نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

عملکرد رشد و شاخص‌های خونی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (Walbaum, 1792) *Oncorhynchus mykiss* تغذیه‌شده با عصاره اتانولی ماکروجلبک‌های سارگوسوم (*Sargassum cristaefolium*) و گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*)

ابراهیم ستوده*[1]، زینب اسحاق‌نژاد[2]، رعنا بهادری[2]، سیدحسین مرادیان[3]

[1] دانشیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

[2] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

[3] استادیار، مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری، سازمان تحقیقات، یاسوج، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۶/۰۳/۰۸
پذیرش: ۹۶/۰۶/۲۸

نویسنده مسئول مکاتبه:
ابراهیم ستوده، استادیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران.
ایمیل: e.sotoudeh@pgu.ac.ir

چکیده

در مطالعه حاضر اثرات عصاره‌های ماکروجلبک‌های سارگوسوم (*Sargassum cristaefolium*) و گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*) بر عملکرد رشد و شاخص‌های خونی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) مورد بررسی قرار گرفت. قزل‌آلای رنگین‌کمان (با میانگین وزن اولیه ۰/۲۳ گرم) به‌صورت تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند: گروه تغذیه شده با جیره شاهد (جیره پایه فاقد عصاره)، و سه گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰۰ (mg/kg) عصاره ماکروجلبک سارگوسوم (SA)، جیره حاوی ۵۰۰ (mg/kg) عصاره ماکروجلبک گراسیلاریا (GL) و جیره حاوی ۲۵۰ (mg/kg) عصاره ماکروجلبک سارگوسوم و ۲۵۰ (mg/kg) عصاره گراسیلاریا (SA+GL). غذادهی ماهیان به‌صورت دستی و روزانه در ۴ نوبت و در حد سیری انجام شد. تعویض آب روزانه و قبل از اولین وعده غذایی صورت گرفت و آزمایش به‌مدت ۸ هفته انجام شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های رشد مانند میانگین وزن نهایی، نرخ رشد ویژه (SGR)، افزایش وزن (WG) و فاکتور وضعیت (CF) در میان گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری ندارد. شاخص کبدی در ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های شاهد و حاوی سارگوسوم به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. در بین شاخص‌های خونی میزان هموگلوبین در ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی گراسیلاریا به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد بالاتر بود. در بین ترکیبات بیوشیمیایی خون نیز میزان تری‌گلیسیرید در گروه تغذیه‌شده با جیره شاهد نسبت به گروه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سارگوسوم و ترکیبی از سارگوسوم و گراسیلاریا بالاتر بود. در مجموع می‌توان بیان‌کرد افزودن عصاره‌های ماکروجلبک‌های سارگوسوم و گراسیلاریا در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان اثرات قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد رشد و تغذیه و شاخص‌های خونی این ماهی ندارد.

واژه‌های کلیدی:
O. mykiss **، مکمل غذایی، جلبک‌های قهوه‌ای، جلبک‌های قرمز**

۱ | مقدمه

ماهی یکی از منابع مهم و باارزش پروتئین، چربی و انرژی به‌شمار می‌آید. آمارهای جهانی تولیدات آبزی‌پروری نشان می‌دهد در سال‌های اخیر تولیدات آبزی‌پروری در بسیاری از نقاط جهان در حال افزایش است. ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) از مهم‌ترین ماهیان اقتصادی و از خانواده آزادماهیان می‌باشد که در نقاط مختلف دنیا از جمله ایران پرورش داده می‌شود. این گونه از بازار جهانی مناسبی برخوردار است و براساس آخرین آمار منتشره سازمان فائو در سال ۲۰۱۶ میلادی میزان کل تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۸۱۴ هزار تن بوده است (FishStat Plus, 2018). در ایران نیز این گونه در سال ۱۳۹۵ به‌میزان ۱۶۵ هزار تن تولید شده است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۵). یکی از مشکلاتی که پرورش دهندگان ماهی با آن مواجه هستند، کاهش میزان زنده‌مانی خصوصاً در مراحل اولیه زندگی است. بنابراین تقویت و ارتقای سیستم ایمنی و دفاعی بدن ماهیان به‌ویژه در گونه‌های پرورشی از اصلی‌ترین نیازهای پرورش‌دهندگان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.80]

