



University of Tehran

Effect of different levels of dietary-olive pomace (*Olea europaea*) on growth performance, carcass composition, blood indices and sensory evaluation of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*)

Alireza Azarmmehr¹ | Majidreza Khoshkholgh^{2*} |
Majid Mosapour Shajani³ | Akbar Banavreh⁴

1. Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran. Email: alireza.azammehr54@gmail.com
2. Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran. Email: majidreza@guilan.ac.ir
3. Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran. Email: mshajani@guilan.ac.ir
4. Islamic Azad University, Rasht Branch, Iran. E mail: a_banavreh@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received: 04 October 2025
Revised: 18 November 2025
Accepted: 20 January 2026
Published online: 20 February 2026

Keywords:
Feed utilization,
Fillet quality,
Grass carp,
Olive pomace,
Plant ingredient.

ABSTRACT

This study was aimed to evaluate the effects of different levels of dietary-olive pomace on the growth performance, carcass composition, hematological parameters and sensory quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). For this purpose, a total of 225 fish with an average initial body weight of 325.90 ± 9.39 g were randomly assigned to five experimental groups (three replicates) and were reared in 1000-liter oval tanks for a 67 -day period. The treatments were included a control group (OP0: a feed without olive pomace as control), and four experimental diets containing 5% OP (OP5), 10% OP (OP10), 15% OP (OP15) and 20% OP (OP20), respectively. At the termination of the experiment, fish from each tank were randomly sampled for proximate analysis. The results demonstrated that the final body weight and weight gain were significantly higher in the OP20 group compared to other groups ($P < 0.05$). Specific growth rate and body weight were significantly higher in the OP15 and OP20 groups compared to other groups at the end of the experiment. Furthermore, the feed conversion ratio was lower in the OP20 group. Carcass composition and moisture contents were significantly higher in the OP15 group. Crude fat contents were significantly higher in OP5 and OP20 groups as well. The ash content was also significantly decreased in the OP20 group. However, no significant differences were observed in the hematological parameters. Sensory evaluation of fillets revealed that aroma and flavor scores were lower in the OP0 and OP5 groups compared to all other groups, with the highest scores observed in the OP15 and OP20 groups. As a conclusion, the findings of this study suggest that the inclusion of OP in the diet of grass carp, particularly at a 15% level, positively influences growth performance and fillet sensory properties of grass carp.

Cite this article: Azarmmehr, A.R., Khoshkholgh, M.R., Mosapour Shajani, M., Banavreh. A. (2026). Effect of different levels of dietary olive pomace (*Olea europaea*) on growth performance, carcass composition, blood indices and sensory evaluation of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Journal of Fisheries*, 79 (1), 51-65. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.401683.1468>



© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.401683.1468>



دانشگاه تهران

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

سایت نشریه: <https://jfisheries.ut.ac.ir>

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۸۰۹

تأثیر سطوح مختلف تغاله زیتون در جیره غذایی بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه، شاخص‌های خونی و ارزیابی حسی ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*)

علیرضا آزر ممهر^۱ | مجیدرضا خوش خلق^{۲*} | مجید موسی پور شاجانی^۳ | اکبر بنوره^۴

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران. رایانامه: alireza.azarmmehr54@gmail.com

۲. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران. رایانامه: majidreza@guilan.ac.ir

۳. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران. رایانامه: mshajani@guilan.ac.ir

۴. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، رشت، ایران. رایانامه: a_banavreh@yahoo.com

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۳۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۰۱

کلیدواژه:

آمور،

اقلام گیاهی،

تغاله زیتون،

کارایی تغذیه‌ای،

کیفیت فیله.

مطالعه حاضر، با هدف ارزیابی اثرات سطوح مختلف تغاله زیتون در جیره بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه، شاخص‌های خونی و کیفیت حسی ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) انجام شد. بدین منظور، ۲۲۵ قطعه ماهی آمور با میانگین وزن اولیه $325/90 \pm 9/39$ گرم، به مدت ۲۱ روز قبل از شروع آزمایش سازگار شدند. ماهیان به طور تصادفی در پنج گروه آزمایشی (سه تکرار) توزیع و به مدت ۶۷ روز در مخازن بیضی شکل ۱۰۰۰ لیتری پرورش داده شدند. تیمارها شامل یک گروه شاهد (جیره بدون تغاله زیتون) و چهار گروه آزمایشی حاوی ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد تغاله زیتون بودند. در پایان آزمایش، به طور تصادفی تعدادی ماهی، صید و مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که وزن نهایی بدن، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن در گروه‌های ۱۵ و ۲۰ درصد در مقایسه با سایر گروه‌ها به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0/05$). علاوه بر این، ضریب تبدیل غذا در گروه ۲۰ درصد به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0/05$). در مورد ترکیب بیوشیمیایی لاشه، میزان رطوبت در گروه ۱۵ درصد افزایش یافت ($P < 0/05$) و میزان چربی خام در دو گروه ۵ و ۲۰ درصد به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0/05$). میزان خاکستر نیز در گروه ۲۰ درصد به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0/05$). با این حال، تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های خونی تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P > 0/05$). ارزیابی حسی فیله نشان داد که امتیاز عطر و طعم در گروه‌های شاهد و ۵ درصد در مقایسه با سایر گروه‌ها پایین‌تر بود ($P < 0/05$) و بالاترین امتیاز در گروه‌های ۱۵ و ۲۰ درصد مشاهده شد. در مجموع، یافته‌های این مطالعه نشان داد که گنجاندن تغاله زیتون در جیره غذایی ماهی آمور، به ویژه در سطح ۱۵ درصد، می‌تواند تأثیر مثبتی بر عملکرد رشد و ویژگی‌های حسی فیله ماهی آمور داشته باشد.

استناد: آزر ممهر؛ علیرضا، خوش خلق؛ مجیدرضا، موسی پور شاجانی؛ مجید، بنوره؛ اکبر (۱۴۰۵). تأثیر سطوح مختلف تغاله زیتون در جیره بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه، شاخص‌های خونی و ارزیابی حسی ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۷۹ (۱)، ۶۵-۵۱.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.401683.1468>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.401683.1468>



۱. مقدمه

امروزه، آبی‌پروری به عنوان یکی از ارکان اصلی تأمین غذای جهان مطرح است و نقشی حیاتی در تولید جهانی پروتئین ایفا می‌کند. صنعت آبی‌پروری با ارزش افزوده‌ای بالغ بر ۲۵۰ میلیارد دلار، در حال گسترش چشمگیری است و طیف وسیعی از گونه‌های جانوری و گیاهی (۳۲۸ گونه مختلف) را در بر می‌گیرد (FAO, 2024). علی‌رغم این پیشرفت قابل توجه در سطح جهانی و نیز نگاه ویژه ایران به توسعه این صنعت، آبی‌پروری با چالش‌های متعددی روبرو است که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به مسئله تأمین جیره و تغذیه مناسب اشاره کرد.

تغذیه در آبی‌پروری از اهمیت بالایی برخوردار است و بیشترین هزینه جاری (حدود ۷۰-۴۵ درصد) را به خود اختصاص می‌دهد (Ansari et al., 2021). به همین جهت، توجه محققان به تهیه جیره‌های با کیفیت و ارزان‌تر افزایش یافته است (Salin et al., 2018). با افزایش سرانه مصرف ماهی در ایران و شناخت و آگاهی مردم نسبت به مزایای مصرف آبزیان، کاهش هزینه تولید ضروری به نظر می‌رسد. یکی از راه‌های کاهش هزینه‌های پرورشی جایگزین نمودن منابع ارزان قیمت در ترکیب جیره ماهی است. در این رابطه استفاده از محصولات فرعی صنایع کشاورزی و تبدیلی به‌ویژه دانه‌های روغنی از نظر تأمین انرژی مورد نیاز انسان، دام، طیور و آبزیان از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است که از جمله آنها، می‌توان به تفاله گیاه زیتون اشاره کرد (Hazreen-Nita et al., 2022).

تفاله زیتون یکی از فرآورده‌های جانبی گیاه زیتون و منبعی سرشار از ترکیبات زیست‌فعال است که پتانسیل بالایی جهت استفاده به عنوان محرک سیستم ایمنی در آبی‌پروری دارد (Banavreh et al., 2019; Hoseinifar et al., 2020). بخش اعظم میوه زیتون جهت روغن‌کشی استفاده می‌شود و می‌توان از ضایعات حاصل از آن در تغذیه گونه‌های پرورشی استفاده کرد (Khoshkholgh et al., 2013). اما از جمله راهکارها جهت استفاده بهینه از این محصولات جانبی، مصرف آنها در تولید جیره‌های دام و آبزیان است. دلیل این امر را می‌توان با ترکیبات شیمیایی با ارزش تفاله زیتون شامل پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، اسیدهای چرب (از جمله اسید اولئیک و اسیدهای چرب زنجیره کوتاه)، پلی‌فنول‌ها و سایر رنگدانه‌ها در ارتباط دانست (Scoditti et al., 2014). تفاله زیتون شامل ترکیباتی مانند تیروزول^۱، اسید کافئیک^۲، اولئوروپین^۳ و ورباسکوزید^۴ است و خواص ضدالتهابی، ضد اکسیدانی و ضدسرطانی قابل توجهی از خود نشان می‌دهند (Nunes et al., 2016; Wani et al., 2018). علاوه بر این، تفاله زیتون از پروتئین پایینی برخوردار است و مشابه آرد گندم و آرد ذرت جزء ترکیباتی با محتوای پروتئینی کم است که می‌تواند جایگزین مناسبی برای آرد گندم و آرد ذرت محسوب شود. این امر نه تنها در کاهش هزینه تمام شده جیره بلکه در کاهش وابستگی به واردات اقلام مصرفی نیز تأثیرگذار بوده و راهکار مناسبی جهت بهبود کارایی محصولات حاصل از صنایع تبدیلی است (Simsek and Süfer, 2022).

