معمولی در ۱۲ حوضچه فایبر گلاس ۷۰ لیتری به طور تصادفی پخش شدند و به مدت ۹ هفته با چهار تیمار غذایی شامل: (۱) ۱۰۰ درصد غذای کنسانتره (شاهد)؛ (۲) ۷۵ درصد غذای کنسانتره + بیوفلاک ملاس چغندر قند؛ (۳) ۷۵ درصد غذای کنسانتره + بیوفلاک شکر؛ (۴) ۷۵ درصد غذای کنسانتره + بیوفلاک نشاسته ذرت تغذیه شدند. در پایان دوره پرورش شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهیان بررسی شدند. علاوه بر این برای بررسی کیفیت فیله ماهیان پرورشی، آزمایش‌های ارزشیابی حسی ماهیان خام (بلافاصله بعد از صید)، جمود نعشی (۳، ۶ و ۲۴ ساعت پس از صید)، بار باکتریایی، pH، رطوبت تحت فشار و همچنین TVN نیز به مدت ۱۶ روز (هر چهار روز یکبار) انجام شد.

**نتایج:** نتایج نشان داد، تیمار بیوفلاک نشاسته، کمترین ضریب تبدیل غذایی و بیشترین ضریب چاقی را به خود اختصاص داد که این اختلاف در مقایسه با تیمار شاهد معنی‌دار بود. شاخص‌های جمود نعشی و بار باکتریایی گوشت ماهیان پرورشی تفاوت معنی‌داری میان تیمارها نداشتند. pH گوشت کپور ماهیان با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت ولی در انتهای دوره نگهداری اختلاف معنی‌دار میان تیمارها دیده نشد. کمترین مقدار TVN اولیه در گوشت ماهیان تیمار نشاسته (۲/۵ mg)  $\pm$  ۹/۰ نیتروژن بر ۱۰۰ g گوشت) بود اما این شاخص در سایر تیمارها بالاتر از ۲۰ بر ۱۰۰ g گوشت بود.

**نتیجه‌گیری نهایی:** در مجموع بر اساس نتایج این تحقیق گوشت ماهیان پرورش داده شده در سیستم بیوفلاک نسبت به تیمار شاهد کیفیت قابل‌پذیرشی داشتند.

**واژه‌های کلیدی:** کپور معمولی، سیستم بیوفلاک، کیفیت گوشت، منابع کربنی

کپی‌رایت ©: حق چاپ، نشر و استفاده علمی از این مقاله برای مجله تحقیقات دامپزشکی محفوظ است.

(\* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۴۴-۳۲۷۵۳۱۷۲، نمابر: ۰۴۴-۳۲۷۵۳۱۷۲، Email: e.gerami@urmia.ac.ir

### How to Cite This Article

Bakhshi, F., H.Najdegerami, E., Manaffar, R., Tukmechi, A., Rahmani Farah, K. (2019). Evaluation of Chemical, Microbiological and Sensory Traits of Common Carp Meat in Biofloc System. *J Vet Res*, 74(1), 55-64. doi: 10.22059/jvr.2019.232280.2618



## مقدمه

آمارهای ارائه شده در خصوص صید و صیادی حکایت از کاهش شدید ذخایر طبیعی آبزیان در منابع آبی جهان و تلاش برای تأمین بخشی از غذای جمعیت جهان در بخش صنعت آبی پروری است (۸). بنابراین استفاده از سیستم‌های متراکم پرورش آبزیان به عنوان یکی از روش‌های مهم، اجتناب ناپذیر می‌باشد. تراکم بالای آبزیان در این سیستم‌ها، مشکلات زیادی برای آبزیان و پرورش دهندگان به همراه دارد که همواره از راهکارهای متفاوت جهت رفع مشکلات استفاده می‌شود. از جمله این راهکارها، می‌توان به استفاده از سیستم مدار بسته پرورش آبزیان برای مقابله با بحران کمبود آب اشاره کرد که با توجه به پیچیدگی سیستم و هزینه بالای سرمایه گذاری اولیه، پژوهشگران را به یافتن روش‌های جایگزین ترغیب کرده است (۶). یکی از راهکارهای جایگزین استفاده از تکنولوژی بیوفلاک (Biofloc technology) می‌باشد که حتی با استفاده از این سیستم می‌توان پساب‌های استخرهای پرورش متراکم آبزیان را به طور چند باره به کار برد و از این طریق با بحران کم آبی مقابله کرد (۱). در این سیستم با تنظیم نسبت کربن به نیتروژن از طریق اضافه کردن مواد کربنی، میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌های هتروتروف، جلبک‌ها، زئوپلانکتون‌های غذایی و آغازیان رشد کرده و مواد دفعی آبزیان پرورشی و غذای خورده نشده در استخرها را تجزیه می‌کنند و در نتیجه باعث کاهش نیاز به تعویض آب و تولید غذا برای آبزیان پرورشی می‌شوند (۱،۲۰).

کیور معمولی بعلت داشتن مقاومت زیاد در مقابل نوسانات محیطی، نرخ رشد بالا، امکان تکثیر مصنوعی، نگهداری بصورت متراکم و استفاده از طیف گسترده‌ای از مواد غذایی قابل دسترس در حال حاضر رتبه دوم آبی پرورشی دنیا را به خود اختصاص داده است (۷). اولین بار استفاده از سیستم بیوفلاک در پرورش فوق متراکم کیور معمولی بوسیله Bakhshi و همکاران در سال ۲۰۱۴ گزارش شد که از منبع کربنی ملاس برای راه اندازی سیستم استفاده شده بود و تأثیرات استفاده از این منبع در سیستم بیوفلاک بر کاهش مصرف غذای کنسانتره در پرورش فوق متراکم بچه ماهیان کیور معمولی بررسی شد (۴). از آنجا که یکی از مهم‌ترین اهداف آبی پروری تولید غذای با کیفیت مناسب برای مصرف کنندگان می‌باشد، توجه به کیفیت ماهی پرورش یافته ضروری می‌باشد. کیفیت فیله ماهی پرورشی می‌تواند متأثر از کیفیت آب، تغذیه و بسیاری از عوامل محیطی دیگر (۲۱) باشد. با توجه به این مساله که در سیستم بیوفلاک تقریباً تمامی عوامل مذکور تحت تأثیر قرار دارند، ممکن است کیفیت ماهی تولید شده دستخوش تغییراتی شود. بنابراین یکی از مهمترین دغدغه‌های این سیستم پرورشی جدید کیفیت ماهی تولید شده در آن می‌باشد. پرورش در سیستمی که تعویض آب اندکی داشته و بار باکتری‌ها نیز بالا می‌باشد، ممکن است تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کیفیت خوراکی و ویژگی‌های کیفی ماهی بگذارد. بر اساس مرور منابع نویسندگان تاکنون اطلاعاتی از ویژگی کیفی فیله

ماهیان پرورش یافته در این سیستم موجود نیست. در نتیجه تحقیق در مورد تأثیرات استفاده از این سیستم بر روی کیفیت گوشت ماهیان کیور معمولی نقش بسزایی در معرفی این سیستم به عنوان یک سیستم استاندارد جهت تولید کیور ماهیان با کیفیت دارد. با توجه به موارد ذکر شده، این تحقیق با هدف بررسی کیفیت فیله ماهیان کیور معمولی پرورش یافته در سیستم بیوفلاک انجام شد.

