14(3) 279-284, Autumn 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Growth performance and blood parameters of juvenile Common carp (*Cyprinus carpio*) fed with extracts of *Padina australis* and *Gracilaria pygmaea*

Reza Nahavandi [1], ***Meysam Sabzeh*** [2], ***Saeid Tamadoni Hahromi*** [3], ***Ali Sadeghi*** [4], ***Sajjad Pormozaffar*** [5*], ***Hossein Rameshi*** [5], ***Mohammad Khalil Pazir*** [6]

[1] *Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran*
[2] *Department of Fisheries, Azad Shahr Branch, Islamic Azad University, Azad Shahr, Iran*
[3] *Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran*
[4] *Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran*
[5] *Persian Gulf Mollusks Research Station, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Bandar-e- Lengeh, Iran*
[6] *Iranian Shrimp Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education & Extention Organization, Bushehr, Iran*

Key Words

Common carp
Padina australis
Gracilaria pygmaea
Growth performance
Blood parameters

Abstract

Introduction: This study was carried out to investigate the effects of macroalgae *Padina australis* and *Gracilaria pygmaea* extracts on growth performance and blood parameters of juvenile Common carp (*Cyprinus carpio*).

Materials & Methods: Animals were randomly divided into four groups (initial weight 5 g); control group (basal diet without extracts), and three groups were fed with basal diet supplemented with 5 g/kg *Padina australis*, 5g/kg *Gracilaria pygmaea* and 2/5 g/kg *Padina australis* + 2/5 g/kg *Gracilaria pygmaea* for 8 weeks. Fish were hand fed to apparent satiation 3 times a day and for 8 weeks.

Results: Results showed that growth factors (final fish weight, specific growth rate, weight gain, condition factor and feed conversion) in fish fed with diet containing macroalgal extracts (*Padina australis, Gracilaria pygmaea* and *Padina australis* + *Gracilaria pygmaea*) was significantly higher than the control group. Hemoglobin level and the weight of hemoglobin in a red blood cell in fish fed with diet containing macroalgal extracts (*Padina australis, Gracilaria pygmaea* and *Padina australis* + *Gracilaria pygmaea*) was significantly higher than the control group. The control group had a higher level of triglycerides and cholesterol compared to the groups fed with diets containing macroalgal extracts (*Padina australis, Gracilaria pygmaea* and *Padina australis* + *Gracilaria pygmaea*).

Conclusion: Macroalgae extracts can be a good substitute in Common carp diet.

* Corresponding Author's email: sajjad5550@gmail.com
Received: 22 May 2021; Reviewed: 25 June 2021; Revised: 1 September 2021; Accepted: 6 October 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.307562.2650

مقاله پژوهشی

عملکرد رشد و شاخص‌های خونی بچه‌ماهیان کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با عصاره ماکروجلبک‌های پادینا (*Padina australis*) و گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*)

رضا نهاوندی[۱]، میثم سبزه[۲]، سعید تمدنی جهرمی[۳]، علی صادقی[٤]، سجاد پورمظفر[۵*]، حسین رامشی[۵]، محمدخلیل پذیر[٦]

[۱] موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[۲] گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

[۳] پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

[٤] گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان، ایران

[۵] ایستگاه تحقیقات نرم‌تنان خلیج فارس، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرلنگه، ایران

[٦] پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

کلمات کلیدی

کپور معمولی
جلبک پادینا
جلبک گراسیلاریا
عملکرد رشد
شاخص‌های خونی

چکیده

مقدمه: تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثرات عصاره‌های ماکروجلبک‌های پادینا (*Padina australis*) و گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*) بر عملکرد رشد و شاخص‌های خونی بچه‌ماهیان کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: بچه‌ماهیان کپورمعمولی (با میانگین وزن اولیه ۵ گرم) به‌صورت تصادفی به ٤ گروه تقسیم شدند. گروه تغذیه شده با جیره شاهد (جیره پایه فاقد عصاره) و سه گروه با جیره حاوی ۵ گرم/کیلوگرم عصاره ماکروجلبک پادینا، جیره حاوی ۵ گرم/کیلوگرم عصاره ماکروجلبک گراسیلاریا و جیره حاوی ۲/۵ گرم/کیلوگرم عصاره ماکروجلبک پادینا و ۲/۵ گرم/کیلوگرم عصاره ماکروجلبک گراسیلاریا تغذیه شدند. غذادهی ماهیان به‌صورت دستی و روزانه در ۳ نوبت انجام شد. آزمایش به‌مدت ۸ هفته انجام شد.