امروزه، افزایش تقاضا جهت تولید ماهی‌آمو به دلیل رشد سریع و بازارپسندی بالا سبب روی آوردن تولیدکنندگان به سیستم‌های پرورش متراکم این ماهی شده است. لازمه توسعه پرورش این ماهی به طور انبوه استفاده از جیره‌های فرموله شده تجاری (Xie et al., 2018; Lu et al., 2022) و نیز استفاده از اقلام غذایی ارزان و غنی از ترکیبات زیست‌فعال مفید در جیره غذایی این گونه و کاهش هزینه‌های پرورش آن است (Liang et al., 2019; Hossain et al., 2024). براساس آنچه اشاره شد، تفاله زیتون یک محصول جانبی کاربردی حاصل از صنایع تبدیلی بوده که مصرف آن در صنعت آبی‌پروری در گام اول به مدیریت پسماند کمک می‌کند و از سویی دیگر، به دلیل وجود عناصر مغذی فراوان و سهولت دسترسی می‌تواند ترکیبی مناسب جهت استفاده در جیره گونه‌های گیاهخواری مانند ماهی‌آمو باشد. همچنین، با توجه به محتوای چربی مناسب و پروتئین پایین می‌توان از تفاله زیتون به عنوان جایگزین بخشی از روغن ماهی، آرد گندم و آرد ذرت استفاده کرد که به کاهش هزینه‌های تولید منجر می‌شود. علی‌رغم مطالعات صورت گرفته در زمینه به‌کارگیری تفاله زیتون و سایر فرآورده‌های آن در جیره ماهیان، تاکنون گزارشی مبنی بر استفاده از این ترکیب در جیره غذایی ماهی‌آمو انجام نشده است. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف تفاله زیتون جیره بر شاخص‌های رشد، ترکیبات شیمیایی لاشه و ویژگی‌های حسی ماهی‌آمو انجام پذیرفت.

¹Tyrosol²Caffeic acid³Oleuropein⁴Verbascoside

۲. روش‌شناسی پژوهش

مبنای تمامی آزمایش‌ها و نمونه‌برداری‌ها در پژوهش حاضر، دستورالعمل‌های کار با حیوانات آزمایشگاهی ارائه شده توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه گیلان بوده که مطابق با شناسه IR.GUILAN.REC.1403.190 انجام شدند.

۲-۱. تهیه جیره آزمایشی

فرمولاسیون و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. آماده‌سازی اقلام و تولید جیره‌ها با استفاده از تجهیزات کارخانه تولید غذای آبزیان گیلک‌دانه نوید گیلان (رشت، ایران) انجام شد. تفاله زیتون مورد نیاز از کارخانه حکمت دان زیتون مرسلین (لوشان، ایران) تهیه شد. مقادیر رطوبت، پروتئین، چربی به ترتیب معادل $9/79 \pm 0/30$ درصد، $7/41 \pm 0/42$ درصد و $7/72 \pm 1/10$ درصد بود. جهت تولید جیره‌ها، ابتدا همه اقلام خشک پایه و ریزمغذی پودر شده و از الک با چشمه ۳۰۰ میکرون عبور داده شدند. اقلام با نسبت مشخص با یکدیگر مخلوط و پس از ترکیب با آب و روغن به صورت خمیر درآمدند. خمیر حاصل از دستگاه پلت‌زن شرکت Zheng Chang (شانگهای، چین) با قطر ۲/۵ میلی‌متر عبور داده شد. پلت‌ها پس از خشک شدن در داخل کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا هنگام تغذیه ماهیان نگهداری شدند.

جدول ۱- ترکیب و تجزیه تقریبی جیره‌های آزمایشی (میانگین $\pm$ انحراف معیار، $n = 3$) (مقادیر بر حسب درصد)

جیره‌های آزمایشی					اقلام خوراکی
OP20	OP15	OP10	OP5	OP0	
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	پودر ماهی ^۱
۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	آرد سویا
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	سوس برنج
۸	۱۳	۱۸	۲۳	۲۸	آرد گندم
۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰	تفاله زیتون ^۲
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	لسیتین سویا ^۳
۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	روغن ماهی ^۱
۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰	روغن سویا
۱	۱	۱	۱	۱	پرمیکس ویتامینه ^۴
۱	۱	۱	۱	۱	پرمیکس معدنی ^۴
۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	مونوکلسیم فسفات ^۵
۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	دی ال-متیونین ^۶
۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	کولین کلراید ^۷
۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	آنتی‌اکسیدان‌ها ^۸
۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	اسیدی‌فایر ^۹
تجزیه تقریبی جیره					
$29/89 \pm 0/96$	$31/26 \pm 0/77$	$32/14 \pm 0/69$	$31/81 \pm 0/86$	$30/44 \pm 0/91$	پروتئین (درصد)
$10/14 \pm 0/93$	$10/08 \pm 0/68$	$9/74 \pm 0/79$	$9/66 \pm 0/67$	$9/48 \pm 0/57$	چربی (درصد)
$7/68 \pm 0/72$	$7/83 \pm 0/59$	$7/78 \pm 0/71$	$7/93 \pm 0/65$	$8/69 \pm 0/56$	خاکستر (درصد)
$6/50 \pm 0/88$	$6/50 \pm 0/35$	$6/10 \pm 0/45$	$5/80 \pm 0/60$	$6/50 \pm 0/49$	رطوبت (درصد)
$20/04 \pm 0/44$	$20/04 \pm 0/44$	$20/02 \pm 0/35$	$20/12 \pm 0/29$	$20/95 \pm 0/04$	انرژی خام (کیلوژول بر گرم)*

۱. پودر ماهی جنوب (شرکت آرد ماهی خزر، کیشهر، گیلان؛ پروتئین: ۵۳/۵ درصد، چربی: ۱۶/۵۰ درصد)؛ ۲. حکمت‌دانه (لوشان، گیلان)؛ ۳. Bergophor، کروناخ، آلمان؛ ۴. فرمول اختصاصی کارخانه گیلک‌دانه نوید؛ ۵. Polifar، نانجینگ، چین؛ ۶. Adisseo، لیل، فرانسه؛ ۷. MIAVIT، اولدنبورگ، آلمان؛ ۸. Arshine Feed، چانگشا، چین. * انرژی خام در این مطالعه براساس معادله زیر محاسبه شد (NRC, 2011): انرژی خام (کیلوژول بر گرم) = $(23/6 \times \text{درصد پروتئین}) + (39/5 \times \text{درصد چربی}) + (17/2 \times \text{درصد کربوهیدرات})$

۲-۲. طراحی آزمایش

این پژوهش در پنج تیمار آزمایشی و سه تکرار و به مدت ۶۷ روز انجام پذیرفت. تعداد ۲۲۵ قطعه ماهیان آمور (میانگین وزن اولیه: $39 \pm 9/325$ گرم) در ۱۵ حوضچه بتونی بیضی شکل ۱۰۰۰ لیتری (۱۵ قطعه در هر مخزن) موجود در کارگاه که قطر بزرگ و کوچک آن به ترتیب ۲۴۰ سانتی متر و ۱۱۰ سانتی متر و عمق آبگیری آن ۸۰ سانتی متر بود، توزیع شدند. جیره های آزمایشی شامل OP0: جیره پایه یا فاقد تفاله زیتون، OP5: ۵ درصد تفاله زیتون، OP10: ۱۰ درصد تفاله زیتون، OP15: ۱۵ درصد تفاله زیتون و OP20: ۲۰ درصد تفاله زیتون به عنوان جایگزین آرد گندم بودند. تغذیه ماهیان براساس درجه حرارت، وزن بدن و به صورت دستی و در حد سیری ظاهری و طی سه نوبت در روز (ساعات ۷:۳۰، ۱۱:۳۰ و ۱۵:۳۰) و طی ۶۷ روز انجام شد. نظافت مخازن روزانه دو بار پیش از غذادهی و پس از آن انجام گرفت.