## مواد و روش کار

**تیمار بندی و پرورش ماهیان:** تعداد ۳۰۰ قطعه بچه ماهی کیور معمولی با میانگین وزنی  $3/95 \pm 20/82$  از یکی از کارگاه‌های استان گیلان خریداری و به پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه دانشگاه ارومیه منتقل شد. در انتهای طرح تصمیم به بررسی ویژگی‌های گوشت تولید شده در این سیستم و مقایسه آن با سیستم معمولی گرفته شد. بچه ماهیان پس از رقم بندی، به طور تصادفی در ۱۲ حوضچه فایبرگلاس با حجم آبیگری  $70 \text{ L}$  و با تراکم  $8 \text{ kg}$  در متر مکعب در هر حوضچه توزیع گردیدند (۲۵). پژوهش حاضر به مدت ۹ هفته چهار تیمار با سه تکرار به قرار زیر انجام شد:

تیمار ۱- تغذیه با جیره کنسانتره و تعویض آب حداقل ۳۰ درصد در شبانه روز (شاهد)، تیمار ۲- تغذیه با ۷۵ درصد جیره کنسانتره+ بیوفلاک (ملاس چغندر قند)، تیمار ۳- تغذیه با ۷۵ درصد جیره کنسانتره+ بیوفلاک (شکر)، تیمار ۴- تغذیه با ۷۵ درصد جیره کنسانتره+ بیوفلاک (نشاسته ذرت). تغذیه بچه ماهیان با جیره غذای تجاری (کارخانه فرا دانه، شهر کرد، اصفهان) و به میزان ۳ درصد وزن بدن و در ۳ وعده در ساعات ۸، ۱۳ و ۱۸ انجام شد. فاکتورهای فیزیکیوشیمیایی آب از جمله دمای آب پرورشی، pH و میزان اکسیژن در طول دوره در حوضچه‌های پرورشی به ترتیب  $1/5 \pm 23$ ،  $0/5 \pm 8$  و  $0/2 \pm 7/2 \text{ mg/L}$  بود. آب حوضچه پرورشی ماهیان تیمار شاهد و سه تیمار دیگر روزانه به ترتیب حدود ۳۰ درصد و ۱ درصد حجم آب مخزن پرورشی با آب تازه تعویض می‌شد. پس از پایان دوره پرورش، کیور ماهیان صید و با استفاده از عصاره گل میخک ( $200 \text{ mg/L}$ ) بیپوش شدند و پس از اطمینان از مرگ آن‌ها، جهت محاسبه فاکتورهای رشد زیست سنجی شدند. در نهایت جهت انجام آزمایش‌های کیفی گوشت آن‌ها طی دوره ماندگاری، به دمای  $4^\circ \text{C}$  منتقل گردیدند. لازم به ذکر است به منظور بررسی کیفیت ماهی‌ها، برای هر تیمار ۳۰ عدد ماهی (هر تکرار ۱۰ عدد) در نظر گرفته شد (۲۳). ماهی‌ها بلافاصله پس از مرگ (به صورت کامل) به یخچال منتقل شدند و در کیسه‌های زیپ کیپ در دمای  $4^\circ \text{C}$  در یخچال نگهداری شدند. کیفیت ماهیان هر ۴ روز یکبار و به مدت ۱۶ روز بررسی گردید.

**روش‌های آزمایشی:** ارزشیابی حسی روی ظاهر ماهی تازه صید شده، انجام شد. برای اینکار ویژگی‌های حسی ماهی‌های مورد آزمایش نظیر



امتیازات مربوط به پذیرش کلی نمونه‌های مورد آزمایش به ترتیب در تیمارهای نشاسته و شاهد مشاهده شد که این اختلاف از نظر آماری نیز معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). در حالیکه بین سایر تیمارها از نظر این پارامتر در مقایسه با همدیگر و همچنین در مقایسه با تیمار شاهد هیچ گونه اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). علاوه بر این، بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ دیگر فاکتورهای مربوط به ارزشیابی حسی (بافت، ظاهر عمومی، بوی آبشش، ظاهر آبشش و چشم) هیچ گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ).

**جمود نعشی:** نتایج مربوط به درصد جمود نعشی تیمارهای مختلف از سه تا ۲۴ ساعت بعد از صید در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان داد، هیچ گونه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از لحاظ درصد جمود نعشی چه با گذشت زمان نگهداری در یخچال و چه میان تیمارها وجود ندارد ( $P > 0/05$ ). تیمار شاهد پس از گذشت ۳ ساعت پس از صید بیشترین میزان جمود را نشان داد. تیمارهای ملاس و شکر با گذشت زمان تقریباً از نظر جمود تغییرات قابل توجهی نداشتند و درصد جمود آن‌ها از حدود ۳۶ درصد تا ۵۲ درصد متغیر بود. جمود نعشی تیمار نشاسته در ساعت سوم حدود ۱۹ درصد بود و پس از گذشت ۳ ساعت یعنی در ساعت ششم به ۵۷ درصد (مرحله آغاز جمود نعشی) رسید. هر چند تفاوت‌هایی در میان شاخص جمود نعشی در ماهیان دیده شد اما هیچ کدام از این تغییرات معنی‌دار نبود. با توجه به تقسیم‌بندی مراحل جمود نعشی در واقع هیچ یک از ماهی‌ها در طول ۲۴ ساعت به جمود نعشی کامل نرسیدند.

**بار باکتریایی:** نتایج مربوط به بار باکتریایی تیمارهای مختلف طی دوره ماندگاری در جدول ۴ ارائه شده است. از روز ۰ تا ۸ بین تیمارهای مختلف هیچ گونه اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ) اما تا روز ۱۶ نگهداری ماهیان در یخچال بار باکتریایی همه تیمارها افزایش یافت و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). در هشتمین روز آزمایش بار باکتریایی سایر تیمارها از حد مجاز ( $\log \text{CFU/g}$  ۷) عبور کرد و در دوازدهمین روز ماندگاری بار باکتریایی تیمار نشاسته در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت که این افزایش معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ) اما بین سایر تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد و همچنین در مقایسه با همدیگر، هیچ گونه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد.