نتایج: نتایج آزمایش نشان داد که برخی شاخص‌های رشد (وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، افزایش وزن، شاخص وضعیت و ضریب تبدیل غذایی) در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و ترکیب پادینا و گراسیلاریا) به‌طور معنی‌دار نسبت به گروه شاهد بالاتر بود. در بین شاخص‌های خونی میزان هموگلوبین و وزن هموگلوبین در یک گلبول قرمز در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و پادینا + گراسیلاریا) به‌طور معنی‌دار نسبت به گروه شاهد بالاتر بود. در بین ترکیبات بیوشیمیایی خون نیز میزان تری‌گلیسرید و کلسترول در گروه تغذیه شده با جیره شاهد نسبت به گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و پادینا + گراسیلاریا) بالاتر بود.

بحث و نتیجه‌گیری: عصاره‌های ماکروجلبکی می‌توانند جایگزین مناسبی در جیره ماهی کپورمعمولی باشند.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: sajjad5550@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱ خرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ داوری: ٤ تیر ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۱۰ شهریور ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۱٤ مهر ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.307562.2650

مقدمه

امروزه در آبزی‌پروری، غذای تجاری بالاترین و بیش‌ترین سهم را به خود اختصاص داده است. بنابراین دانش تغذیه، تغذیه عملی و روش‌های آن به‌منظور تهیه و تامین غذای مناسب و ارزان قیمت می‌تواند نقش مهمی را در کاهش هزینه‌ها و پرورش موفق آبزیان به همراه‌داشته‌باشد(۱).از آن‌جایی‌که پراکنش جلبک‌های ماکروسکوپی در سواحل خلیج‌فارس و دریای‌عمان زیاد است و این جلبک‌ها سرشار از پروتئین هستند، بنابراین می‌تواند جایگزین مناسبی به‌جای ترکیبات گران‌قیمت غذای آبزیان شود (۲). جمعیت جلبک‌های ماکروسکوپی به‌عنوان اولین تولیدکننده، نقش محوری و اصلی را در گردش مواد در زنجیره‌غذایی‌زیست‌بوم‌های دریا بازی‌نموده‌که منبع‌غذایی مهمی برای آبزیان محسوب می‌شوند. در طول چند دهه گذشته، استفاده از جلبک‌های‌ماکروسکوپی به‌دلیل‌وجود مواد‌مختلف فیزیولوژیکی نظیر ضداکسیدان، ضدالتهاب، ضدسرطان و ایمنی در مصارف انسانی و صنعتی نظیر دارو و سوخت‌های‌زیستی مورداستفاده قرار‌گرفته است (۳). مطالعات متعددی در ارتباط با اضافه نمودن جلبک‌های دریایی به‌عنوان منبع پروتیینی در جیره غذایی بر روی عملکرد رشد و شاخص‌های خونی در گونه‌های مختلف آبزیان صورت گرفته است. به‌عنوان مثال، اضافه نمودن جلبک‌های‌دریایی به جیره غذایی، منجر به افزایش‌رشد در ماهی سیم‌دریایی (*Pagrus major*) و کاهش رشد در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) شد (۴). مطالعه صورت‌گرفته‌در‌زمینه اثر اضافه‌کردن جلبک‌قرمز *Pyropia yezoensis* به جیره‌غذایی‌کفشک‌ماهی‌زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) نشان داد که افزودن عصاره جلبک به جیره غذایی منجر به افزایش رشد و بهبود شاخص‌های خونی شد (۳). هم‌چنین مطالعه صورت گرفته در زمینه‌اثر‌اضافه‌کردن جلبک سارگوسوم (*Sargassum cristaefolium*) و گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*) به‌جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نشان داد که افزودن عصاره جلبک‌سارگوسوم و گراسیلاریا به جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان منجر به افزایش رشد می‌شود ولی اثرات قابل ملاحظه‌ای روی شاخص‌های خونی این ماهی نداشت (۵). سطح بهینه اضافه نمودن جلبک‌های دریایی به جیره غذایی که منجر به عملکرد بهتر رشد و شاخص‌های خونی گردد در گونه‌های مختلف متغیر است (۳)، لذا نیازمند‌تحقیقات بیش‌تری‌در این‌زمینه‌هست. تاکنون مطالعه‌کمی در زمینه اثر‌عصاره‌های ماکروجلبکی بر روی عملکرد‌رشد‌و شاخص‌های خونی‌بچه‌ماهیان کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) صورت‌گرفته‌است. لذا هدف از این تحقیق، بررسی عصاره جلبک پادینا و گراسیلاریا به‌عنوان مکمل غذایی بر روی عملکرد رشد و شاخص‌های خونی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش: تعداد ۶۰۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با وزن اولیه ۵ گرم از مراکز تکثیر ماهیان گرمابی در استان گلستان تهیه گردید و به سالن آبزیان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید. ماهیان به‌مدت ۱۴ روز به‌منظور سازش با شرایط جدید نگه‌داری شدند و پس از طی مراحل‌سازش به‌صورت تصادفی‌در ۱۲ وان ۵۰۰ لیتری‌تقسیم شدند. در آزمایش حاضر ۴ تیمار با ۳ تکرار شامل جیره شاهد (فاقد عصاره ماکروجلبکی)، تیمار دوم جیره حاوی ۵ گرم در کیلوگرم عصاره ماکروجلبک پادینا، تیمار سوم جیره حاوی ۵ گرم در کیلوگرم عصاره ماکروجلبک گراسیلاریا و تیمار چهارم حاوی ۲/۵ گرم در کیلوگرم عصاره ماکروجلبک پادینا و ۲/۵ گرم در کیلوگرم عصاره ماکروجلبک گراسیلاریا بود. مقادیر جلبک‌ها براساس غلظت پیشنهادی Aftabuddin و همکاران (۶) انتخاب شد. در هر تکرار ۵۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی قرار داده شد. غذادهی ماهیان به‌صورت دستی و روزانه در ۳ نوبت (ساعات ۸، ۱۲ و ۱۶) انجام شد. تعویض آب روزانه صورت گرفت. این آزمایش به‌مدت ۸ هفته به طول انجامید.