است (Magnadottir, 2006). استفاده از گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها تاریخچه‌ای طولانی دارد. استفاده از آن‌ها از زمان‌های بسیار دور به‌ویژه در کشورهای شرق آسیا مرسوم بوده است. اما ظهور آنتی-بیوتیک‌ها در قرن بیستم باعث کاهش کاربرد آن‌ها شد. اثرات مضر استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها بر سلامت انسان و حیوان، کیفیت محصول و ایمنی پژوهشگران را در چند دهه اخیر به رشته‌های گیاه‌شیمی و گیاه‌درمانی علاقه‌مند کرده است (Makkar *et al*., 2009).

جلبک‌ها به‌عنوان منبعی غنی از ترکیبات مفید و فعال زیستی محسوب می‌شوند. دیواره سلولی جلبک‌ها دارای ترکیبات ثانویه و پلی ساکاریدهای با ارزشی نظیر کاراگینان، آگار و اسید آلژنیک با مصارف مختلف دارویی، غذایی و صنعتی هستند (Dawes *et al*., 1998). تاکنون از جلبک‌های پرسلولی، ترکیبات زیستی متعدد و با گستره کاربردی متنوعی ازجمله اثرات آنتی‌بیوتیکی، ضدویروسی، ضد قارچی و سرطانی شناسایی و مشتق شده است. بسیاری از متابولیت‌های اولیه و یا ثانویه جلبک‌ها می‌توانند به مواد فعال مورد نیاز صنایع دارویی تبدیل شوند (Tüney *et al*., 2006; Barsanti and Gualtieri, 2014). این منبع پرارزش بیولوژیکی دارای کاربردهای گوناگونی است که استفاده از جلبک‌ها به‌عنوان غذا و دارو بیش از سایر جنبه‌ها، نظر انسان را به‌خود جلب کرده است (Dhargalkar and Verlecar, 2009; Rajasulochana *et al*., 2009).

تاکنون وجود چندین گونه از جلبک گراسیلاریا در سواحل ایران گزارش شده است. گونه‌های متفاوتی از جنس جلبک سارگاسوم حاوی پلی ساکاریدهایی با فعالیت بیولوژیکی هستند که پایه آن‌ها قند فروکتوز است و تاکنون خواص مهمی از قبیل خواص ضد باکتریایی، ضدویروسی و ضد تومور نشان داده‌اند (Yeh *et al*., 2006; Zhuang *et al*., 1995). ماکروجلبک گراسیلاریا دارای رنگدانه‌های بتاکاروتن و فوکوگزانتین، اسیدهای حلال مواد محرک ایمنی مانند فیکوسیانین، پلی‌ساکارید، آهن، روی و اسیدهای آمینه ضروری است که سبب ارتقاء ایمنی می‌گردد. ایمنی‌ساز و کار مهم فیزیولوژیکی حیوانات برای محافظت در برابر عفونت‌ها و تأمین هموستاز داخلی است. ماهی به علت قرارگیری در رده پایین تکامل جانوری بیشتر وابسته به ایمنی غیراختصاصی است که وظیفه محافظت اولیه در برابر عوامل بیماری‌زا را بر عهده دارد (Mokhayer, 1331).