**pH:** نتایج مربوط به تغییرات pH تیمارهای مختلف طی دوره ماندگاری در جدول ۵ ارائه شده است. پایین‌ترین میزان pH در روز صفر در تیمار ملاس مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ( $P < 0/05$ ). در حالیکه اختلاف میزان pH در بین تیمارهای مورد بررسی در روز ۱۶ معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ). میزان pH در تیمارهای آزمایشی در طی دوره آزمایش با نوسانات صعودی همراه بود و بین روزهای اول دوره و همچنین روز ۱۶ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

**رطوبت تحت فشار:** در جدول ۶، نتایج رطوبت تحت فشار تیمارهای

بافت، ظاهر عمومی، بوی آبشش، ظاهر آبشش و وضعیت چشم، مطابق جدول ۱ و بر اساس روش Lin & Morrissey در سال ۱۹۹۴ ارزیابی و امتیازدهی گردید (۱۳). همچنین شاخص جمود نعشی ۳، ۶ و ۲۴ ساعت پس از صید بر اساس روش Rahmanifarah و همکاران در سال ۲۰۱۱ با محاسبه میزان خمیدگی بدن و ساقه دم بررسی گردید (۱۸). بدین ترتیب که نصف طول (قسمت سر ماهی) بر روی لبه میز قرار گرفت و ارتفاع بین قسمت روی میز و دم ماهی به وسیله تخته جمود متر اندازه‌گیری شد و نتایج بر اساس درصد به صورت شاخص جمود ارائه گردید. شاخص جمود نعشی با محاسبه اختلاف ارتفاع آن قسمتی از بدن ماهی که بلافاصله پس از کشتار از لبه میز آویزان شده، از ارتفاع آن قسمتی از بدن ماهی که در هر یک از زمان‌های نمونه‌گیری از لبه میز آویزان شده تقسیم بر ارتفاع آن قسمتی از بدن ماهی که بلافاصله پس از کشتار از لبه میز آویزان شده ضرب در ۱۰۰، محاسبه گردید (۱۸). در صورتیکه درصد جمود نعشی ماهیان کمتر از ۳۳ درصد باشد ماهیان در مرحله پیش از جمود قرار می‌گیرند. اگر درصد جمود نعشی میان ۳۳ درصد و ۷۷ درصد باشد ماهیان در مرحله آغاز جمود نعشی بوده و همچنین در صورتیکه درصد شاخص جمود نعشی بیش از ۷۷ درصد باشد ماهی‌ها در مرحله جمود کامل تقسیم‌بندی می‌شوند (۲۲). میزان کل باکتری‌های موجود در گوشت بچه ماهیان بر اساس روش Chytiri و همکاران در سال ۲۰۰۴ و به صورت لگاریتم تعداد کلنی تشکیل شده در هر گرم بافت محاسبه و بیان گردید (۵). میزان pH در گوشت بچه ماهیان بر اساس روش Shabanpor و همکاران در سال ۲۰۱۶ و همچنین رطوبت تحت فشار بر اساس روش Suvanich و همکاران در سال ۲۰۰۰ و با استفاده از فرمول (۲۴):

$100 \times [\text{وزن اولیه گوشت} / (\text{وزن گوشت پس از سانتریفوژ} - \text{وزن اولیه گوشت})] = \text{مقدار رطوبت تحت فشار}$

محاسبه گردید. میزان ازت فرار تام (TVN) نمونه‌ها به روش تقطیر و تیتراسیون کلدال و بر اساس فرمول زیر اندازه‌گیری شد (۲۶).

$14 \times \text{مقدار اسید سولفوریک مصرفی (برای نمونه)} = \text{میزان ازت تام فرار (mg بر } 100 \text{ g نمونه)}$

**آنالیز آماری:** برای آنالیز داده‌های حاصل از زیست‌سنجی و سایر شاخص‌های کیفی گوشت از برنامه آماری SPSS استفاده شد. داده‌ها در مرحله اول از بابت همسان بودن واریانس‌ها (Homogeneity of variances) مورد بررسی قرار گرفتند و بعد از اطمینان از همسانی واریانس‌ها، آنالیز واریانس یک طرفه در سطح معنی‌دار ۹۵ درصد انجام شد. برای تعیین معنی‌دار بودن بین میانگین‌ها از تست دانکن استفاده شد.

## نتایج

**ارزشیابی حسی:** ارزشیابی حسی ظاهری ماهیان چند ساعت پس از مرگ، در جدول ۲ نشان داده شده است. طبق نتایج، بیشترین و کمترین



جدول ۱. معیار برای اندازه‌گیری عوامل حسی مورد آزمون.

امتیاز	چشم	ظاهر آبشش	بوی آبشش	ظاهر عمومی	بافت
۰	چشم شفاف و روشن است و حالت محدب دارد.	آبشش به رنگ قرمز روشن است و اندکی موکوس دارد.	آبشش ماهی بوی تازگی و خاص گونه دارد.	ظاهر عمومی خوب و پوست درخشانده و شفاف است.	بافت سفت است و قابلیت ارتجاعی دارد. فرورفتگی ناشی از فشار دست بسرعت برطرف می‌شود.
۱	چشم اندکی کدر و تا حدی تحدب آن کم شده است.	آبشش به رنگ قرمز است و مقداری موکوس دارد.	بوی خاص ماهی از بین رفته و آبشش فاقد بو است.	ظاهر عمومی خوب است، اما پوست تا حدی درخشندگی خود را از دست داده است.	بافت سفت است اما تا حدی قابلیت ارتجاعی خود را از دست داده است. فرورفتگی ناشی از فشار دست به آهستگی برطرف می‌شود.
۲	تحدب چشم از بین رفته و چشم به رنگ شیری شده است.	رنگ آبشش قرمز صورتی تا قهوه‌ای و دارای مقداری موکوس است.	بوی آبشش تندی کم تا متوسط دارد.	درخشندگی ماهی و رنگ پوست آن کم شده است.	بافت سفتی کمی دارد. فرورفتگی ناشی از فشار دست ممکن است در بافت باقی بماند.
۳	چشم بدون تحدب، فرورفته و شیری رنگ است.	رنگ آبشش قهوه‌ای است، می‌تواند موکوس زیادی داشته باشد.	بوی آبشش خیلی تند و تعفن آور است.	پوست ماهی فاقد درخشندگی بوده و رنگ آن محو شده است.	بافت کاملاً نرم است

جدول ۲. ارزشیابی حسی ظاهری تیمارهای مختلف ماهیان کیور معمولی پس از دوره پرورش (انحراف معیار  $\pm$  میانگین). \*حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف است.