تهیه جلبک پادینا و گراسیلاریا و آماده‌سازی عصاره: ماکروجلبک‌های دریایی پادینا و گراسیلاریا از منطقه بین جزر و مدی سواحل بوشهر جمع‌آوری و به آزمایشگاه دانشگاه کشاورزی و منابع‌طبیعی‌گرگان انتقال‌داده شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه به‌منظور جدا کردن هرگونه شن و ماسه و سایر مواد ناخواسته، چند بار شستشو و آبکشی شدند. ماکروجلبک‌های شستشو شده به‌مدت یک هفته در شرایط‌سایه خشک شدند. نمونه‌های خشک شده با استفاده از آسیاب، به‌شکل پودر درآورده‌شدند. برای تهیه عصاره ماکروجلبک از روش شرح داده شده توسط Thanigaivel و همکاران (۷) استفاده شد. عصاره‌گیری‌جلبک‌ها به‌روش غوطه‌وری ۱۰% جرمی- حجمی با الکل ۹۶% انجام شد. ۱۰۰ گرم از پودر جلبک به ظرف شیشه‌ای درب‌دار منتقل، سپس ۲۵۰ سی‌سی اتانول ۹۶% به آن اضافه گردید. شیشه چند بار به‌خوبی تکان داده شد، سپس به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار داده شد. عصاره‌های حاصل پس از عبور از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ با همدیگر مخلوط شده، در دستگاه تبخیرکننده چرخان (روتاری) و در دمای ۵۴ درجه سانتی-گراد تغلیظ شده، زیر هود خشک شد. عصاره‌های خشک شده در ۷

میلی‌لیتر اتانول حل شده و تا موقع استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند.

آماده‌سازی جیره: برای تهیه جیره‌های مورد استفاده برای هر تیمار عصاره‌های ماکروجلبکی در الکل ۷۰% حل شده و روی غذای تجاری اسپری گردید. به‌منظور غذادهی ماهیان از غذای کنسانتره تجاری ماهی کپور (شرکت فرادانه) استفاده شد.