مطالعات زیادی در زمینه به‌کارگیری ماکروجلبک‌های دریایی در جیره آبزیان انجام شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از جلبک‌های خشک‌شده، به‌عنوان محرک ایمنی در صنعت آبزی‌پروری، باعث بهبود پاسخ‌های فیزیولوژیک نسبت به استرس و بیماری می‌شود (Jaime-Ceballos *et al*., 2006). زمان‌نژاد و همکاران (Zamannejad *et al*., 2016) از ماکروجلبک سارگوسوم (*Sargassum illicifolium*) در جیره غذای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که استفاده از ماکروجلبک سارگوسوم فاکتورهای ایمنی خون را افزایش می‌دهد و همچنین سطوح ایمونوگلوبولین و فعالیت لیزوزیم با افزایش مقدار جلبک سارگوسوم و افزایش وزن، افزایش می‌یابد. در تحقیقی کانیموژی و همکاران (Kanimozhi *et al*., 2013) اثر ایمنی‌زایی عصاره جلبک *Sargassum whitti* را علیه باکتری *Pseudomonas fluorescence* در ماهی *Mugil cephalus* بررسی کردند. در بررسی آن‌ها میزان گلبول‌های سفید در تیمارهای تحت عصاره نسبت به گروه شاهد افزایش یافت. همچنین میگوهایی تغذیه‌شده با عصاره‌های *S. duplicatum* و *S. fusiforme* مقاومت بالاتری در برابر باکتری‌های *V. alginolyticus* و *V. harveyi* نشان دادند (Huang and Zhou, 2006; Yeh *et al*., 2006). باتوجه به موارد فوق، این مطالعه با هدف بررسی اثرات عصاره ماکروجلبک‌های دریایی گراسیلاریا و سارگوسوم بر عملکرد رشد و تغذیه، شاخص‌های خونی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام گرفت.

۲ | مواد و روش‌ها

تعداد ۵۴۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن اولیه ۰/۲۳ گرم از مرکز ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری واقع در شهرستان یاسوج تهیه و به سوله آبزیان دانشکده کشاورزی منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس بوشهر منتقل گردید. ماهیان به مدت ۲ هفته به‌منظور سازش با شرایط جدید نگهداری شدند و پس از طی مراحل سازش به‌صورت کاملاً تصادفی در تراف با سیستم آب در گردش تقسیم شدند. در آزمایش حاضر ۴ تیمار با ۳ تکرار شامل جیره شاهد فاقد عصاره ماکروجلبکی، تیمار دوم جیره حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره‌ی ماکروجلبک سارگوسوم، تیمار سوم جیره حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره ماکروجلبک گراسیلاریا و تیمار چهارم جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم عصاره گراسیلاریا و ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره سارگوسوم بود. در هر تکرار ۴۵ قطعه بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان قرار داده شد. غذادهی ماهیان به‌صورت دستی و روزانه در ۴ نوبت (ساعات ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰) در حد سیری انجام شد. تعویض آب روزانه و قبل از اولین وعده غذایی صورت گرفت. میانگین دما طی مدت آزمایش ۱۴/۷±۰/۵ درجه سانتی‌گراد، همچنین شرایط نوری درطی دوره آزمایش ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. پارامترهای کیفی آب شامل اکسیژن، سختی، شوری و pH به‌طور هفتگی اندازه‌گیری شد. این آزمایش به مدت ۸ هفته به طول انجامید. ماکروجلبک‌های دریایی سارگوسوم و گراسیلاریا از منطقه بین جزر و مدی سواحل بوشهر جمع آوری و داخل کیسه‌های پلاستیکی به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس انتقال داده شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه به‌منظور جدا کردن هرگونه شن و ماسه و سایر و مواد ناخواسته، چند بار شستشو و آبکشی شدند. ماکروجلبک‌های شسته شده به‌مدت یک هفته در شرایط سایه خشک شدند. نمونه‌های خشک شده با استفاده از آسیاب، به شکل پودر درآورده شدند. برای تهیه عصاره ماکروجلبک از روش شرح داده شده توسط تانی‌گایول و همکاران (Thanigaivel *et al*., 2015) استفاده شد. عصاره‌گیری جلبک‌ها به‌روش غوطه‌وری ۱۰ ٪ جرمی- حجمی با الکل ۹۶٪ انجام شد. ۱۰۰ گرم از پودر جلبک به ظروف شیشه‌ای دربدار منتقل، سپس ۲۵۰ سی‌سی اتانول ۹۶٪ به آن اضافه گردید. شیشه چند

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.29252/jair.8.1.80]

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 سانتی‌گراد تغلیظ شده، زیر هود خشک شد. عصاره‌های خشک‌شده در ۷ میلی‌لیتر اتانول حل‌شده و تا موقع استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. 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 قزل‌آلای رنگین‌کمان (شرکت ۲۱ بیضا، فارس) با آنالیز تقریبی ۵۰٪ پروتئین خام، ۱۳/۵٪ چربی خام، ۱/۷٪ فیبر خام، حداکثر ۱۰٪ رطوبت و ۴۳۰۰ (kcal/kg) انرژی قابل‌هضم استفاده شد.