۲-۳. بررسی شاخص های رشد

جهت بررسی شاخص های رشد در انتهای آزمایش، وزن ماهیان با استفاده از ترازوی دیجیتال شرکت Camry (ژوئینگ شان، چین) با دقت یک گرم و طول کل با استفاده از خط کش زیست سنجی با دقت ۱ میلی متر اندازه گیری شدند. شاخص های رشد و تغذیه شامل وزن کسب شده، ضریب چاقی، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی و درصد بازماندگی بوده که براساس معادله های زیر محاسبه شدند (Falahatkar, 2015):

$$\begin{aligned} & \text{وزن ابتدایی (گرم) - وزن نهایی (گرم) = افزایش وزن (گرم)} \\ & 100 \times \left[\frac{\text{درآزای کل (سانتی متر)}^3}{\text{وزن (گرم)}} \right] = \text{ضریب چاقی} \\ & 100 \times \frac{\text{طول دوره پرورش Ln} / \text{وزن ابتدای دوره Ln} - \text{وزن انتهای دوره}}{\text{نرخ رشد ویژه}} \\ & 100 \times \frac{\text{وزن ابتدایی (گرم)}}{\text{افزایش وزن (گرم)}} = \text{درصد افزایش وزن بدن} \\ & \text{افزایش وزن (گرم)} / \text{غذای خشک مصرفی (گرم)} = \text{ضریب تبدیل غذا} \\ & 100 \times \frac{\text{تعداد ماهی در ابتدای دوره}}{\text{تعداد ماهی در انتهای دوره}} = \text{درصد بازماندگی} \end{aligned}$$

۲-۴. ارزیابی ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان

جیره و لاشه ماهی از نظر ترکیبات شیمیایی توسط شیوه نامه AOAC (۲۰۱۲) بررسی شدند. برای اندازه گیری رطوبت، لاشه کامل ماهیان توسط دستگاه خردکن به خوبی همگن شد و مقداری از نمونه تر با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند. و در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک شدند. به منظور اندازه گیری پروتئین از روش کلدال استفاده شد و توسط رابطه $6/25 \times$ مقدار ازت = مقدار پروتئین خام درصد پروتئین خام محاسبه شد. درصد چربی خام با استفاده از دستگاه استخراج چربی سوکسله (مدل 6XL، بخشی، تهران، ایران) و با حلال ان هگزان اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری خاکستر، بوتله چینی حاوی نمونه خشک شده در کوره الکتریکی (مدل AFE1200L-3DH، شرکت آترا، تهران، ایران) تحت ۵۵۰ درجه سانتی گراد تا ظهور خاکستر نقره ای، سوزانده شدند.

۲-۵. سنجش شاخص های خونی

پس از اتمام دوره ۶۷ روزه آزمایش و اعمال گرسنگی به مدت ۲۴ ساعت، جهت ارزیابی شاخص های خون شناسی ماهیان، ۵ عدد ماهی از هر تکرار به شکل تصادفی صید و پس از بیهوشی با اسانس گل میخک توسط سرنگ هپارینه ۲ میلی لیتری گیج ۲۵ از رگ ناحیه ساقه دمی آنها خون گیری به عمل آمد. نمونه ها جهت ارزیابی شاخص های خون شناسی به داخل تیوب های استریل شماره گذاری شده منتقل و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافتند. شمارش گلبول های قرمز (RBC) و سفید (WBC) پس از رقیق سازی توسط لام هموسیتمتر و شمارش زیر میکروسکوپ انجام شد. میزان هموگلوبین با استفاده از روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۴۰ نانومتر انجام شد. درصد هماتوکریت نیز از طریق روش میکروهماتوکریت و سانتریفیوژ لوله های موئن حاوی نمونه خون تحت ۳۵۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه ارزیابی شد. میزان هماتوکریت برحسب درصد با استفاده از خط کش مدرج دایره ای

و از طریق رابطه زیر محاسبه شد (Leonard and McCormick, 1999):

$$100 \times [\text{حجم کل خون} / \text{حجم گلبول‌های قرمز خون}] = \text{درصد هماتوکریت}$$

سایر شاخص‌های خون‌شناسی مورد ارزیابی شامل حجم متوسط هر گلبول قرمز (MCV^۱)، میانگین هموگلوبین در سلول (MCH^۲) و میانگین غلظت هموگلوبین در سلول (MCHC^۳) بود و با استفاده از معادله‌های زیر بررسی و گزارش شد (Skov et al., 2011):

$$10 \times [\text{تعداد گلبول‌های قرمز (میلی‌متر مکعب/} \times 10^6) / \text{هماتوکریت (درصد)}] = \text{MCV (فمتولیترا)}$$

$$10 \times [\text{گلبول‌های قرمز (میلی‌متر مکعب/} \times 10^6) / \text{هموگلوبین (گرم بر دسی‌لیتر)}] = \text{MCH (پیکوگرم در هر سلول)}$$

$$100 \times [\text{هماتوکریت (درصد)} / \text{هموگلوبین (گرم بر دسی‌لیتر)}] = \text{MCHC (گرم بر دسی‌لیتر)}$$

شمارش افتراقی گلبول‌های سفید شامل نوتروفیل، لنفوسیت، مونوسیت و ائوزینوفیل پس از تهیه گسترش خونی، تثبیت آن با متانول ۹۶ درصد و رنگ‌آمیزی توسط محلول ۱۰ درصد گیمسا صورت گرفت. لام‌ها در معرض جریان هوا خشک شدند و برای شناسایی گلبول‌های سفید، زیر میکروسکوپ با عدسی بزرگنمایی ۱۰۰ مورد مشاهده قرار گرفتند. در نهایت، شمارش گلبول‌ها با استفاده از دستگاه شمارنده دستی انجام شد (Feldman et al., 2000).

۲-۶. ارزیابی‌های حسی

جهت ارزیابی حسی، ۱۰ داور آموزش دیده انتخاب شدند. هر داور به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته و یک ماهی از هر تکرار برای هر داور انتخاب شد. جهت تغییر ذائقه داورها در بین نمونه‌ها از آب استفاده شد. ماهیان (در شرایط یکسان حرارتی) در تنور پخت و تحت دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه مورد طبخ قرار گرفتند. هر تیمار از نظر عطر، طعم، شکل ظاهری، کیفیت بافت، احساس دهانی و پذیرش کلی ماهیان شکم خالی و پخته شده مورد ارزیابی حسی قرار گرفت. این امتیازها براساس آزمون هدونیک ۵ امتیازی که از ۰ تا ۵ (= غیرقابل خوردن؛ ۱ = بد؛ ۲ = متوسط؛ ۳ = خوب؛ ۴ = خیلی خوب) در نظر گرفته شد (Vital et al., 2018).

۲-۷. سنجش آماری

داده‌های حاصل از آزمایش‌ها از نظر همگنی واریانس و نرمال بودن به‌ترتیب با استفاده از آزمون لون (Levene test) و آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بررسی شدند. جهت تحلیل داده‌های حاصل، از تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای Tukey استفاده شد. اختلاف بین میانگین داده‌ها در تیمارهای مختلف با سطح اطمینان ۹۵ درصد تعیین شد. از آزمون ناپارامتریک کروسکال-والیس (Kruskal-Wallis) جهت مقایسه نتایج ارزیابی حسی داوران استفاده گردید. سنجش‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ شرکت IBM (آرمونک، آمریکا) انجام شد.

۳. یافته‌های پژوهش

۳-۱. اثرات مصرف تفاله زیتون بر عملکرد رشد

نتایج بررسی عملکرد رشد و تغذیه ماهیان امور پس از تغذیه با سطوح مختلف تفاله زیتون در جدول ۲ ارائه شده است. بر این اساس، وزن نهایی و وزن کسب شده در گروه تغذیه‌شده با ۱۵ درصد (OP15) و ۲۰ درصد تفاله زیتون (OP20) به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر گروه‌ها افزایش یافتند ($P < 0.05$). با وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های شاهد (OP0)، ۵ درصد (OP5) و ۱۰ درصد (OP10)، مقادیر دو شاخص مذکور در این گروه‌های آزمایشی به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه‌های ۱۵ درصد (OP15) و ۲۰ درصد (OP20) بودند ($P < 0.05$). ضریب چاقی در گروه OP5 به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی کاهش یافت.

¹Mean corpuscular volume

²Mean corpuscular hemoglobin

³Mean corpuscular hemoglobin concentration

($P < 0.05$) و بین گروه‌های دیگر از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$). بالاترین درصد شاخص‌های نرخ رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن در گروه‌های OP15 و OP20 مشاهده شد ($P < 0.05$). بین سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری از این لحاظ وجود نداشت ($P > 0.05$). ضریب تبدیل غذا در گروه‌های OP15 و OP20 کاهش معنی‌دار داشت و در گروه OP20 به‌طور معنی‌دار از کمترین میزان برخوردار بود و در گروه‌های شاهد، OP5 و OP10 به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). بازماندگی نیز کامل بود و هیچ‌گونه تلفاتی در طی دوره مشاهده نشد.