زیست‌سنجی و بررسی برخی شاخص‌های رشد: در پایان آزمایش پس از ۲۴ ساعت گرسنگی، بچه‌ماهیان موجود در هر تکرار با استفاده از گل میخک بی‌هوش شده و به‌منظور سنجش شاخص‌های رشد، طول و وزن آن‌ها برای محاسبه افزایش وزن (WG)، ضریب رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، شاخص وضعیت (CF) و بازماندگی از طریق معادلات زیر محاسبه گردید (۸، ۹):

افزایش وزن بدن = میانگین وزن نهایی – میانگین وزن ابتدایی

ضریب رشد ویژه (٪) = [(لگاریتم طبیعی وزن نهایی – لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی) × (طول دوره پرورش)] × ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی= میانگین غذای خورده شده × (میانگین وزن به دست آمده)

شاخص وضعیت= [(وزن نهایی (گرم) / طول۳ (سانتی متر)] × ۱۰۰

بازماندگی (٪) = [(تعداد تلفات- تعداد کل ماهیان) × تعداد کل ماهیان] × ۱۰۰

بررسی شاخص‌های خونی: در پایان دوره آزمایش، بعد از ۲۴ ساعت گرسنگی تعداد ۵ قطعه ماهی از هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب شد. به‌منظور خونگیری ابتدا ماهیان با استفاده از عصاره گل میخک به‌میزان ۵۰۰ ppm بی‌هوش شده، سپس از ناحیه ساقه دمی با استفاده از سرنگ‌های هپارینه خونگیری شدند و سپس پارامترهای هماتولوژیکی شامل هماتوکریت، هموگلوبین، تعداد کل گلبول‌های سفید، تعداد کل گلبول‌های قرمز، حجم متوسط گلبول قرمز، وزن هموگلوبین در یک گلبول قرمز و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز اندازه‌گیری شد. سرم خون با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۵ دقیقه (با سرعت g۳۰۰۰ و دمای ۴ درجه سانتیگراد) جدا شده(۱۰) و سپس در میکروتیوپ به‌منظور انجام آزمایشات جمع‌آوری گردید. پس از جداسازی سرم مقدار پروتیین تام سرم، گلوکز، تری گلیسیرید و کلسترول با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر اندازه‌گیری گردید (۱۱).

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و شاخص‌های خونی با استفاده از واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه چند دامنه دانکن، در سطح احتمال ۵% بین تیمارهای مختلف صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده گردید.

نتایج

جدول ۱ شاخص‌های رشد بچه‌ماهیان کپورمعمولی تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و پادینا + گراسیلاریا) را نشان داده شده است. نتایج آزمایش نشان داد که وزن نهایی، افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و شاخص وضعیت بین تیمار شاهد با تیمارهای حاوی عصاره ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و پادینا + گراسیلاریا) اختلاف معنی‌داری داشت ($p\leq۰/۰۵$). شاخص‌های رشد (وزن نهایی، افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و شاخص وضعیت) در تیمارهای حاوی عصاره ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و پادینا+گراسیلاریا) نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود. میزان بازماندگی بین تیمارها شاهد و تیمارهای حاوی عصاره ماکروجلبکی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

جدول ۱: شاخص‌های رشد بچه‌ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره ماکروجلبکی به‌مدت ۸ هفته (میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌های رشد	تیمارهای آزمایش			
	شاهد	پادینا	گراسیلاریا	پادینا + گراسیلاریا
وزن اولیه (گرم)	۵/۵۱ ± ۱/۱۰	۵/۲۰ ± ۰/۹۴	۵/۴۱ ± ۱/۰۰	۵/۲۲ ± ۱/۱۲
وزن نهایی (گرم)	۲۵/۱۵ ± ۱/۱۰^{b}	۳۳/۳۱ ± ۱/۱۲^{a}	۳۴/۱۰ ± ۱/۷۷^{a}	۳۳/۸۰ ± ۱/۸۰^{a}
افزایش وزن (گرم)	۲۰/۳۵ ± ۱/۰۰^{b}	۲۸/۱۷ ± ۱/۴۳^{a}	۲۹/۱۰ ± ۱/۲۰^{a}	۲۸/۲۵ ± ۱/۱۱^{a}
ضریب رشد ویژه (٪)	۶/۴۰ ± ۰/۰۸^{b}	۷/۱۲ ± ۰/۱۴^{a}	۷/۰۹ ± ۰/۱۲^{a}	۷/۲۰ ± ۰/۱۵^{a}
شاخص وضعیت	۱/۲۰ ± ۰/۰۷^{b}	۱/۳۳ ± ۰/۱۱^{a}	۱/۳۳ ± ۰/۱۲^{a}	۱/۳۴ ± ۰/۱۵^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۳۸ ± ۰/۱۰^{b}	۱/۱۶ ± ۰/۱۴^{a}	۱/۱۸ ± ۰/۱۶^{a}	۱/۱۰ ± ۰/۱۱^{a}
بازماندگی (٪)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی می‌باشد ($p\leq۰/۰۵$).