تیمار	بافت	ظاهر عمومی	بوی آبشش	ظاهر آبشش	چشم	پذیرش کلی
شاهد	۴/۳ $\pm$ ۰/۱ <sup>a</sup>	۴/۸ $\pm$ ۰/۱ <sup>a</sup>	۴/۵ $\pm$ ۰/۳ <sup>a</sup>	۴/۳ $\pm$ ۰/۲ <sup>a</sup>	۴/۶۰ $\pm$ ۰/۲ <sup>a</sup>	۴/۷ $\pm$ ۰/۱ <sup>ab</sup>
ملاس	۴/۶ $\pm$ ۰/۱ <sup>a</sup>	۴/۶ $\pm$ ۰/۳ <sup>a</sup>	۴/۳ $\pm$ ۰/۰ <sup>a</sup>	۴/۴ $\pm$ ۰/۳ <sup>a</sup>	۴/۶ $\pm$ ۰/۳ <sup>a</sup>	۴/۶ $\pm$ ۰/۲ <sup>a</sup>
شکر	۴/۸ $\pm$ ۰/۲ <sup>a</sup>	۵ $\pm$ ۰/۰ <sup>a</sup>	۴/۷ $\pm$ ۰/۲ <sup>a</sup>	۴/۷ $\pm$ ۰/۲ <sup>a</sup>	۴/۸ $\pm$ ۰/۱ <sup>a</sup>	۴/۹ $\pm$ ۰/۰ <sup>b</sup>
نشاسته	۴/۹ $\pm$ ۰/۱ <sup>a</sup>	۴/۹ $\pm$ ۰/۰ <sup>a</sup>	۴/۷ $\pm$ ۰/۰ <sup>a</sup>	۴/۷ $\pm$ ۰/۲ <sup>a</sup>	۴/۹ $\pm$ ۰/۰ <sup>a</sup>	۵ $\pm$ ۰/۰ <sup>b</sup>

جدول ۳. میانگین شاخص جمود نعشی (درصد) تیمارهای مختلف از ۳ تا ۲۴ ساعت بعد از صید (انحراف معیار  $\pm$  میانگین).

تیمار	صفر (بلافاصله پس از صید)	سوم	ششم	بیست و چهارم
شاهد	۰	۵۳/۴ $\pm$ ۹/۷	۳۷/۱ $\pm$ ۲۰/۸	۳۷/۷ $\pm$ ۱۷/۵
ملاس	۰	۴۲/۳ $\pm$ ۲۵/۳	۵۷/۹ $\pm$ ۱۰/۰	۴۹/۴ $\pm$ ۹/۲
شکر	۰	۳۶/۸ $\pm$ ۲۴/۱	۴۷/۰ $\pm$ ۱۹/۸	۵۲/۹ $\pm$ ۲/۲
نشاسته	۰	۱۹/۴ $\pm$ ۴/۵	۵۷/۵ $\pm$ ۱۸/۸	۴۹/۶ $\pm$ ۲۰/۳

میزان ازت فرار تام (TVN): میزان ازت فرار تام تیمارهای مختلف

طی دوره ماندگاری در جدول ۷ به نمایش درآمده است. در همه تیمارها با افزایش دوره ماندگاری مقادیر TVN افزایش یافت. گرچه این افزایش در تیمار شاهد و ملاس طی دوره ماندگاری معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). در حالیکه در ۲ تیمار نشاسته و شکر کمترین میزان TVN در روز صفر مشاهده شد که این تفاوت در مقایسه با سایر روزهای نگهداری از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ).

## بحث

نتایج ارزشیابی حسی فیله‌های تیمارهای آزمایشی نشان داد که نمونه‌های مورد آزمایش در تیمارهای بیوفلاک و تیمار شاهد از لحاظ فاکتورهای مربوط به ارزشیابی حسی (بافت، ظاهر عمومی، بوی آبشش، ظاهر آبشش و چشم) هیچ گونه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. پیش از انجام این پژوهش فرض بر این بود که ماهیانی که در تراکم بالا و با تعویض آب انداک پرورش داده می‌شوند، ممکن است دارای گوشت با

جدول ۴. نتایج بار باکتریایی تیمارهای مختلف طی دوره آزمایش، بر حسب لگاریتم تعداد کلنی تشکیل شده در هر گرم بافت (انحراف معیار  $\pm$  میانگین). \*حروف بزرگ غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در یک زمان نمونه برداری است و حروف کوچک متفاوت در هر سطر نیز اختلاف معنی‌دار آماری یک تیمار را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد.

تیمار	زمان نگهداری (روز)			
	دوازده	هشت	چهار	صفر
شاهد	۸/۰ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>Ac</sup>	۷/۷ $\pm$ ۰/۱ <sup>Ac</sup>	۶/۴ $\pm$ ۰/۱ <sup>Ab</sup>	۳/۵ $\pm$ ۰/۷ <sup>Aa</sup>
ملاس	۸/۱ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>ABd</sup>	۷/۶ $\pm$ ۰/۳ <sup>Ac</sup>	۵/۹ $\pm$ ۰/۲ <sup>Ab</sup>	۳/۱ $\pm$ ۰/۱ <sup>Aa</sup>
شکر	۸/۱ $\pm$ ۰/۱ <sup>ABd</sup>	۷/۲ $\pm$ ۰/۲ <sup>Ac</sup>	۶/۵ $\pm$ ۰/۵ <sup>Ab</sup>	۳/۳ $\pm$ ۰/۰ <sup>Aa</sup>
نشاسته	۸/۳ $\pm$ ۰/۰۸ <sup>Bd</sup>	۷/۵ $\pm$ ۰/۴ <sup>Ac</sup>	۶/۴ $\pm$ ۰/۱ <sup>Ab</sup>	۳/۵ $\pm$ ۰/۱ <sup>Aa</sup>

مختلف، طی دوره آزمایش (انحراف معیار  $\pm$  میانگین) به تفصیل ارائه شده است (جدول ۶). میزان این شاخص در روز صفر در بین تیمارهای آزمایشی دارای اختلاف معنی‌دار نبود ولی در انتهای دوره بالاترین میزان رطوبت تحت فشار در تیمار شاهد و پایین‌ترین این میزان در تیمار شکر مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بودند ( $P < 0.05$ ).



جدول ۵. نتایج pH تیمارهای مختلف طی دوره آزمایش (انحراف معیار ± میانگین). حروف بزرگ غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در یک زمان نمونه برداری است و حروف کوچک متفاوت در هر سطر نیز اختلاف معنی‌دار آماری یک تیمار را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد.

دوره ماندگاری (روز)					
تیمار	صفر	چهار	هشت	دوازده	شانزده
شاهد	۶/۸ ± ۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	۶/۸ ± ۰/۰۵ <sup>Aa</sup>	۶/۷ ± ۰/۰۲ <sup>Aa</sup>	۷/۲ ± ۰/۰ <sup>Ab</sup>	۸/۱ ± ۰/۰۲ <sup>Ac</sup>
ملاس	۷/۰ ± ۰/۰۷ <sup>Ba</sup>	۶/۸ ± ۰/۰۸ <sup>Aa</sup>	۷/۱ ± ۰/۰۱ <sup>Ba</sup>	۷/۶ ± ۰/۰۲ <sup>Ab</sup>	۷/۹ ± ۰/۰۲ <sup>Ab</sup>
شکر	۶/۸ ± ۰/۰۳ <sup>Aa</sup>	۶/۸ ± ۰/۰۹ <sup>Aa</sup>	۶/۹ ± ۰/۰ <sup>Aba</sup>	۷/۲ ± ۰/۰۵ <sup>Aa</sup>	۷/۸ ± ۰/۰۱ <sup>Ab</sup>
نشاسته	۶/۹ ± ۰/۰۸ <sup>Aa</sup>	۶/۸ ± ۰/۰۳ <sup>Aa</sup>	۶/۸ ± ۰/۰ <sup>Aba</sup>	۷/۱ ± ۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	۷/۷ ± ۰/۰۳ <sup>Ab</sup>

جدول ۶. نتایج رطوبت تحت فشار تیمارهای مختلف بر حسب درصد، در طول دوره ماندگاری (انحراف معیار ± میانگین). حروف بزرگ غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در یک زمان نمونه برداری است و حروف کوچک متفاوت در هر سطر نیز اختلاف معنی‌دار آماری یک تیمار را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد.