جدول ۲- شاخص‌های رشد ماهیان آمور (*Ctenopharyngodon idella*) تغذیه شده با سطوح مختلف تفاله زیتون جیره طی ۶۷ روز (میانگین $\pm$ انحراف معیار، $n = 3$)

تیمارهای تغذیه‌ای					شاخص‌های رشد
OP20	OP15	OP10	OP5	OP0	
۳۱۷/۷ $\pm$ ۵۰/۵۰	۳۱۰/۱۵ $\pm$ ۰۰/۰۰	۳۲۶/۱۰ $\pm$ ۵۰/۵۰	۳۳۱/۰ $\pm$ ۵۰/۵۰	۳۳۴/۳ $\pm$ ۰۰/۶۰	وزن اولیه (گرم)
۸۴۳/۲۶ $\pm$ ۵۰/۵۰ ^c	۸۱۰/۱۴ $\pm$ ۵۰/۵۰ ^b	۷۲۳/۸ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^a	۷۰۵/۲ $\pm$ ۵۰/۵۰ ^a	۷۱۵/۱۵ $\pm$ ۶۷/۱۸ ^a	وزن نهایی (گرم)
۵۲۶/۱۹ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^b	۵۰۰/۴ $\pm$ ۵۰/۵۰ ^b	۳۹۶/۲ $\pm$ ۵۰/۵۰ ^a	۳۷۴/۳ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^a	۳۸۱/۱۴ $\pm$ ۶۷/۰۵ ^a	افزایش وزن (گرم)
۱/۰ $\pm$ ۶۷/۱۵ ^b	۱/۰ $\pm$ ۶۰/۰۷ ^b	۱/۰ $\pm$ ۶۳/۱۴ ^b	۱/۰ $\pm$ ۴۵/۱۱ ^a	۱/۰ $\pm$ ۶۸/۱۵ ^b	ضریب چاقی
۱/۰ $\pm$ ۴۳/۰۳ ^b	۱/۰ $\pm$ ۴۴/۰۳ ^b	۱/۰ $\pm$ ۱۹/۰۳ ^a	۱/۰ $\pm$ ۱۳/۰۱ ^a	۱/۰ $\pm$ ۱۴/۰۳ ^a	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)
۱۶۰/۲ $\pm$ ۵۸/۱۲ ^b	۱۶۱/۳ $\pm$ ۵۳/۷۶ ^b	۱۲۱/۴ $\pm$ ۵۴/۶۷ ^a	۱۱۲/۱ $\pm$ ۸۲/۰۷ ^a	۱۱۴/۴ $\pm$ ۲۷/۱۳ ^a	افزایش وزن بدن (درصد)
۳/۴۵ $\pm$ ۰/۰۹ ^c	۳/۶۸ $\pm$ ۰/۰۹ ^b	۴/۳۰ $\pm$ ۰/۱۳ ^a	۴/۵۷ $\pm$ ۰/۱۶ ^a	۴/۴۵ $\pm$ ۰/۰۵ ^a	ضریب تبدیل غذایی
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	بازماندگی (درصد)

حروف انگلیسی کوچک در هر ردیف در بالای اعداد بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف است ($P < 0.05$).

۳-۲. اثر سطوح مختلف تفاله زیتون بر ترکیب لاشه

نتایج بررسی ترکیب بیوشیمیایی لاشه ماهیان آمور پس از دوره تغذیه ۶۷ روزه با سطوح مختلف تفاله زیتون در جدول ۳ ارائه شده است. میانگین رطوبت در گروه OP15 که با ۱۵ درصد تفاله زیتون در جیره تغذیه شده بودند، به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر گروه‌های آزمایشی بود ($P < 0.05$). این شاخص در گروه OP5 به‌حداقل میزان خود رسید، اگرچه اختلاف معنی‌داری با گروه‌های OP5 و OP20 نشان نداد ($P > 0.05$). برعکس رطوبت، محتوای چربی خام در گروه تغذیه شده با ۵ و ۲۰ درصد تفاله زیتون به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$) و پایین‌ترین میزان آن در گروه OP15 مشاهده شد که از نظر آماری اختلافی با گروه OP0 نداشت ($P > 0.05$). همچنین، میزان عددی پروتئین تیمار ماهیان تغذیه شده با ۱۵ درصد تفاله زیتون از بقیه بیشتر بود ولی اختلاف معنی‌داری در محتوای پروتئین خام در گروه‌های مختلف مشاهده نشد ($P > 0.05$). سطوح خاکستر لاشه پس از تغذیه با جیره حاوی ۲۰ درصد تفاله زیتون به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و بین گروه‌های دیگر از نظر این شاخص اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

جدول ۳- ترکیب بیوشیمیایی لاشه ماهیان آمور (*Ctenopharyngodon idella*) تغذیه شده با سطوح مختلف تفاله زیتون پس از ۶۷ روز بر حسب وزن تر (میانگین $\pm$ انحراف معیار، $n = 3$)

تیمارهای تغذیه‌ای					شاخص‌ها (درصد)
OP20	OP15	OP10	OP5	OP0	
۶۹/۷۲۸ $\pm$ ۰/۴۳ ^{ab}	۷۲/۲۵۸ $\pm$ ۰/۳۵ ^c	۷۰/۲۲۹ $\pm$ ۱/۰۰ ^a	۶۸/۵۶۷ $\pm$ ۰/۵۰ ^b	۷۰/۰۷۲ $\pm$ ۰/۶۱ ^a	رطوبت
۱۵/۲۳ $\pm$ ۰/۹۸	۱۵/۶۴ $\pm$ ۰/۰۹	۱۵/۶۴ $\pm$ ۰/۸۲	۱۵/۶۵ $\pm$ ۰/۸۹	۱۵/۰۹ $\pm$ ۰/۹۷	پروتئین
۱۰/۱۱۴ $\pm$ ۰/۷۹ ^c	۸/۹۹۸ $\pm$ ۰/۶۳ ^a	۹/۸۳۴ $\pm$ ۰/۸۰ ^b	۱۰/۰۸۴ $\pm$ ۰/۸۴ ^c	۹/۱۵۲ $\pm$ ۰/۸۴ ^{ab}	چربی
۲/۰۱۳ $\pm$ ۰/۰۳ ^b	۲/۶۳۶ $\pm$ ۰/۰۵ ^a	۲/۵۳۲ $\pm$ ۰/۲۴ ^a	۲/۸۷۵ $\pm$ ۰/۳۶ ^a	۲/۷۲۳ $\pm$ ۰/۱۰ ^a	خاکستر

حروف انگلیسی کوچک در هر ردیف در بالای اعداد بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف است ($P < 0.05$).

۳-۳. اثر سطوح مختلف تغاله زیتون بر شاخص‌های خونی

جدول ۴ بیانگر نتایج شاخص‌های خونی ماهیان آمور پس از تغذیه با سطوح مختلف تغاله زیتون است. اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های خونی و درصد افتراقی گلبول‌های سفید خون ماهیان آمور در هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($P > 0.05$).

جدول ۴- شاخص‌های خونی ماهیان آمور (*Ctenopharyngodon idella*) تغذیه شده با سطوح مختلف تغاله زیتون طی ۶۷ روز (میانگین $\pm$ انحراف معیار، $n = 3$)

تیمارهای تغذیه‌ای					شاخص‌ها
OP20	OP15	OP10	OP5	OP0	
$1/47 \pm 0/14$	$1/48 \pm 0/17$	$1/49 \pm 0/19$	$1/45 \pm 0/13$	$1/46 \pm 0/14$	RBC (سلول $\times 10^6$ در میلی‌متر مکعب)
$9/90 \pm 0/11$	$10/30 \pm 0/10$	$9/90 \pm 0/17$	$11/50 \pm 0/17$	$12/01 \pm 0/16$	WBC (سلول $\times 10^3$ در میلی‌متر مکعب)
$7/85 \pm 0/15$	$7/77 \pm 0/31$	$7/85 \pm 0/58$	$7/77 \pm 0/50$	$7/74 \pm 0/25$	Hb (گرم بر دسی‌لیتر)
$32/43 \pm 0/35$	$32/47 \pm 0/83$	$32/17 \pm 2/78$	$31/90 \pm 0/90$	$32/40 \pm 1/30$	HCT (درصد)
$218/67 \pm 3/06$	$217/67 \pm 2/52$	$221/67 \pm 2/52$	$220/00 \pm 2/00$	$221/33 \pm 2/08$	MCV (فمتولیت)
$52/96 \pm 0/50$	$52/70 \pm 0/36$	$53/13 \pm 0/35$	$53/03 \pm 0/15$	$52/20 \pm 0/40$	MCH (پیکوگرم در هر سلول)
$24/01 \pm 0/21$	$23/93 \pm 0/40$	$23/96 \pm 0/18$	$23/94 \pm 0/39$	$23/87 \pm 0/21$	MCHC (گرم بر دسی‌لیتر)
$83/67 \pm 2/52$	$85/00 \pm 3/00$	$83/00 \pm 2/00$	$82/67 \pm 3/06$	$83/00 \pm 2/00$	لنفوسیت (درصد)
$13/67 \pm 2/52$	$13/33 \pm 2/31$	$13/00 \pm 2/65$	$13/67 \pm 1/53$	$14/33 \pm 2/08$	نوتروفیل (درصد)
$3/33 \pm 1/53$	$4/00 \pm 1/00$	$3/67 \pm 1/15$	$3/67 \pm 1/53$	$3/33 \pm 1/53$	مونوسیت (درصد)
$1/00 \pm 1/00$	$0/67 \pm 0/58$	$0/33 \pm 0/58$	$0/33 \pm 0/58$	$0/33 \pm 0/58$	ائوزینوفیل (درصد)

RBC: تعداد گلبول‌های قرمز، WBC: تعداد گلبول‌های سفید، Hb: هموگلوبین، HCT: هماتوکریت، MCV: حجم متوسط هر گلبول قرمز، MCH: میانگین هموگلوبین در سلول و MCHC: میانگین غلظت هموگلوبین در سلول.

۳-۴. اثر سطوح مختلف تغاله زیتون بر شاخص‌های حسی

نتایج بررسی ویژگی‌های حسی گوشت پخته شده ماهی آمور تحت تأثیر تغذیه با جیره‌های مختلف در جدول ۵ آمده است. بر این اساس، مطلوبیت بوی فیله در گروه‌های شاهد و تغذیه شده با ۵ درصد تغاله زیتون به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$) و حداکثر میزان مطلوبیت آن در گروه OP15 مشاهده شد. مشابه با بو، طعم ماهیان تغذیه شده با ۱۵ درصد تغاله نیز از بالاترین مطلوبیت برخوردار بوده و در ماهیان تیمار OP20 مجدد کاهش یافته است ($P < 0.05$). در سایر ویژگی‌ها مانند شکل ظاهری، کیفیت بافت و احساس دهانی، اختلافی میان گروه‌های تغذیه‌ای مختلف مشاهده نشد ($P > 0.05$) و پذیرش کلی تیمار ۱۵ درصد از بالاترین مقدار برخوردار بود.