در پایان آزمایش، پس از ۲۴ ساعت گرسنگی بچه‌ماهیان موجود در هر تکرار بیهوش شده و به‌منظور سنجش شاخص‌های رشد طول و وزن آن‌ها برای محاسبه افزایش وزن (WG)، ضریب رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و شاخص وضعیت (CF)، شاخص کبدی و شاخص دستگاه گوارش طبق رابطه‌های زیر اندازه‌گیری شد (Sotoudeh *et al*., 2016a):

[میانگین وزن انتهایی-میانگین وزن ابتدایی] = افزایش وزن بدن (درصد)

۱۰۰ × [میانگین وزن ابتدایی/ (ابتدایی

[Ln(وزن نهایی) - Ln(وزن اولیه) / (دوره پرورش (روز)] = ضریب رشد ویژه (درصد/روز)

۱۰۰ × [۳طول (سانتی متر) / وزن نهایی (گرم)] = فاکتور وضعیت

۱۰۰ × [(وزن بدن (گرم) / وزن کبد (گرم)] = شاخص کبدی (درصد)

× [وزن بدن (گرم) / وزن احشاء (گرم)] = شاخص احشایی (درصد)
۱۰۰

وزن اضافه شده / غذای خشک مصرفی (گرم) = ضریب تبدیل غذایی (گرم)

در پایان دوره آزمایش بعد از ۲۴ ساعت گرسنگی تعداد ۴ ماهی از هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب شد. به‌منظور خون‌گیری ابتدا ماهیان با استفاده از عصاره گل میخک به میزان ppm ۵۰۰ بیهوش شده، سپس از ناحیه ساقه دمی با استفاده از سرنگ‌های هپارینه خونگیری شدند و سپس پارامترهای هماتولوژیکی شامل هماتوکریت (Hct)، هموگلوبین (Hb)، تعداد کل گلبول‌های سفید (WBC)، تعداد کل گلبول‌های قرمز (RBC)، حجم متوسط گلبولی (MCV)، وزن متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) بر اساس فمتولیتر و نسبت هموگلوبین گلبولی (MCHC) گرم برحسب دسی لیتر اندازه‌گیری شد. سرم خون با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به‌مدت ۵ دقیقه (با سرعت ۳۰۰۰ g و دمای ۴ درجه سانتیگراد) جدا شده (Sotoudeh *et al*., 2016b) و سپس در میکروتیوب به‌منظور انجام آزمایشات جمع‌آوری گردید. پس از جداسازی سرم مقدار پروتئین تام سرم، گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، آلبومین با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر اندازه‌گیری گردید (Feldman *et al*., 2000).

۳ | نتایج

نتایج حاصل از شاخصهای رشد از جمله وزن نهایی (BW_F)، افزایش وزن (BW_I)، نرخ رشد (GR)، ضریب رشدویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و فاکتور وضعیت (CF)، پس از ۸ هفته دوره‌های گرسنگی و تغذیه مجدد در جدول۲ ارائه شده است. جدول۱ شاخص‌های رشد و تغذیه بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی (گراسیلاریا، سارگوسوم، گراسیلاریا + سارگوسوم) را نشان می‌دهد. میانگین وزن نهایی، ضریب رشد ویژه (SGR)، شاخص وضعیت (CF)، شاخص افزایش وزن (WG)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و شاخص دستگاه گوارش (VSI) اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها نشان نداد ($p>0.05$). شاخص کبدی (HSI) در گروه شاهد و تیمار تغذیه‌شده با جیره‌ی غذایی حاوی عصاره جلبک سارگوسوم نسبت به دو تیمار تغذیه‌شده با عصاره گراسیلاریا و سارگوسوم+گراسیلاریا اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0.05$).