جدول ۲ شاخص‌های هماتولوژی بچه‌ماهیان کپورمعمولی تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و پادینا+گراسیلاریا) را نشان می‌دهد. تعداد گلبول‌های سفید، تعداد گلبول‌های قرمز، هماتوکریت، حجم متوسط گلبول قرمز و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($p\geq ۰/۰۵$). میزان هموگلوبین در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی نسبت به تیمار تغذیه شده با جیره شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p\leq ۰/۰۵$). با این حال میزان هموگلوبین در بین تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره گراسیلاریا و پادینا+گراسیلاریا معنی‌دار نبود ($p\geq ۰/۰۵$). وزن هموگلوبین در یک گلبول قرمز در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی نسبت به تیمار تغذیه شده با جیره شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p\leq ۰/۰۵$). با این‌حال وزن هموگلوبین در یک گلبول قرمز در بین تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره گراسیلاریا و پادینا+گراسیلاریا معنی‌دار نبود ($p\geq ۰/۰۵$).

جدول ۲: شاخص‌های هماتولوژی خون بچه‌ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره ماکروجلبکی به‌مدت ۸ هفته(میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌های هماتولوژی خون	تیمارهای آزمایش			
	شاهد	پادینا	گراسیلاریا	پادینا + گراسیلاریا
گلبول‌های سفید ($\times 10^4$ cell/ml)	۳/۱۰ ± ۰/۲۱^{a}	۳/۱۵ ± ۰/۱۵^{a}	۳/۱۱ ± ۰/۲۰^{a}	۳/۲۰ ± ۰/۲۸^{a}
گلبول‌های قرمز ($\times 10^6$ cell/ml)	۱/۱۴ ± ۰/۰۶^{a}	۱/۱۰ ± ۰/۰۸^{a}	۱/۱۵ ± ۰/۱۱^{a}	۱/۱۳ ± ۰/۰۷^{a}
هموگلوبین (g/l)	۵/۲۸ ± ۰/۳۳^{b}	۷/۰۰ ± ۰/۴۰^{a}	۶/۷۰ ± ۰/۳۷^{ab}	۶/۵۰ ± ۰/۳۰^{ab}
هماتوکریت (٪)	۲۹/۳۰ ± ۰/۸۰^{a}	۳۰/۱۲ ± ۰/۵۴^{a}	۳۰/۷۱ ± ۰/۳۸^{a}	۳۰/۴۰ ± ۰/۷۱^{a}
حجم متوسط گلبول قرمز (fl)	۲۴۵/۴۴ ± ۱۸/۲۶^{a}	۲۶۴/۴۰ ± ۱۲/۵۸^{a}	۲۶۳/۲۲ ± ۲۲/۴۱^{a}	۲۷۳/۶۲ ± ۲۵/۰۰^{a}
وزن هموگلوبین در یک گلبول قرمز (pg)	۵۱/۷۶ ± ۴/۴۴^{b}	۶۲/۴۷ ± ۷/۵۰^{a}	۵۸/۶۱ ± ۵/۳۹^{ab}	۵۹/۵۸ ± ۳/۸۲^{ab}
غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (g/l)	۲/۳۰ ± ۰/۲۳^{a}	۲/۴۸ ± ۰/۱۹^{a}	۲/۵۴ ± ۰/۲۶^{a}	۲/۴۵ ± ۰/۲۶^{a}

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی می‌باشد ($p\leq ۰/۰۵$).

جدول ۳ شاخص بیوشیمیایی خون بچه‌ماهیان کپورمعمولی تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و پادینا+گراسیلاریا) را نشان می‌دهد. شاخص بیوشیمیایی خون مانند گلوکز و پروتیین کل اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($p\geq ۰/۰۵$). میزان تری گلیسرید و کلسترول در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و پادینا + گراسیلاریا) نسبت به تیمار تغذیه شده با جیره شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p\leq ۰/۰۵$). نتایج آزمایش نشان داد که میزان تری‌گلیسرید و کلسترول در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی بیش‌تر بود.