جدول ۵- ویژگی‌های حسی گوشت ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) پس از تغذیه با سطوح مختلف تغاله زیتون طی ۶۷ روز (میانگین $\pm$ انحراف معیار، $n = 3$)

تیمارهای تغذیه‌ای					شاخص‌ها
OP20	OP15	OP10	OP5	OP0	
$4/5 \pm 0/23^b$	$5/0 \pm 0/31^c$	$4/3 \pm 0/48^b$	$3/7 \pm 0/67^a$	$3/8 \pm 0/63^a$	بو
$4/2 \pm 0/43^c$	$4/5 \pm 0/48^c$	$4/4 \pm 0/51^c$	$3/8 \pm 0/63^b$	$4/0 \pm 0/00^a$	طعم
$4/8 \pm 0/62$	$4/5 \pm 0/00$	$4/5 \pm 0/52$	$4/5 \pm 0/81$	$4/5 \pm 0/52$	شکل ظاهری
$4/7 \pm 0/00$	$4/6 \pm 0/00$	$4/6 \pm 0/52$	$4/7 \pm 1/25$	$4/5 \pm 0/52$	کیفیت بافت
$4/5 \pm 0/44$	$4/3 \pm 0/48$	$4/4 \pm 0/51$	$4/3 \pm 0/48$	$4/3 \pm 0/80$	احساس دهانی
$4/7 \pm 0/31$	$5/0 \pm 0/00$	$4/6 \pm 0/41$	$3/6 \pm 1/17$	$4/0 \pm 1/15$	پذیرش کلی

حروف انگلیسی کوچک در هر ردیف در بالای اعداد بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف است ($P < 0.05$).

۴. بحث و نتیجه گیری نهایی

۴-۱. شاخص های رشد

مطالعه حاضر نشان داد که عملکرد رشد ماهی آمور در اثر تغذیه با سطوح بالای تفاله زیتون ارتقا می یابد. به نظر می رسد که به دلیل افزایش کارایی دستگاه گوارش ماهی آمور در هضم ترکیبات گیاهی، تغذیه با مقادیر بالای تفاله زیتون نه تنها مشکلی ایجاد نکرده بلکه عملکرد رشد را نیز بهبود می بخشد. همچنین، مطالعات نشان داده اند که ترکیبات زیست فعال موجود در تفاله زیتون می توانند اثرات مثبتی بر سلامت ماهیان داشته باشند که به نوبه خود بر حفظ عملکرد رشد و تغذیه نیز تأثیرگذار هستند (Gisbert et al., 2020; Hoseinifar et al., 2017). در راستای نتایج مطالعه حاضر، Ahmadifar و همکاران (۲۰۱۹) نیز پس از تغذیه بچه ماهی آمور با عصاره برگ زیتون دریافتند که عملکرد رشد می تواند با افزایش مقادیر مصرفی این ترکیب ارتقا یابد. همچنین، مصرف عصاره آبی-الکی برگ درخت زیتون بر شاخص های رشد ماهی کپور معمولی نشان داد که وزن نهایی، درصد افزایش وزن و شاخص رشد ویژه در این تیمارهای آزمایشی نسبت به گروه شاهد افزایش می یابد (Karimi Pashaki et al., 2018). در مقابل، Khoshkholgh و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند که عملکرد رشد با افزایش مقادیر تفاله زیتون (۱۵ درصد) در جیره ماهی قزل آلا رنگین کمان کاهش می یابد. این محققان دلیل یافته به دست آمده را به این صورت عنوان کردند که قزل آلا رنگین کمان، به عنوان یک گونه گوشت خوار، نیازمند جیره غذایی با پروتئین بالا و فیبر پایین است. دستگاه گوارش قزل آلا برای هضم و جذب مواد غذایی با منشأ حیوانی تکامل یافته است و به نظر می رسد که قادر به هضم و جذب فیبر بالا و ترکیبات ضد تغذیه ای احتمالی موجود در تفاله زیتون نیست. تفاله زیتون می تواند حاوی سطوح بالای فیبر غیر قابل هضم، فیبر خنثی، فیبر اسیدی، لیگنین اسیدی باشد (Harmantepe et al., 2016). این امر می تواند منجر به کاهش هضم، جذب نامناسب مواد مغذی و در نهایت، کاهش رشد قزل آلا رنگین کمان شود. همسو با این یافته ها، Kiapasha و همکاران (۲۰۱۹) نیز مشاهده کردند که افزایش مقادیر تفاله زیتون سبب کاهش رشد در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شد که با نتایج مطالعه Lebria و همکاران (۲۰۲۰) در ماهی طلایی (*Carassius auratus*) تطابق داشت. در مقایسه با این نتایج، Banavreh و همکاران (۲۰۱۸) دریافتند که سطوح بالای تفاله زیتون (۱۰۰ گرم بر کیلوگرم تفاله زیتون) تأثیری بر عملکرد رشد تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) یکساله ندارد. بنابراین، واکنش گونه های مختلف آبزیان به مصرف ترکیبات گیاهی مانند تفاله زیتون متغیر بوده و تحت تأثیر فیزیولوژی دستگاه گوارش و نیازهای تغذیه ای خاص هر گونه قرار دارد.

مطالعه حاضر روی ماهی آمور نشان دهنده بهبود ضریب تبدیل غذایی پس از تغذیه با سطوح بالای تفاله زیتون در جیره بود. کاهش این شاخص را می توان با افزایش رشد در این گروه در ارتباط دانست. به عبارت دیگر بهبود هضم و جذب جیره حاوی تفاله زیتون سبب بهبود عملکرد رشد و تغذیه در ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) شده است. در همین راستا، Ahmadifar و همکاران (۲۰۱۹) مشاهده کردند که میان گروه شاهد و گروه های تیمار شده با عصاره آبی-الکی برگ درخت زیتون، تفاوت معنی داری از نظر ضریب تبدیل غذایی وجود دارد؛ به طوری که گروه شاهد بالاترین میزان این شاخص را دارا بود. Karimi Pashaki و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که کمترین ضریب تبدیل غذایی در ماهی کپور معمولی پس از تغذیه با عصاره زیتون رخ داد. در مقایسه با آنچه در مطالعه کنونی مشاهده شد، نتایج برخی مطالعات بیانگر تأثیر منفی اقلام گیاهی نظیر تفاله زیتون بر گونه های مختلف ماهیان هستند. برای مثال Khoshkholgh و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده کردند که با افزایش میزان تفاله زیتون در جیره غذایی، به ویژه در تیمار ۱۵ درصد، تمایل ماهیان به تغذیه کاهش یافت و در کمترین حد خود قرار گرفت. در واقع، ۱۵ درصد تفاله زیتون، تمایل ماهی قزل آلا رنگین کمان به دریافت غذا را کاهش می دهد. نتایج بررسی Sansoucy (۱۹۸۵) نیز نشان داد که تفاله زیتون از خوش خوراکی پایینی برخوردار است و بهتر است برای بهبود آن، از ترکیبات دیگری مانند ملاس استفاده شود. همچنین، Al-Asgah و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که جایگزینی ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سبوس گندم با ضایعات زیتون به طور معنی داری عملکرد رشد و بازدهی غذا را کاهش خواهد داد. بسیاری از عوامل مانند شرایط آزمایشی، نیازمندی های تغذیه ای گونه، ترکیب جیره و هضم پذیری اقلام می توانند بر مقادیر ضریب تبدیل غذایی اثرگذار باشند (Hardy and Barrows, 2002; Banavreh et al., 2018; Kajbaf et al., 2024).

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن تفاله زیتون به غذای ماهی آمور، شاخص‌های رشد را افزایش و ضریب تبدیل غذایی را کاهش می‌دهد و سطح بهینه تفاله زیتون در جیره غذایی ماهی آمور، در محدوده ۱۵ تا ۲۰ درصد قرار دارد. آمور به‌عنوان گونه‌ای گیاهخوار، از این منبع غذایی به‌خوبی استفاده می‌کند و این بهبود رشد ناشی از هضم بهتر و جذب مؤثرتر مواد مغذی موجود در تفاله زیتون است که در نهایت منجر به کاهش هزینه‌های خوراک می‌شود. با این حال، تأثیرگذاری سطوح بالاتر این ضایعات کشاورزی بر شاخص‌های فیزیولوژیک و مولکولی و نیز تأثیر افزایش مدت زمان آزمایش نیاز به مطالعات بیشتری در آینده دارد.