زمان نگهداری (روز)					
تیمار	صفر	چهار	هشت	دوازده	شانزده
شاهد	۱۴/۵ ± ۲/۸ <sup>Aa</sup>	۴۷/۳ ± ۶/۴ <sup>Bc</sup>	۳۲ ± ۶/۵ <sup>ABbc</sup>	۲۶/۶ ± ۳/۰ <sup>Ab</sup>	۳۶ ± ۸/۷ <sup>Abc</sup>
ملاس	۱۲/۴ ± ۷/۳ <sup>Aa</sup>	۴۲ ± ۲/۰ <sup>Bd</sup>	۳۳/۸ ± ۷/۱ <sup>Bcd</sup>	۱۶/۶ ± ۱۰/۲ <sup>Aab</sup>	۲۷/۳ ± ۹/۴ <sup>Abc</sup>
شکر	۱۳/۲ ± ۰/۷ <sup>Aa</sup>	۳۴/۶ ± ۴/۶ <sup>ABb</sup>	۲۵/۳ ± ۷/۴ <sup>Aab</sup>	۲۷/۳ ± ۱۲/۲ <sup>Aab</sup>	۲۶ ± ۱۳/۱ <sup>Aab</sup>
نشاسته	۱۲/۹ ± ۷/۰ <sup>Aa</sup>	۳۷/۳ ± ۵/۰ <sup>Ac</sup>	۲۵/۳ ± ۷/۰ <sup>Abc</sup>	۲۰ ± ۸/۷ <sup>Aab</sup>	۳۰/۶ ± ۷/۰ <sup>Ac</sup>

جدول ۷. مقادیر TVN (بر حسب mg در ۱۰۰ g نمونه) تیمارهای مختلف طی دوره ماندگاری (انحراف معیار ± میانگین). حروف بزرگ غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در یک زمان نمونه برداری است و حروف کوچک متفاوت در هر سطر نیز اختلاف معنی‌دار آماری یک تیمار را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد.

زمان نگهداری (روز)					
تیمار	صفر	چهار	هشت	دوازده	شانزده
شاهد	۲۳/۹ ± ۳/۷ <sup>Ba</sup>	۲۶/۰ ± ۷/۹ <sup>Ba</sup>	۳۷/۲ ± ۷/۲ <sup>BCa</sup>	nd	۳۰/۳ ± ۶/۱ <sup>Aa</sup>
ملاس	۲۳/۶ ± ۰/۲ <sup>Ba</sup>	۲۸ ± ۲/۵ <sup>Ba</sup>	۲۶/۲ ± ۲/۵ <sup>Aba</sup>	nd	۳۴/۵ ± ۳/۸ <sup>Aa</sup>
شکر	۲۲/۸ ± ۷/۸ <sup>Ba</sup>	۳۲/۲ ± ۲/۴ <sup>Cb</sup>	۳۲/۸ ± ۳/۷ <sup>Cb</sup>	nd	۲۹/۸ ± ۴/۱ <sup>Ab</sup>
نشاسته	۹/۰ ± ۲/۵ <sup>Aa</sup>	۲۷/۱ ± ۷/۱ <sup>Ab</sup>	۲۴/۵ ± ۲/۷ <sup>Ab</sup>	nd	۳۷/۵ ± ۱۰/۳ <sup>Ab</sup>

جمود نعشی یکی از مهم‌ترین فرایندهای فیزیکی پس از مرگ می‌باشد. فرآوری گوشت ماهی در هنگام جمود نعشی بسیار مشکل بوده و محصول فرآوری شده در این مرحله، کیفیت فوق‌العاده پایینی خواهد داشت. لذا به تأخیر انداختن آن برای صنعت فرآوری محصولات غذایی می‌تواند بسیار با ارزش باشد. صلاحیت یا جمود نعشی پدیده‌ای است که در حین تغییرات پس از صید در عضلات آبی صید شده به علت پایین آمدن میزان ATP، با سفت شدن ماهیچه (گوشت) همراه است. هنگامی که میزان ATP به ۸۰ درصد مقدار اولیه برسد، جمود نعشی شروع خواهد شد. در مطالعه حاضر هیچ یک از ماهیان صید شده پس از ۲۴ ساعت از صید به جمود کامل نرسیدند. Rahmanifarah و همکاران در سال ۲۰۱۱ تأثیر تراکم بالا و پایین (در دوره پرورش ماهی) و همچنین روش کشتار خفگی در هوا (رایج) و بیهوشی در آب یخ (روش کم استرس) را بر ماهی کپور معمولی بررسی کردند. در پژوهش ایشان ماهیان کپور معمولی خفه شده در هوا که در تراکم پایین بودند پس از ۳ ساعت از مرگ ماهی به مرحله جمود نعشی کامل رسیدند. ماهیانی که با روش مشابه خفگی در هوا کشته شدند ولی در تراکم بالا نگهداری شده بودند نیز ۳ ساعت پس از مرگ به جمود نعشی رسیدند ولی شدت جمود ماهیان نگهداری شده با تراکم بالا

بوی نامطلوب باشند. در مطالعه حاضر نشان داده شد که کیفیت محصولات تولیدی در سیستم بیوفلاک نه تنها نسبت به تیمار شاهد پایین‌تر نیستند، بلکه در مواردی (تیمار نشاسته و شکر) دارای مطلوبیت بالاتری نیز هستند. در این در راستا در پژوهش‌های پیشین Najdegerami و همکاران در سال ۲۰۱۶ با مطالعه امکان کاربرد فناوری تشکیل توده‌های زیستی در پرورش متراکم بچه ماهیان کپور معمولی بیان کرد که باکتری‌های تشکیل دهنده بیوفلاک از خواص پروبیوتیکی بالایی برخوردار هستند. همچنین مطالعه Nasehi و همکاران در سال ۲۰۱۵ نشان داد، استفاده از پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی بر ظاهر و رنگ گوشت آن تأثیر مثبت می‌گذارد (۱۶). در این پژوهش فقط اندکی تیمار ملاس پذیرش کلی پایین‌تری نسبت به تیمار شاهد داشت که البته این تفاوت معنی‌دار نبود. تفاوت اندک ملاس با تیمار شاهد که روند معکوسی نسبت به دیگر تیمارهای بیوفلاک داشت می‌تواند با کیفیت ملاس مورد استفاده در ارتباط باشد. بنابراین با استناد به نتایج موجود می‌توان گفت، باکتری‌های پروبیوتیکی رشد یافته در تیمار بیوفلاک نشاسته بر رنگ و ظاهر ماهیان پرورش یافته در آن تأثیر گذاشته و به تبع آن پذیرش کلی و بازار پسندی بهتر این ماهیان را به همراه داشته است.