جدول ۳: شاخص‌های بیوشیمیایی خون بچه‌ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره ماکروجلبکی به‌مدت ۸ هفته(میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌های بیوشیمیایی خون	تیمارهای آزمایش			
	شاهد	پادینا	گراسیلاریا	پادینا + گراسیلاریا
گلوکز (g/dl)	۷۵/۳۳ ± ۸/۳۴^{a}	۷۲/۵۱ ± ۶/۸۰^{a}	۷۴/۱۹ ± ۹/۴۶^{a}	۷۰/۲۰ ± ۸/۳۶^{a}
تری گلیسرید (g/dl)	۳۱۶/۴۴ ± ۱۴/۲۰^{a}	۲۹۱/۳۸ ± ۲۱/۱۲^{ab}	۲۸۵/۶۴ ± ۱۳/۱۸^{b}	۲۷۸/۱۱ ± ۱۶/۳۳^{b}
کلسترول (g/dl)	۳۸۷/۲۳ ± ۹/۱۳^{a}	۳۶۸/۸۸ ± ۹/۲۰^{b}	۳۷۰/۸۰ ± ۸/۱۲^{b}	۳۷۸/۳۰ ± ۱۰/۲۴^{ab}
پروتیین کل (g/dl)	۳/۸۹ ± ۰/۳۰^{a}	۴/۲۰ ± ۰/۵۵^{a}	۳/۹۵ ± ۰/۴۵^{a}	۴/۱۰ ± ۰/۳۹^{a}

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی می‌باشد ($p\leq ۰/۰۵$).

بحث

بررسی‌ها نشان می‌دهد که عصاره گیاهان مختلف می‌تواند باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی، کاهش زمان دوره پرورش برای عرضه به بازار و کاهش هزینه‌های پرورشی شود (۱۲). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزودن عصاره ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و پادینا + گراسیلاریا) به جیره غذایی بچه‌ماهی کپور معمولی باعث افزایش شاخص‌های رشد (وزن نهایی، افزایش وزن، ضریب رشد ویژه،