۴-۲. شاخص‌های بیوشیمیایی لاشه

در مطالعه حاضر مشاهده شد که سطوح مختلف تفاله زیتون تأثیر قابل توجهی بر برخی از شاخص‌های ترکیب بدن ماهی آمور دارد. ارتباط مشخصی بین میزان رطوبت و درصد جایگزینی آرد گندم با تفاله زیتون در جیره ماهی آمور مشاهده نشد. براساس نتایج، میزان رطوبت در گروه تغذیه‌شده با ۱۵ درصد تفاله زیتون در جیره در مقایسه با شاهد افزایش یافت، اما با افزایش سطح تفاله زیتون به ۲۰ درصد کاهش یافت. دلیل احتمالی این یافته در ماهی آمور می‌تواند عوامل ضدتغذیه‌ای مانند تانن‌ها و ترکیبات فنولی و فیبر با افزایش سطوح اقلام گیاهی در جیره باشد که مقادیر ماده خشک را کاهش و درصد رطوبت بافت را افزایش می‌دهد (Rojas and Verreth, 2003). مشابه این نتایج در مطالعه Banavreh و همکاران (۲۰۱۸) ب روی تاسماهی سبیری در اثر تغذیه با تفاله زیتون مشاهده شد. در مورد پروتئین خام، اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های مختلف مشاهده نشد. این نتیجه نشان می‌دهد که سطوح مختلف تفاله زیتون در جیره غذایی، تأثیر قابل توجهی بر توانایی ماهی آمور در سنتز پروتئین بدن نداشته است. این امر احتمالاً می‌تواند به‌دلیل وجود پروتئین کافی در سایر اجزای جیره یا قابلیت بالای ماهی آمور در استفاده از منابع پروتئینی موجود در سایر ترکیبات جیره باشد. نتایج مشابهی در مطالعه Al-Asgah و همکاران (۲۰۱۱) روی تیلاپپای نیل مشاهده شد که بیانگر عدم تأثیرگذاری ضایعات فرآوری زیتون بر محتوای پروتئین خام بدن بود. با این حال، در برخی مطالعات مشاهده شده است که مصرف تفاله زیتون در مقادیر بالا سبب کاهش محتوای پروتئین بدن می‌شود. برای مثال، مقادیر پروتئین در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از تغذیه با ۱۵ درصد تفاله زیتون کاهش یافت که بیانگر تأثیر اختصاصات گونه‌ای در هضم و جذب پروتئین بدن است (Khoshkholgh et al., 2013).

در ارتباط با چربی خام، نتایج نشان از افزایش در گروه ۲۰ درصد تفاله زیتون در مقایسه با گروه شاهد دارد. افزایش محتوای چربی می‌تواند پیامدهای مثبت و منفی به‌همراه داشته باشد. این یافته‌ها با آنچه در مورد ماهی تیلاپپای نیل پس از تغذیه با جیره حاوی ۱۰۰ درصد ضایعات زیتون (Al-Asgah et al., 2011) و تاسماهی سبیری پس از تغذیه با ۵۰-۱۰۰ گرم در کیلوگرم تفاله زیتون جیره مشاهده شد (Banavreh et al., 2018) مطابقت دارد. مقادیر چربی بدن به‌طور مستقیم انعکاسی از محتوای جیره است (Robin et al., 2003). بنابراین، مقادیر بالای چربی در تفاله زیتون می‌تواند در افزایش محتوای چربی بافت ماهی آمور پس از تغذیه با سطوح حداکثری آن تأثیرگذار باشد. از طرفی، افزایش مقادیر ترکیبات گیاهی در جیره سبب افزایش رسوب چربی در ماهیچه ماهیان می‌شود (Kaushik et al., 2004; De Francesco et al., 2007; Ye et al., 2011). افزایش چربی جیره از یک‌سو، می‌تواند طعم ماهی را بهبود بخشد، اما از سوی دیگر، تجمع بیش از حد چربی می‌تواند به بیماری کبد چرب و کاهش کیفیت فیله منجر شود (Johansson et al., 2000; Yu et al., 2021). بنابراین ارزیابی نوع و میزان چربی و اسیدهای چرب برای تعیین تأثیر کلی ضروری است.

مطالعه حاضر نشان داد که میزان خاکستر لاشه ماهی آمور در گروه OP20 کاهش دارد، در حالی که بین گروه‌های دیگر از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این نتایج با یافته‌های مطالعه Banavreh و همکاران (۲۰۱۸) در تاسماهی سبیری پس از تغذیه با ۱۰۰ گرم در کیلوگرم تفاله زیتون در جیره مطابقت دارد. افزایش خاکستر بدن می‌تواند بیانگر جذب عناصر معدنی موجود در تفاله زیتون باشد؛ این در حالی است که تغذیه با سطوح بالای تفاله زیتون در جیره سبب کاهش جذب آن در بدن ماهی آمور شده است. برخی از مطالعات نشان داده‌اند که وجود گروه‌های پلی‌فنول می‌تواند دسترسی بدن را به مواد معدنی کاهش دهد که این امر در طولانی مدت می‌تواند اثرات مخربی بر رشد و سلامت ماهیان داشته باشد (Samman et al., 2001; Cianciosi et al., 2022). در مجموع،

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از تفاله زیتون در جیره غذایی ماهی آمور، تأثیر معنی‌داری بر رطوبت، چربی خام و خاکستر لاشه این ماهی دارد.

۴-۳. شاخص‌های خونی

شاخص‌های خون‌شناسی راهکاری با ارزش، سریع، غیر کشنده و ارزان در سنجش سلامتی ماهیان هستند که تحت تأثیر شرایط محیطی، گونه، اندازه، سن و جیره قرار می‌گیرند (Atamanalp and Yanik, 2003). از طرفی، بررسی‌های خون‌شناسی در ماهیان اطلاعات ارزشمندی را در کشف و تشخیص اختلالات متابولیک و بیماری در ماهی فراهم می‌کنند. متغیرهایی نظیر گونه ماهی، جنس، سن، سیکل بلوغ جنسی، شرایط تغذیه‌ای، شرایط سلامت بدن و استرس می‌توانند شاخص‌های هماتولوژی را تغییر دهند (Ahmed et al., 2020). از این‌رو شاخص‌های خون‌شناسی از جمله هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز و سفید، هموگلوبین یون‌های پلاسما، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها، گلوکز و هورمون‌ها در مطالعات مختلف به‌عنوان نشانگرهای فیزیولوژیک مورد بررسی قرار می‌گیرند (Shahjahan et al., 2022).

در مطالعه حاضر مشاهده شد که شاخص‌های خونی و درصد افتراقی گلبول‌های سفید ماهی آمور تحت تأثیر سطوح مختلف تفاله زیتون قرار نگرفت. همسو با این نتایج، Kiapasha و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان دادند که اگرچه، شمارش افتراقی گلبول‌های سفید ماهی کپور معمولی تحت تأثیر سطوح تفاله زیتون قرار گرفت و در گروه ۳ درصد تفاله زیتون به حداکثر خود رسید، اما شاخص‌های خونی ماهی کپور معمولی مانند هموگلوبین و هماتوکریت تفاوت معنی‌داری در گروه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف تفاله زیتون نداشت که با مطالعه حاضر روی ماهی آمور و سایر نتایج مطالعاتی شامل یافته‌های Harmantepe و همکاران (۲۰۱۶) روی تیلاپای دورگه جوان و Shimeno و همکاران (۱۹۹۳) روی ماهی دم‌زرد ژاپنی (*Seriola quinqueradiata*) مطابقت داشت. با این حال، کاهش هموگلوبین و هماتوکریت در برخی مطالعات بر اثر تغذیه با تفاله زیتون گزارش شده است (Khoshkholgh et al., 2016). تغییرات در هماتوکریت می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی مانند تغییر حجم پلاسما، تورم گلبول‌های قرمز و آزاد شدن تعداد متفاوت گلبول‌های قرمز از بافت‌های خون‌ساز باشد (Caldwell and Hinshaw, 1994; Benfey and Biron, 2000). هماتوکریت یکی از شاخص‌های خون‌شناسی است که در مطالعات حائز اهمیت است. همچنین، سنتز هموگلوبین پس از رهاسازی گلبول‌های قرمز به درون سیستم گردش خون صورت می‌گیرد که می‌تواند در کاهش هموگلوبین نقش داشته باشد (Thomas and Perry, 1992). در مطالعه حاضر، برخلاف یافته‌های Jalili و همکاران (۲۰۱۳) در ماهی قرل‌آلای رنگین‌کمان، Jahanbakhshi و همکاران (۲۰۱۲) در فیل‌ماهی (*Huso huso*) و Bransden و همکاران (۲۰۰۱) در ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*)، تفاوت معنی‌داری در تعداد لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها مشاهده نشد. علاوه بر این، تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های MCH و MCV و نیز در تیمارهای مختلف مشاهده نشد، کاهش مقادیر این شاخص‌ها می‌تواند نشانه‌ای از اختلال در فعالیت اندام‌های خون‌ساز و بروز کم‌خونی باشد (Munker et al., 2007) که در مطالعه حاضر مشاهده نشد و این امر می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر مثبت استفاده از تفاله زیتون بر سیستم ایمنی آمور باشد.

در مجموع، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های خون‌شناسی نشان داد که جایگزینی آرد گندم با تفاله زیتون تأثیر مخربی بر کاهش این شاخص‌ها نداشته است. در بررسی دقیق‌تر نتایج، عدم وجود تفاوت معنی‌دار در مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد گلبول‌های قرمز خون بین گروه‌های آزمایشی نشان از سلامت عمومی و عدم بروز کم‌خونی در ماهیان تحت تیمار با تفاله زیتون دارد. به‌علاوه، ثابت ماندن درصد افتراقی گلبول‌های سفید خون در گروه‌های تغذیه شده با تفاله زیتون و شاهد نیز حاکی از عدم بروز اختلالات ایمنی در ماهیان تغذیه شده با تفاله زیتون است. این امر می‌تواند به‌دلیل وجود ترکیبات مغذی در تفاله زیتون باشد که نیازهای تغذیه‌ای و سلامت ماهی آمور را تا حد قابل قبولی تأمین می‌کند.