ماهی باشد (۱۷). علاوه بر این، مطالعه انجام شده روی کپور معمولی توسط Zhang و همکاران در سال ۲۰۱۵ نشان داد، احتمالاً افزایش pH پس از کاهش آن) به تشکیل ترکیبات فرار و آمین‌های حاصل از فعالیت باکتریایی و تشکیل متابولیت‌های آن‌ها مرتبط است (۲۷). بنابراین نوسانات بیشتر pH گوشت تیمار ملاس نسبت به سایر تیمارها را می‌توان به بالا بودن ترکیبات نیتروژن دار آب در محیط پرورشی این تیمار نسبت داد (با استناد به نتایج منتشر شده در این مطالعه) که به تبع آن بر میزان pH گوشت ماهی نیز تأثیر گذاشته است. به نظر می‌رسد با چنین استدلالی بالا بودن میزان pH در تیمار ملاس قابل توجیه می‌باشد Rahmanifarah و همکاران در سال ۲۰۱۱ با مطالعه تأثیر تراکم و روش کشتن ماهی کپور معمولی بر pH گوشت آن‌ها، در ۷۲ ساعت مطالعه pH، روند کاهشی این شاخص با گذشت زمان نگهداری ماهیان را گزارش نمودند (۱۹). در این مطالعه در روز ۴ و ۸ نگهداری ماهی‌ها pH گوشت آن‌ها افزایش یافت.

رطوبت تحت فشار از جمله شاخص‌های کیفی و فیزیکی گوشت ماهی می‌باشند که با ظرفیت نگهداری آب گوشت ارتباط مستقیم دارند. مقادیر کمتر آب آزاد شده و رطوبت تحت فشار نشان‌دهنده ظرفیت نگهداری آب بیشتر در گوشت ماهی می‌باشد. نتایج شاخص رطوبت تحت فشار در ماهیان پرورش داده شده در سیستم بیوفلاک نشان داد که بلافاصله پس از مرگ ماهی‌ها تفاوتی میان تیمارهای آزمایشی مختلف موجود نمی‌باشد. بیشترین میزان رطوبت تحت فشار در روزهای ۴ و ۸ پس از مرگ ماهی‌ها مشاهده شد. ماهیان تیمارهای نشاسته و شکر کمترین میزان رطوبت تحت فشار در روزهای ۴ و ۸ را نشان دادند که نشان‌دهنده ظرفیت نگهداری آب بیشتر این تیمارها نسبت به تیمارهای شاهد و ملاس می‌باشد. تجمع ترکیبات فسفات در سیستم بیوفلاک پرورش ماهی تیلایا گزارش شده است. در واقع تعدادی از میکروارگانیزم‌ها (باکتری‌ها، مخمرها، قارچ‌ها) که در این سیستم وجود دارند، قادر به ذخیره کردن فسفر به صورت پلی فسفات هستند (۱۴). نقش پلی فسفات در افزایش ظرفیت نگهداری گوشت ماهی‌ها کاملاً شناخته شده هست (۲۱) میزان بیشتر ظرفیت نگهداری آب تیمار نشاسته و شکر می‌تواند با قابلیت افزایش ظرفیت نگهداری آب پلی فسفات در ارتباط باشد.

مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVN) یک اصطلاح عمومی است که شامل تری متیل آمین، دی متیل آمین، آمونیاک و دیگر ترکیبات بازی نیتروژنی می‌شود و با فساد غذاهای دریایی مقدار این شاخص بیشتر می‌شود (۲۷) Huss و همکاران در سال ۱۹۸۸، میزان اولیه TVN گوشت کپور معمولی را  $12/43 \text{ mg}$  بر  $100 \text{ g}$  گوشت گزارش کردند. در مطالعه حاضر تنها TVN گوشت ماهیان تیمار نشاسته در این محدوده قرار داشت و در سایر تیمارها این میزان بالاتر از  $20 \text{ mg}$  بر  $100 \text{ g}$  گوشت برآورد گردید و یکی از نکات قابل توجه در این پژوهش مقدار بالای ازت تام فرار اولیه در بیشتر تیمارهای آزمایشی بود (۱۱). در سایر پژوهش‌ها معمولاً همگرایی

کمتر از ماهیان نگهداری شده در تراکم پایین بود. ماهیانی که با روش کم استرس‌تر بیهوشی در آب یخ کشته شدند، پس از ۳۶ ساعت از مرگ به جمود نعشی رسیدند که البته درصد جمود نعشی در این زمان حدود ۶۰ تا ۵۰ درصد بود. با مقایسه نتایج پژوهش حاضر با مطالعه Rahmanifarah و همکاران در سال ۲۰۱۱ بر ماهی کپور معمولی می‌توان نتیجه گیری کرد که ماهیان پرورش یافته در سیستم بیوفلاک (مطالعه حاضر) با اینکه در دوره پرورش تراکم بالا داشتند ولی استرس اعمال شده در پرورش تراکم، تأثیری بر تخلیه ذخایر گلیکوژنی ماهی‌ها و رخ دادن جمود زودرس در آن‌ها نشده است. همچنین در این تحقیق ماهیان با عصاره گل میخک بیهوش و کشته شدند که بهترین روش از نظر استرس پایین برای کشتن ماهی کپور معمولی می‌باشد (۱۹). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با استرس پایین ماهی‌ها در هنگام مرگ و تراکم بالای ماهیان پیش از مرگ نمی‌توان انتظار جمود نعشی کاملی از ماهیان پس از مرگ داشت. فاصله زیاد میان مرگ ماهی و زمان رخ دادن جمود نعشی فرصت فرآوری ماهی را افزایش می‌دهد و همچنین عدم رخ دادن جمود کامل و سخت از بروز آسیب به عضلات و تکه تکه شدن آن‌ها در هنگام پدیده جمود نعشی می‌کاهد (۱۱). Kristoffersen و همکاران در سال ۲۰۰۶ pH پایین و جمود نعشی شدید و زودرس را همراه با تکه تکه شدن عضلات، کاهش ظرفیت نگهداری آب و تغییراتی در بافت گوشت گزارش نمودند (۱۲).