جدول ۱- میانگین وزن نهایی، ضریب رشد ویژه و سایر شاخص‌های رشد و تغذیه بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی عصاره ماکروجلبکی به‌مدت ۸ هفته (میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌های رشد و تغذیه / تیمارهای مختلف	شاهد	گراسیلاریا	سارگوسوم	سارگوسوم+گراسیلاریا
وزن نهایی (گرم)	^{a}۴/۷۸±۰/۴۰	^{a}۴/۳۶±۰/۶۱	^{a}۴/۸۸±۰/۸۱	^{a}۵/۸±۱/۳۰
ضریب رشد ویژه (روز/٪)	^{a}۶/۳۶±۱/۴۷	^{a}۸/۱۱±۱/۱۷	^{a}۷/۳۳±۰/۱۱	^{a}۷/۰۵±۱/۲۴
شاخص وضعیت	^{a}۱/۲۴±۰/۲۶	^{a}۱/۳۵±۰/۰۵	^{a}۱/۳۲±۰/۱۴	^{a}۱/۲۹±۰/۰۹
افزایش وزن (درصد)	^{a}۱۷۴/۵۷±۵۷/۰۳	^{a}۲۴۱/۲۲±۶۱/۹۰	^{a}۲۰۰/۲±۵۰/۰۹	^{a}۱۸۸/۱۰±۱/۵۵
ضریب تبدیل غذایی	^{a}۱/۷۱±۰/۴۸	^{a}۱/۱۴±۰/۱۹	^{a}۱/۰±۰/۲۲	^{a}۱/۲۹±۰/۰۷
شاخص دستگاه گوارش	^{a}۷/۹۸±۳/۹۰	^{a}۹/۴۵±۳/۱	^{a}۹/۴۴±۳/۱۶	^{a}۸/۸۳±۲/۶۰
شاخص کبدی	^{a}۱۰/۱±۱/۱۷	^{b}۷/۸±۱/۰۵	^{a}۱۰/۴±۱/۱۰	^{b}۸/۳±۱/۰۵

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

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.80]

جدول ۲ شاخص‌های هماتولوژی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی را نشان می‌دهد. تعداد گلبول‌های سفید (WBC)، تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، هماتوکریت (Hct)، حجم متوسط گلبول قرمز (MCV) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (MCHC) اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($p>0.05$). میزان هموگلوبین (Hb) در تیمار تغذیه‌شده با جیره حاوی عصاره‌ی جلبک گراسیلاریا نسبت به تیمار تغذیه‌شده با جیره شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p<0.05$). بااین‌حال این اختلاف نسبت به گروه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی عصاره‌ی سارگوسوم و سارگوسوم+گراسیلاریا معنی‌دار نبود ($p>0.05$). شاخص MCH در تیمارهای تغذیه‌شده با جیره شاهد اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار تغذیه‌شده با عصاره‌ی جلبک گراسیلاریا داشت ($p<0.05$)، اگرچه این اختلاف نسبت به گروه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های عصاره‌ی جلبک سارگوسوم و سارگوسوم+ گراسیلاریا معنی‌دار نبود ($p>0.05$).

جدول ۳ شاخص‌های بیوشیمیایی خون بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی را نشان می‌دهد. شاخص‌های بیوشیمیایی خون مانند گلوکز، کلسترول و پروتئین کل اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($p>0.05$). میزان گلیسیرید پلاسما در تیمارهای تغذیه‌شده با دو جیره‌ی حاوی عصاره‌ی جلبک سارگوسوم و سارگوسوم+گراسیلاریا به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه تغذیه‌شده با جیره شاهد پایین‌تر بود ($p<0.05$). با این‌حال این شاخص در گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی عصاره گراسیلاریا نسبت به گروه شاهد معنی‌دار نبود ($p>0.05$).