۴-۴. ارزیابی حسی

براساس یافته‌های حاضر، تغذیه ماهی آمور با سطوح مختلف تفاله زیتون بر ویژگی‌های حسی شامل عطر و طعم فیله این ماهی تأثیر می‌گذارد. به‌طور مشخص، عطر فیله در گروه‌های تغذیه شده با ۱۵ و ۲۰ درصد تفاله زیتون افزایش یافت. این افزایش احتمالاً

به دلیل انتقال ترکیبات آروماتیک موجود در تفاله زیتون به بافت ماهی امور است. مطالعات پیشین نیز نشان داده اند که ترکیبات فنولی موجود در تفاله زیتون می توانند بر طعم و عطر محصولات غذایی اثرگذار باشند. مطالعه Sicuro و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که عصاره محصولات فرعی کارخانه روغن کشی زیتون، ظرفیت آنتی اکسیدانی گوشت ماهی را افزایش می دهد و نیز در بو و طعم ماهی نیز تأثیرگذار است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد و نشان می دهد که ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف تفاله زیتون در مقایسه با شاهد از خوش خوراکی بیشتری برخوردار بوده اند. زیتون حاوی مقادیر زیادی ترکیبات فنولی و توکوفرولی است که روی طعم و پایداری آن تأثیر به سزایی دارند همچنین ماده اولئوروپین از جمله عوامل اصلی بهبود تغییر طعم و بو در ماهی (Genovese et al., 2021) است و علت کاهش رتبه ارزیابی بو و طعم در تیمار بدون تفاله زیتون نیز متأثر از همین موضوع است. به شکل کلی، ماهیان پخته شده در تیمارهای مختلف، از لحاظ رنگ ظاهری تفاوتی نداشتند و تفاله زیتون در جیره بر بو و طعم ماهی تأثیر مثبت گذاشت و خوش خوراک تر شدند. نتایج تحقیق Khoshkholgh و همکاران (۲۰۱۳) در مورد ماهی قزل آلا و رنگین کمان نیز مشابه تحقیق حاضر است و نشان می دهد که حتی با افزایش بیشتر تفاله زیتون مزه و بوی ماهی بهتر می شود ولی در رنگ ماهی تأثیر چندانی ندارد.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، در سایر ویژگی های حسی مورد بررسی، از جمله شکل ظاهری، کیفیت بافت، احساس دهانی و پذیرش کلی، تفاوتی معنی داری بین گروه های مختلف تغذیه ای مشاهده نشد. این یافته ها حاکی از آن است که استفاده از سطوح مورد مطالعه از تفاله زیتون در جیره غذایی ماهی امور، تأثیر منفی بر کیفیت ظاهری و بافت گوشت این ماهی ندارد. ثبات سایر ویژگی های حسی در سطوح مختلف تفاله زیتون، بیانگر تطابق مناسب ماهی با این نوع جیره غذایی است. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می دهد که استفاده از تفاله زیتون در جیره غذایی ماهی امور تا سطح ۱۵ و ۲۰ درصد می تواند موجب بهبود عطر و طعم گوشت این ماهی شود. این امر می تواند از جنبه های اقتصادی و زیست محیطی حائز اهمیت باشد.

به طور کلی، با در نظر گرفتن عملکرد کلی و شاخص های مورد بررسی در این مطالعه، استفاده از تفاله زیتون در سطح ۱۵ درصد جهت بهبود بازدهی رشد، تغذیه، بهبود کیفیت حسی و ایمنی گوشت ماهی امور توصیه می شود. این امر می تواند علاوه بر کاهش هزینه های تولید از طریق استفاده از یک محصول جانبی صنایع کشاورزی، به کاهش آلودگی محیط زیست و دستیابی به آبی پروری پایدار این گونه ارزشمند کمک کند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از دانشگاه گیلان سپاسگزاری می نمایند.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان گزارش نشده است.

References

- Ahmadifar, E., Adineh, H., Hanaee Kashani, Z., Eenayat gholampour, T., Masoudi, E., 2019. Effect of Olive Tree Extract on Growth, Survival and Activity Indices of Antioxidant Enzymes in Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Journal of Fisheries* 72(1), 1-11. DOI: 10.22059/jfisheries.2019.74386 (In Persian)
- Ahmed, I., Reshi, Q.M., Fazio, F., 2020. The influence of the endogenous and exogenous factors on hematological parameters in different fish species: a review. *Aquaculture International* 28(3), 869-899. DOI: 10.1007/s10499-019-00501-3
- Al-Asgah, N.A., Younis, E.M., Abdel-Warith, A.A., El-Khaldy, A.A., Amanat Ali, A.A., 2011. Effect of feeding olive waste on growth performance and muscle composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Agriculture and Biology* 13(2), 239-244.

- Ansari, F.A., Guldhe, A., Gupta, S.K., Rawat, I., Bux, F., 2021. Improving the feasibility of aquaculture feed by using microalgae. *Environmental Science and Pollution Research* 28, 43234-43257. DOI: 239-244. 10.1007/s11356-021-14989-x
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2012. Official Methods of Analysis. 16th edition. AOAC, Arlington, Virginia.
- Atamanalp, M., Yanik, T., 2003. Alterations in hematological parameters of *Oncorhynchus mykiss* exposed to mancozeb. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 27(5), 1213-1217.
- Banavreh, A., Soltani, M., Kamali, A., Yazdani-Sadati, M.A., Shamsaie, M., 2018. Effects of olive pomace on growth performance, digestibility, body composition and fatty acid profile in yearling Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* (Brandt 1896). *Aquaculture Nutrition* 25, 333-342. DOI: 10.1111/anu.12858
- Banavreh, A., Soltani, M., Kamali, A., Yazdani-Sadati, M.A., Shamsaie, M., 2019. Immuno-physiological and antioxidant responses of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) fed with different levels of olive pomace. *Fish Physiology and Biochemistry* 45, 1419-1429. DOI: 10.1007/s10695-019-00649-y
- Benfey, T.J., Biron, M., 2000. Acute stress response in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Aquaculture* 184(1-2), 167-176. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00314-2.
- Bransden, M.P., Carter, C.G., Nowak, B.F., 2001. Effects of dietary protein source on growth, immune function, blood chemistry and disease resistance of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr. *Animal Science* 73(1), 105-113. DOI: 10.1017/S1357729800058100.
- Caldwell, C.A., Hinshaw, J., 1994. Physiological and haematological responses in rainbow trout subjected to supplemental dissolved oxygen in fish culture. *Aquaculture* 126(1-2), 183-193. DOI: 10.1016/0044-8486(94)90259-3
- Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T.Y., Regolo, L., Alvarez-Suarez, J.M., Navarro-Hortal, M.D., Xiao, J., Quiles, J.L., Battino, M., Giampieri, F., 2022. The reciprocal interaction between polyphenols and other dietary compounds: Impact on bioavailability, antioxidant capacity and other physico-chemical and nutritional parameters. *Food Chemistry* 375, 131904. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131904
- De Francesco, M., Parisi, G., Pérez-Sánchez, J., Gomez-Réqueni, P., Médale, F., Kaushik, S.J., Mecatti, M., Poli, B.M., 2007. Effect of high-level fish meal replacement by plant proteins in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growth and body/fillet quality traits. *Aquaculture Nutrition* 13(5), 361-372. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2007.00485.x
- Falahatkar, B., 2015. Feeding and feed formulation in aquatic organisms. Institute of Technical Vocational Higher Education of Jihad -e- Agriculture Press. Tehran, 334 p. (In Persian)
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. 265p.
- Feldman, B.F., Zinkl, J.G., Jian, N.C., 2000. Schalm's Veterinary Hematology, Lippincott, Williams and Wilkins Publication, Baltimore, Canada. 1344 p.
- Genovese, A., Caporaso, N., Sacchi, R., 2021. Flavor chemistry of virgin olive oil: An overview. *Applied Sciences* 11(4), 1639. DOI: 10.3390/app11041639
- Gisbert, E., Andree, K.B., Quintela, J.C., Calduch-Giner, J.A., Ipharraguerre, I.R., Pérez-Sánchez, J., 2017. Olive oil bioactive compounds increase body weight, and improve gut health and integrity in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *British Journal of Nutrition* 117(3), 351-363. DOI: 10.1017/S0007114517000228
- Hardy, R.W. and Barrows, F. 2002. Diet formulation and manufacture. In: Halver, J.E. and Hardy R.W. (eds), Fish nutrition. Academic Press. Massachusetts, US, pp. 505-600. DOI: 10.1016/B978-012319652-1/50010-0
- Harmantepe, F.B., Aydin, F.A.T. M.A.G.Ü.N., Doğan, G., 2016. The potential of dry olive cake in a practical diet for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aereus*. *Aquaculture Nutrition* 22, 956-965. DOI: 10.1111/anu.12312
- Hazreen-Nita, M.K., Kari, Z.A., Mat, K., Rusli, N.D., Sukri, S.A.M., Harun, H.C., Lee, S.W., Rahman, M.M., Norazmi-Lokman, N.H., Nur-Nazifah, M. and Firdaus-Nawi, M. 2022. Olive oil by-products in aquafeeds: Opportunities and challenges. *Aquaculture Reports* 22, p.100998. DOI: 10.1016/j.aqrep.2021.100998