افزایش جمعیت میکروبی یکی از شایع‌ترین علل فساد ماهی است (۱۷). در مطالعه حاضر، مقادیر اولیه بار باکتریایی بیانگر کیفیت خوب ماهی بود و تا چهارمین روز ماندگاری لگاریتم بار باکتریایی به میزان تعیین شده توسط (ICMSF  $\log \text{ cfu/g}$ )، که به عنوان حد قابل قبول برای ماهی تازه در نظر گرفته می‌شود، نرسید (۹). تمامی تیمارهای مورد بررسی تا روز ۸ نگهداری ماهی‌ها در یخچال از نظر بار باکتریایی تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. فقط در روز دوازده اختلاف میان تیمارها معنی‌دار شد. البته در هشتمین روز آزمایش بار باکتریایی تیمارهای مورد آزمایش از حد مجاز ( $\log \text{ cfu/g}$ ) عبور کرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت از نظر تأثیر پرورش در سیستم بیوفلاک که بار باکتریایی بالایی در آب پرورش موجود هست، اما گوشت ماهی‌های پرورش یافته در این سیستم از نظر تعداد باکتری با ماهی‌هایی که در آب معمولی پرورش داده شده‌اند، تفاوت قابل توجهی ندارد. نتایج این تحقیق با الگوی رشد میکروبی گزارش شده برای کپور معمولی مطابقت داشت (۲، ۱۷).

در مطالعه حاضر، افزایش تدریجی pH با گذشت زمان نگهداری در سایر تیمارها محسوس بود. بیشترین نوسانات pH در تیمار ملاس مشاهده شد اما در انتهای دوره ماندگاری هیچ گونه اختلافی بین سایر تیمارها مشاهده نشد. در این راستا، Qin و همکاران در سال ۲۰۱۶ ادعان داشتند، کاهش pH گوشت ماهی ممکن است به علت تجزیه گلیکوژن، ATP و فسفات کراتین در عضله و در نتیجه تجمع اسید لاکتیک در عضله



## References

1. Avnimelech, Y. (2006). Bio-filters: the need for an new comprehensive approach. *Aquac Eng*, 34, 172-178. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.04.001>
2. Babic, J., Milijasevic, M., Vranic, D., Veskovic-Moracanin, S., Djinovic-Stojanovic, J. (2015). Effect of modified atmosphere packaging on the shelf-life of common carp (*Cyprinus carpio*) steaks. *Procedia Food Sci*, 5, 2-5. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.02.015>
3. Bagni, M., Civitareale, C., Priori, A., Ballerini, A., Finioia, M., Brambilla, G., Marino, G. (2007). Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 263, 52-60. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.07.049>
4. Bakhshi, F., Malekzadeh Viayeh, R., Ebrahim H, N. (2014). Present efficient use of biofloc technology in intensive culture of common carp (*Cyprinus carpio*). *Animal Environment*, 3, 45-52.
5. Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I., Kontominas, M. (2004). Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Int J Food Microbiol*, 21, 157-165. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(03\)00059-5](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(03)00059-5)
6. De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W. (2008). The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277, 125-137. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>
7. Friedrich, M., Stepanowska, K. (1999). Effect of diet composition on the levels of glucose, lipids and lipoproteins of the blood and on the chemical composition of two-year-old carp (*Cyprinus carpio* L.) reared in cooling waters. *Acta Ichthyol Piscat*, 29, 13-23.
8. Gutierrez-Wing, M.T., Malone, R.F. (2006). Biological filters in aquaculture: trends and research directions for freshwater and marine applications. *Aquac Eng*, 34, 163-171. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.003>

نسبی میان فساد میکروبی، تغییرات حسی و بوی بد ماهی و افزایش مقدار ازت تام فرار مشاهده شده است (۹). اما در مطالعه حاضر ماهی‌ها بلافاصله پس از مرگ مقدار نسبتاً زیادی ازت تام فرار داشتند درحالیکه از نظر حسی گوشت آن‌ها بسیار تازه و با کیفیت بود و همچنین گوشت آن‌ها جمعیت میکروبی پایینی داشتند. از آنجائیکه میان تیمار شاهد با سایر تیمارها اختلاف آماری مشاهده نشد، نمی‌توان با قطعیت میزان بالایی ازت تام فرار را برای ماهیان پرورش یافته در سیستم بیوفلاک تعمیم داد. بنابراین بایست در مطالعات آتی بر کیفیت گوشت ماهیان پرورش یافته در این سیستم به مساله ازت تام فرار آن‌ها توجه بیشتری داشت. با این وجود، روند افزایشی TVN طی دوره‌های ماندگاری از جمله یافته‌های این تحقیق می‌باشد که با مطالعات انجام شده در این زمینه مطابقت دارد. طبق مطالعات انجام شده توسط Hong و همکاران در سال ۲۰۱۳، مقادیر اولیه TVN ماهی کپور علفخوار طی دوره ماندگاری در یخچال به طور قابل توجهی افزایش یافت (۱۰) که در این راستا Qin و همکاران در سال ۲۰۱۶ گزارش کردند، افزایش TVN ماهی در طول دوره ماندگاری می‌تواند مربوط به تخریب پروتئین و ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی و متابولیسم باکتری‌های عامل فساد باشد (۱۷).

**نتیجه‌گیری کلی:** به طور کلی نتایج این پژوهش نشان دهنده کیفیت مطلوب گوشت و ظاهر ماهیان کپور معمولی پرورش داده شده در سیستم بیوفلاک بود. ماهیانی که در سیستم غیر بیوفلاک پرورش داده شدند در شاخص‌هایی همچون شاخص جمود نعشی و بار باکتریایی گوشت، کیفیت قابل مقایسه و نسبتاً یکسانی با تیمارهای بیوفلاک داشتند ولی از نتایج جالب این پژوهش کیفیت بهتر تیمارهای بیوفلاک به‌ویژه تیمارهای نشاسته و شکر در شاخص‌های پذیرش کلی ظاهر ماهیان، pH گوشت، رطوبت تحت فشار و TVN می‌باشد. پرورش ماهی کپور معمولی در سیستم بیوفلاک همزمان با کاهش مصرف آب و افزایش تراکم ماهی‌ها، نه تنها تأثیر منفی بر کیفیت گوشت ماهی‌ها ندارد، بلکه می‌تواند با توجه به تولید برخی ترکیبات سودمند همچون فسفات‌ها، ویژگی‌های کیفی ماهی‌های مورد پرورش را بهبود ببخشد.

## تشکر و قدردانی

از کارشناسان محترم پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه به خصوص سرکار خانم مریم روحی کارشناس محترم آزمایشگاه میکروبیولوژی و جناب آقای عیسی بهرامی‌زاده دانشجوی کارشناسی ارشد رشته فرآوری آبزیان دانشگاه ارومیه که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند، کمال سپاس را داریم.

## تعارض در منافع

بین نویسندگان هیچ گونه تعارض در منافع گزارش نشده است.