ضریب تبدیل غذایی و شاخص وضعیت) نسبت به تیمار شاهد گردید. Sotoudeh و همکاران، در مطالعاتی که بر روی اثرات اضافه نمودن ماکروجلبک سارگوسوم (*Sargassum cristaefolium*) و گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*) بر روی عملکرد رشد در بچه‌ماهیان قزل آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام دادند گزارش کردند که افزودن ماکروجلبک سارگوسوم و گراسیلاریا باعث بهبود شاخص‌های رشد در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌شود (۵) که با نتایج آزمایش اخیر مطابقت داشت. Akbary و Shahraki، در مطالعاتی که بر روی اثرات اضافه نمودن ماکروجلبک پادینا (*Padina australis*) بر روی عملکرد رشد در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) انجام دادند گزارش کردند که افزودن ماکروجلبک پادینا باعث بهبود شاخص‌های رشد در ماهی کفال خاکستری می‌شود (۱۳) که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت. Choi و همکاران، نشان دادند که اضافه نمودن عصاره جلبک قرمز (*Porphyra yezoensis*) به جیره غذایی کفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) منجر به افزایش معنی‌دار میزان رشد و میزان وزن در مقایسه با گروه شاهد شد (۳) که با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی داشت. به‌نظر می‌رسد وجود عصاره جلبک در جیره‌های غذایی منجر به ذخیره انرژی متابولیکی به منظور رشد گردد (۱۴). هم‌چنین ماکروجلبک‌ها به‌دلیل داشتن ترکیبات ضروری مثل ویتامین‌ها و مواد معدنی در تعدیل متابولیسم لیپیدها و بهبود جذب مواد غذایی نقش مهمی ایفا می‌کنند (۱۵). پارامترهای خونی در ماهیان تحت تاثیر عوامل فیزیولوژیکی یا عوامل خارجی مختلفی نظیر جیره غذایی قرار دارد (۱۶). در مطالعه حاضر، اختلاف معنی‌داری در میزان هماتوکریت بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. هرچند میزان این شاخص در تیمارهای حاوی عصاره ماکروجلبک بیش‌تر از گروه شاهد بود. در مطالعه مشابهی Karami و همکاران، اثر غلظت‌های مختلف عصاره آبی جلبک (*Sargassum angustifolium*) بر برخی شاخص‌های خونی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های حاصل از بررسی در پایان آزمایش نشان داد که شاخص هماتوکریت اختلاف معنی‌داری بین گروه شاهد و تیمارهای مختلف وجود ندارد (۱۷). هم‌چنین در مطالعه Saligheh zadeh و همکاران، اثر مکمل غذایی جلبک اسپیرولینا بر برخی از فاکتورهای خونی، ایمنی و بیوشیمیایی سرم ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) بررسی شد. در این بررسی میزان هموگلوبین در گروه‌هایی که تحت تغذیه با اسپیرولینا بودند نسبت به گروه شاهد افزایش یافت (۱۸) که با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی داشت. برخلاف نتایج مطالعه حاضر، Kim و همکاران، در تحقیقی نشان دادند که افزودن جلبک اسپیرولینا در جیره طوطی ماهی (*Oplegnathus fasciatus*) باعث افزایش میزان هماتوکریت شده است. آن‌ها بیان نمودند که افزایش مقادیر پارامتر ذکر شده می‌تواند ناشی از اثرات این جلبک و ترکیبات موجود در آن بر مراکز خون ساز بدن و بافت هماتوپویتیک بوده که باعث افزایش هماتوکریت می‌شود (۱۹). Sotoudeh و همکاران، در مطالعاتی که بر روی اثرات اضافه نمودن ماکروجلبک سارگوسوم (*Sargassum cristaefolium*) و گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*) بر روی شاخص‌های رشد در بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام دادند گزارش کردند که شاخص‌های خونی (تعداد گلبول‌های سفید، تعداد گلبول‌های قرمز، هماتوکریت، حجم متوسط گلبول قرمز و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز) بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (۵) که با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی داشت. هرگونه تغییر در سطح آلبومین، گلوبولین و پروتیین تام پلاسما می‌تواند به‌عنوان یک شاخص بالینی در پایش سلامت سیستم ایمنی، کبد و کلیه مورد استفاده قرار گیرد (۲۰). عوامل متعددی بر میزان این پارامترها تاثیرگذار هستند و آن‌ها را دستخوش تغییرات می‌کنند که ازجمله این عوامل می‌توان تغذیه ماهی را نام برد. نتایج حاصل از مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری را در میزان گلوکز و پروتیین کل در بین تیمارهای مختلف نشان نداد. با این‌حال میزان گلوکز در تیمارهای حاوی عصاره جلبکی نسبت به تیمار شاهد کم‌تر بود. میزان تری‌گلیسیرید و کلسترول در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی (پادینا، گراسیلاریا و پادینا + گراسیلاریا) نسبت به تیمار تغذیه شده با جیره شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد. نتایج آزمایش نشان داد که میزان تری‌گلیسیرید و کلسترول در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی نسبت به گروه تغذیه شده با جیره شاهد کم‌تر بود. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد جیره‌های حاوی مکمل شده با جلبک، می‌تواند متابولیسم چربی ماهی را تحت تاثیر قرار دهد (۲۱). Nematipour و همکاران، گزارش دادند که جیره حاوی ۲٪ جلبک کلرلا باعث کاهش میزان تری‌گلیسیرید و کلسترول در تیمارهای تغذیه شده با این جلبک نسبت به گروه تغذیه شده با جیره شاهد شد (۲۲) که با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی داشت.