- Hoseinifar, S.H., Shakouri, M., Yousefi, S., Van Doan, H., Shafiei, S., Yousefi, M., Mazandarani, M., Mozanzadeh, M.T., Tulino, M.G., Faggio, C., 2020. Humoral and skin mucosal immune parameters, intestinal immune related genes expression and antioxidant defense in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed olive (*Olea europea* L.) waste. *Fish and Shellfish Immunology* 100, 171-178. DOI: 10.1016/j.fsi.2020.02.067
- Hossain, M.S., Small, B.C., Kumar, V. and Hardy, R., 2024. Utilization of functional feed additives to produce cost-effective, ecofriendly aquafeeds high in plant-based ingredients. *Reviews in Aquaculture* 16: 121-153. DOI: 10.1111/raq.12824.
- Jahanbakhshi, A., Imanpuor, M., Taghizadeh, V. and Shabani, A., 2012. Effects of replacing fish meal with plant protein (sesame oil cake and corn gluten) on growth performance, survival and carcass quality of juvenile beluga (*Huso huso*). *World Journal of Fish and Marine Sciences* 4(4), 422-425.
- Jalili, R., Tukmechi, A., Agh, N., Noori, F. and Ghasemi, A. 2013. Replacement of dietary fish meal with plant sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) effect on growth performance, immune responses, blood indices and disease resistance. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 12(3), 577-591.
- Johansson, L., Kiessling, A., Kiessling, K.H., Berglund, L., 2000. Effects of altered ration levels on sensory characteristics, lipid content and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Quality and Preference* 11(3): 247-254. DOI: 10.1016/S0950-3293(99)00073-7
- Kajbaf, K., Overturf, K. and Kumar, V. 2024. Integrated alternative approaches to select feed-efficient rainbow trout families to enhance the plant protein utilization. *Scientific Reports* 14, 3869. DOI: 10.1038/s41598-024-54218-2
- Karimi Pashaki, A., Ghasemi, M., Zorrieh Zahra, S.J., Sharif Rohani, M., Hosseini, S.M., 2018. Effect of diets containing aqueous-alcoholic extract of olive leaf (*Olea eurcpaea* L.) on growth performance and some blood and immune parameters in common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 27(2), 71-80. (In Persian)
- Kaushik, S.J., Coves, D., Dutto, G. and Blanc, D. 2004. Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 230(1-4), 391-404. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00422-8
- Kiapasha, F., Khoshkholgh, M., Falahatkar, B., 2019. Effect of replacement of different levels of dietary olive pomace on growth Blood Indices of Comman carp fingerling (*Cyprinus carpio*), *Journal of Animal Environment* 11(2), 179-186. (In Persian)
- Khoshkholgh, M., Noverian, H. , Mosapour Shajani, M. , Mohamadi, M., Azizi, S., 2013. The effect of olive oil cake on growth, body composition and sensory evaluation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fisheries* 66(2), 133-144. DOI: 10.22059/jfisheries.2013.35691 (In Persian)
- Khoshkholgh, M., Mosapour Shajani, M., Mohammadi Baresari, M., 2016. The possibility of partial replacement of olive pomace with some dietary items of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Journal of Fisheries* 69(2), 189-200. DOI: 10.22059/jfisheries.2016.59850.(In Persian)
- Lebria, A., Khoshkholgh, M., Falahatkar, B., 2020. The effect of using different levels of olive pomace on growth performance and hematological indices of goldfish (*Carassius auratus*), *Journal of Animal Environment* 12(1), 315-322. (In Persian)
- Leonard, J.B.K., McCormick, S.D., 1999. Changes in haematology during upstream migration to American shad. *Journal of Fish Biology* 54, 1218-1230. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1999.tb02050.x
- Liang, X., Yu, X., Han, J., Yu, H., Chen, P., Wu, X., Zheng, Y. and Xue, M. 2019. Effects of dietary protein sources on growth performance and feed intake regulation of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Aquaculture* 510: 216-224. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2019.05.059
- Lu, J., Li, S., He, X., Tang, R., Li, D., 2022. An in-pond tank culture system for high-intensive fish production: Effect of stocking density on growth of Grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Valenciennes, 1844) and Blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala* Yih, 1955). *Aquaculture* 549: 737808. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2021.737808
- Munker, R., Hiller, E., Glass, J. and Paquette, R. 2007 Modern hematology: biology and clinical management. Humana Press Inc, New Jersey, US. 332 p.

- Nunes, M.A., Pimentel, F.B., Costa, A.S., Alves, R.C., Oliveira, M.B.P., 2016. Olive by-products for functional and food applications: Challenging opportunities to face environmental constraints. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 35, 139-148. DOI: 10.1016/j.ifset.2016.04.016
- Robin, J.H., Regost, C., Arzel, J. and Kaushik, S.J. 2003. Fatty acid profile of fish following a change in dietary fatty acid source: model of fatty acid composition with a dilution hypothesis. *Aquaculture* 225(1-4), 283-293. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00296-5
- Rojas, J.U., Verreth, J.A.J., 2003. Growth of *Oreochromis aureus* fed with diets containing graded levels of coffee pulp and reared in two culture systems. *Aquaculture* 217(1-4), 275-283. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00273-9
- Salin, K.R., Arun, V.V., Mohanakumaran Nair, C., Tidwell, J.H., 2018. Sustainable aquafeed. In: F. I. Hai et al. (ed), *Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future*, Springer International Publishing, Cham. 123-151. DOI: 10.1007/978-3-319-73257-2_4
- Samman, S., Sandström, B., Toft, M.B., Bukhave, K., Jensen, M., Sørensen, S.S., Hansen, M., 2001. Green tea or rosemary extract added to foods reduces nonheme-iron absorption. *The American Journal of Clinical Nutrition* 73(3), 607-612. DOI: 10.1093/ajcn/73.3.607
- Sansoucy. 1985. Olive By-Products for Animal Feed. FAO Animal Production and Health, Rome. 85 p.
- Scoditti, E., Capurso, C., Capurso, A., Massaro, M., 2014. Vascular effects of the Mediterranean diet-Part II: Role of omega-3 fatty acids and olive oil polyphenols. *Vascular Pharmacology* 63(3), 127-134. DOI: 10.1016/j.vph.2014.07.001
- Shahjahan, M., Islam, M.J., Hossain, M.T., Mishu, M.A., Hasan, J., Brown, C., 2022. Blood biomarkers as diagnostic tools: An overview of climate-driven stress responses in fish. *Science of the Total Environment* 843: 156910. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.156910
- Shimeno, S., Masumoto, T., Hujita, T., Mima, T. and Ueno, S. I. 1993. Alternative protein sources for fish meal in diets of young yellowtail. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 59(1), 137-143. DOI: 10.2331/suisan.59.137.
- Sicuro, B., Barbera, S., Daprà, F., Gai, F., Gasco, L., Paglialonga, G., Palmegiano, G.B., Vilella, S., 2010. The olive oil by-product in 'rainbow trout *Onchorynchus mykiss* (Walbaum) farming: productive results and quality of the product. *Aquaculture Research* 41, e475-e486. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2010.02514.x
- Simsek, M., Süfer, Ö., 2022. Olive pomace from olive oil processing as partial flour substitute in breadsticks: Bioactive, textural, sensorial and nutritional properties. *Journal of Food Processing and Preservation* 46, e15705. DOI: 10.1111/jfpp.15705
- Thomas, S., Perry, S.F., 1992. Control and consequences of adrenergic activation of red blood cell Na^+/H^+ exchange on blood oxygen and carbon dioxide transport in fish. *Journal of Experimental Zoology* 263, 160-175.
- Vital, A.C.P., Guerrero, A., Ornaghi, M.G., Kempinski, E.M.B.C., Sary, C., Monteschio, J.D.O., Matumoto-Pinto, P.T., Ribeiro, R.P., do Prado, I.N., 2018. Quality and sensory acceptability of fish fillet (*Oreochromis niloticus*) with alginate-based coating containing essential oils. *Journal of Food Science and Technology* 55, 4945-4955. DOI: 10.1007/s13197-018-3429-y
- Wani, T.A., Masoodi, F.A., Gani, A., Baba, W.N., Rahmanian, N., Akhter, R., Wani, I.A., Ahmad, M., 2018. Olive oil and its principal bioactive compound: Hydroxytyrosol—A review of the recent literature. *Trends in Food Science and Technology* 77, 77-90. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.05.001
- Xie, C., Li, J., Li, D., Shen, Y., Gao, Y., Zhang, Z., 2018. Grass carp: the fish that feeds half of China. In: Gui, J.F., Tang, Q., Li, Z., Liu, J. and De Silva S.S. (eds), *Aquaculture in China: Success Stories and Modern Trends*, Wiley-Blackwell, New Jersey, US. pp. 93-115. DOI: 10.1002/9781119120759.ch2_1
- Ye, J., Liu, X., Wang, Z., Wang, K., 2011. Effect of partial fish meal replacement by soybean meal on the growth performance and biochemical indices of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture International* 19, 143-153. DOI: 10.1007/s10499-010-9348-1
- Yu, K., Huang, K., Tang, Z., Huang, X., Sun, L., Pang, L., Mo, C. 2021. Metabolism and antioxidation regulation of total flavanones from *Sedum sarmentosum* Bunge against high-fat diet-induced fatty liver disease in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish Physiology and Biochemistry* 47, 1149-1164. DOI: 10.1007/s10695-021-00964-3