9. Hasani, S., Hasani, M. (2014). Antimicrobial properties of grape extract on Common carp (*Cyprinus carpio*) fillet during storage in 4 C. Int. J Fish Aquat Stud, 1, 130-136.
10. Hong, H., Luo, Y., Zhou, Z., Bao, Y., Lu, H., Shen, H. (2013). Effects of different freezing treatments on the biogenic amine and quality changes of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) heads during ice storage. Food Chem, 138, 1476-1482. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.031>
11. Huss, H.H. (1988). Fresh fish--quality and quality changes: a training manual prepared for the FAO/DANIDA Training Programme on Fish Technology and Quality Control. Food and Agriculture Organization of the Fao, 9789251023952, 132pp.
12. Kristoffersen, T., Tobiassen, M., Esaiassen, G.B., Olsson, L.A., Godvik, M.A., Seppola Olsen, R. L. (2006). Effects of pre-rigor filleting on quality aspects of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.), Aquac Res, 37, 1556-1564.
13. Lin, D., Morrissey, M.T. (1994). Iced storage characteristics of Northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*). J Aquat Food Prod T, 3, 25-43. [https://doi.org/10.1300/J030v03n02\\_04](https://doi.org/10.1300/J030v03n02_04)
14. Luo, G., Gao, Q., Wang, C., Liu, W., Sun, D., Li, L., Tan, H. (2014). Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. Aquaculture, 422-423, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.023>
15. Najdegerami, E. H., Bakhshi, F., Lakani, F. B. (2016). Effects of biofloc on growth performance, digestive enzyme activities and liver histology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings in zero-water exchange system. Fish Physiol Biochem, 42(2), 457-465. <https://doi.org/10.1007/s10695-015-0151-9>
16. Nasehi, B., Chaji, M., Ghodsi, M., Puranian, M. (2015). Effect of diet containing probiotic on the properties of Japanese quail meat during the storage time. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 9, 77-86.
17. Qin, N., Li, D., Hong, H., Zhang, Y., Zhu, B., Luo, Y. (2016). Effects of different stunning methods on the flesh quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets stored at 4° C. Food Chem, 201, 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.071>
18. Rahmanifarah, K., Shabanpour, B., Shabani, A. (2009). Evaluation of imposed stress levels and meta quality attributes in common Carp affecting pre-slaughter crowding stress and killing procedures. Journal of Marine Science and Technology, 9, 4-17.
19. Rahmanifarah, K., Shabanpour, B., Sattari, A. (2011). Effects of Clove oil on behavior and flesh quality of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in comparison with pre-slaughter CO2 stunning, chilling and asphyxia. Turk J Fish Aquat Sci, 11, 139-147. <https://doi.org/10.4194/trj-fas.2011.0118>
20. Ray, A.J., Lewis, B.L., Browdy, C.L., Leffler, J.W. (2010). Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. Aquaculture, 299, 89-98. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.021>
21. Razavi Shirazi, H. (2007) Seafood Technology (storage and processing), First volume, (2<sup>nd</sup> ed.) Negar Pars Publication, Tehran, Iran, 325pp.
22. Ribas, L., Flos, R., Reig, L., MacKenzie, S., Barton, B.A., Tort, L. (2007). Comparison of methods for anaesthetizing Senegal sole (*Solea senegalensis*) before slaughter: stress responses and final product quality. Aquaculture, 269, 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.036>
23. Shabanpor, B., Sona Kalte, S., Ndimi, A., Golalipour, F., Azaribeh, M., Keyshams, M., Namar, M. (2016). Effect of initial preparation (full, empty stomach and fillets) on quality and shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at temperatures-18°C. Int J Food Sci Technol. 2008-8787, 13.
24. Suvanich, V., Jahncke, M., Marshall, D. (2000). Changes in selected chemical quality character-





- istics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. *Food Sci*, 65, 24-29.
25. Vosoughi, G., Qomi Marzdashti, M., G, P. (2001). *Fish Culture*. Tehran University Press, Tehran, Iran.
26. Watabe, S., Kamal, M., Hashimoto, K. (1991). Postmortem changes in ATP, creatine phosphate, and lactate in sardine muscle. *Food Sci*, 56, 151-153.
27. Zhang, Y., Li, Q., Li, D., Liu, X., Luo, Y. (2015). Changes in the microbial communities of air-packaged and vacuum-packaged common carp (*Cyprinus carpio*) stored at 4° C. *Food Microbiol*, 52, 197-204. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.08.003>



## Evaluation of Chemical, Microbiological and Sensory Traits of Common Carp Meat in Biofloc System

Farideh Bakhshi<sup>1</sup>, Ebrahim H. Najdgerami<sup>2</sup>, Ramin Manaffar<sup>3</sup>, Amir Tukmechi<sup>4</sup>, Kaveh Rahmanifarah<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Aquaculture, Artemia and Aquaculture Research institute, Urmia University, Urmia, Iran

<sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

<sup>3</sup>Department of Aquaculture, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

<sup>4</sup>Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran

<sup>5</sup>Department of Pathobiology and Quality Control, Artemia and Aquaculture Research institute, Urmia University, Urmia, Iran

(Received 11 June 2018, Accepted 27 August 2018)

### Abstract:

**BACKGROUND:** Based on previous studies, aquaculture systems affect on flesh quality in cultured species. In biofloc system, as a modern and new aquaculture system, animals use microbial flocs as feed and it seem such flocs affect on bodycomposition.

**OBJECTIVES:** The aim of this study was to evaluate growth and chemical, microbiological and sensory properties of common carp meat cultured in Biofloc system.

**METHODS:** Three hundred healthy fingerlings were randomly distributed in 12 tanks (70 L) at a density of 8.3 kg m<sup>-3</sup> and fed experimental treatments: commercial diet as a control and three biofloc treatments including sugar beet molasses biofloc (SBM+BFT), sugar biofloc (S+BFT) and corn starch biofloc (CS+BFT). Fish in BFT treatments were fed at 75% of the daily feeding rate of control. At the end of experiment, growth performance and survival investigated. In addition to evaluate cultured fish meat quality, sensory properties of raw fish (day 0), rigor mortis (3, 6 and 24 h after catch), bacterial count, pH, expressible moisture and TVN were also assessed during 16 days, (every 4 days).

**RESULTS:** The results indicated that the lowest food conversion ratio (FCR) and highest condition factor was observed in fish fed BC which differed significantly from control ( $P<0.05$ ). No significant difference among treatments was observed in rigor mortis and bacterial count ( $P>0.05$ ). pH in carp flesh increased gradually during storage time ( $P<0.05$ ), but at the end of the storage period no significant difference was found between the treatments ( $P>0.05$ ). The lowest primary TVN was seen in BS treatment ( $9.0 \pm 0.2$  mg N/100g flesh) but in other treatments TVN was higher than 20 mg/ 100g flesh ( $P<0.05$ ).

**CONCLUSIONS:** Overall, based on the results of this study, biofloc cultured fish flesh had acceptable quality in comparison with control fish.

### Keywords:

Biofloc system, Common carp, Flesh quality, Carbon sources

### Figure Legends and Table Captions

**Table 1.** Index for measuring the sensory factors tested.

**Table 2.** The visual sensory properties in common carp fingerlings at the end of the experiment.

**Table 3.** The average of rigor mortis (%) in experimental treatments at the times 3, 6 and 24 after sampling.

**Table 4.** The results of bacterial load (Log CFU/g tissue) during the test.

**Table 5.** The results of pH values during the test.

**Table 6.** The results of expressible moisture (%) in experimental treatments.

**Table 7.** The results of TVN in experimental treatments