منابع

1. **Pereira, R., Valente, L. and Pinto, I., 2018.** Apparent nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Algal Research. 1: 77-82.
2. **Zheng, K., Liang, M. and Wang, J., 2018.** Effect of dietary fish protein hydrolysate on growth, feed utilization and IGF-1 levels of Japanese flounder (*Paralichthys olivacus*). Aquaculture Nutrition. 18: 297-303.
3. **Choi, Y., Lee, B. and Nam, T., 2015.** Effect of dietary inclusion of *Pyropia yezoensis* extract on biochemical and andimmune responses of olive flounder *Paralichthys olivaceus.* Aquaculture. 34: 347-353.
4. **Soler-Vila, A., Coughlan, S. and Kraan, S., 2016.** The red algaporphyra dioicaas a fish-feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Applied Phycolology. 21 p.
5. **Sotoudeh, E., Eshaghnejad, Z., Bahadori, R. and Moradyan, S.H., 2020.** Growth performance and blood indices of juvenile Rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) fed diets containing *Sargassum cristaefolium* and *Gracilaria pygmaea* extracts. Journal of Applied Ichthyological Research. 8(1): 80-88. (In Persian)
6. **AftabUddin, S., Siddique, M.A.M., Habib, A., Akter, S., Hossen, S., Tanchangya, P. and Abdullah Al, M., 2021.** Effects of seaweeds extract on growth, survival, antibacterial activities, and immune responses of *Penaeus monodon* against *Vibrio parahaemolyticus*. Italian Journal of Animal Science. 20(1): 243-255.
7. **Thanigaivel, S., Vidhya, S. and Mukherjee, A., 2015.** Differential solvent extraction of two seaweeds and their efficacy in controlling *Aeromonas salmonicida*. Aquaculture. 44: 56-64.
8. **Yang, S.D., Lin, T.S., Liu, F. and Liou, H., 2007**. Influence of dietary phosphorus levels on growth, metabolic response and body composition of juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). Aquaculture. 230: 405-413.
9. **Akbary, P. and Jahanbakhshi, A., 2019.** Nano and macro iron oxide (Fe_2O_3) as feed additives: Effects on growth, biochemical, activity of hepatic enzymes, liver histopathology and appetite-related gene transcript in goldfish (*Carassius auratus*). Aquaculture. 510: 191-197.
10. **Sotoudeh, E., Abedian, A. and Khajeh, K., 2016.** Interaction HUFA and vitamin E on growth and hematological parameters of Caspian trout fry (*Salmo trutta caspius*). Fisheries Science and Technology. 3: 15-29.
11. **Feldman, B.F., Zinkl, J. and Jian, N., 2000.** Schalms veterinary hematology, Lippincott Williams and Wilkins publication, Philadelphia, USA. 1750 p.
12. **Javed, M., Durrani, F. and Aamad, I., 2017.** Effect of aqueous extract of plant mixture on carcass quality of broiler chicks. Journal of Agriculture Biology Science. 4: 37-40.
13. **Akbary, P. and Shahraki, N., 2016.** Effect of Padina atraulis extract on growth, feed, fatty acids profile and carcass composition in *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758. Iranian Scientific Fisheries Journal. 25(2): 161-170. (In Persian)
14. **Stadtlander, T., Khalil, W. and Focken, U., 2016.** Effects of low and medium levels of red alga nori (*Porphyra yezoensis*) in the diets on growth, feed utilization and metabolism in intensively fed Nile tilapia (*Orechromis niliticus*). Aquaculture Nutrition. 19: 64-73.
15. **Yone, Y., Furuichi, M. and Urano, K., 2017.** Effects of wakame *Undaria pinnatifida* on absorption of dietary nutrients and blood sugar and plasma. Nippon Suisan Gakkaishi. 52: 1817-1820.
16. **Rios, F., Kalinin, A. and Rantin, F., 2015.** The effects of long-term food deprivation on repiration and hematology of the Neotropical fish. Journal of Fish Biology. 6: 85-95.
17. **Karami, E., Mesbah, M. and Nazari, M., 2016.** Effect of aqueous extract of *Sargassum angustifolium* on some of the hematological parameters in Common carp. Journal of Aquatic Ecology. 6: 124-133.
18. **Saligheh Zadeh, R., Yavari, V., Mousavi, S.M. and Zakeri, M., 2014.** Effect of dietary supplement of Spirulina platensis on blood, immunological and serum biochemical parameters of benny fish *Mesopotamichthys sharpeyi* (Günther, 1874). Iranian Veterinary Journal. 10(2): 40-46. (In Persian)
19. **Kim, S., Rahimnejad, S. and Kim, W., 2017.** Partial replacement of fish meal with *Spirulina pacifica* in Diets for parrot fish (*Oplegnathus faciatus*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 13: 197-204.
20. **Banaee, M., Mirvagefei, A.R. and Sureda, A., 2018.** Effects of oral administration of silymarin on biochemical parameters of blood in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Journal of Natural Reserch. 63: 271-286.
21. **Nakagawa, H., 2000.** Effect of dietary algae on improvement of lipid metabolism in fish. Biomed Pharmocother. 51: 345-348.
22. **Nematipour, G., Nakagawa, H. and Ohya, S., 2017.** Effects of dietary lipid level and chlorella extract on ayu. Nippon Suisan Gakkaishi. 54: 1395-1400.