جدول ۲- میانگین تعداد گلبول‌های سفید و قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و سایر شاخص‌های هماتولوژی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی عصاره ماکروجلبکی به‌مدت ۸ هفته (میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌های هماتولوژی	تیمارهای مختلف			
	شاهد	گراسیلاریا	سارگوسوم	سارگوسوم+گراسیلاریا
گلبول‌های سفید ($\times 10^4$ cell/ml)	۴/۰۱±۰/۲۰^{a}	۴/۱۹±۰/۱۶^{a}	۴/۱۳±۰/۱۸^{a}	۴/۳۱±۰/۳۹^{a}
گلبول‌های قرمز ($\times 10^6$ cell/ml)	۱/۱۵±۰/۰۳^{a}	۱/۱۲±۰/۰۹^{a}	۱/۱۵±۰/۰۷^{a}	۱/۱۱±۰/۱۰^{a}
هموگلوبین (g/l)	۶/۳۹±۰/۳۴^{b}	۸/۰۳±۰/۵۰^{a}	۷/۸۱±۰/۴۸^{ab}	۷/۶۰±۰/۴۲^{ab}
هماتوکریت (٪)	۲۹/۷۳±۷/۴۰^{a}	۳۱/۱۳±۰/۹۵^{a}	۳۱/۸۱±۰/۱۸^{a}	۳۱/۶۶±۱/۶۲^{a}
حجم متوسط گلبول قرمز (fl)	۲۵۸/۹±۲۰/۴۶^{a}	۲۷۷/۵±۱۴/۷۹^{a}	۲۷۶/۳±۲۵/۶۲^{a}	۲۸۶/۷±۲۷/۱۳^{a}
وزن هموگلوبین در یک گلبول قرمز (pg)	۶۰/۸۷±۴/۵۷^{b}	۷۱/۵۸±۸/۵۸^{a}	۶۷/۷۳±۴/۵۰^{ab}	۶۸/۶۸±۲/۹۱^{ab}
غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (g/l)	۲/۳۵±۲/۱۱^{a}	۲/۵۸±۲/۱۸^{a}	۲/۴۶±۰/۲۴^{a}	۲/۴۰±۰/۱۹^{a}

جدول ۳- میانگین گلوکز، تری‌گلیسیرید، کلسترول و پروتئین کل پلاسمای بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های ماکروجلبکی به مدت ۸ هفته (میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌های‌بیوشیمیایی خون	تیمارهای مختلف			
	شاهد	گراسیلاریا	سارگوسوم	سارگوسوم+گراسیلاریا
گلوکز (g/dl)	۸۶/۱±۹/۰۲^{a}	۸۶/۱±۴/۱^{a}	۷۳/۳۷±۶/۳۸^{a}	۷۷/۳۳±۹/۱۲^{a}
تری گلیسرید (g/dl)	۳۲۷/۱۶±۱۸/۹۷^{a}	۳۰۲/۶±۳۰/۱۶^{ab}	۲۹۶/۵۶±۶/۱۰^{b}	۲۸۹/۱۶±۱۸/۴۷^{b}
کلسترول (g/dl)	۳۹۷/۷۶±۶/۲۱^{a}	۳۸۶/۹±۱۶/۹^{a}	۳۸۹/۸±۱۵/۱^{a}	۳۷۵/۹±۶/۳^{a}
پروتئین کل (g/dl)	۳/۹۶±۰/۲۰^{a}	۴/۳۶±۰/۴۹^{a}	۴/۳۰±۰/۵۱^{a}	۴/۴۲±۰/۴۰^{a}

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

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 (Javed *et al*., 2009). در تحقیق حاضر افزودن عصاره جلبک به جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌تواند اثر مثبتی بر شاخص‌های رشد و تغذیه این ماهی داشته باشد، اگرچه این اختلاف معنی‌دار نبوده است ($p>0.05$). در بین تیمارهای تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی عصاره‌ی ماکروجلبکی، میانگین وزن نهایی بچه ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی مخلوطی از عصاره جلبک سارگوسوم+گراسیلاریا نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. شاخص‌های عملکرد رشد مثل ضریب رشد ویژه (SGR)، فاکتور وضعیت و درصد افزایش وزن در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج موافقی و متناقضی وجود دارد، تیموری و همکاران (Teimouri *et al*., 2013) استفاده از پودر اسپیرولینا را به منزلهٔ جایگزینی با آرد ماهی (حداکثر ۱۰٪) در رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) ۱۰۰ گرمی بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که در رشد و بازماندگی ماهی در تیمار شاهد (فاقد اسپیرولینا) و سایر تیمارهایی که

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.80]

با پودر اسپیرولینا تغذیه‌شده بودند، تغییرات معناداری وجود ندارد. همچنین در مطالعه‌ای دیگر از پودر جلبک یک نوع سارگاسوم (*sargassum* sp.) به میزان ۴-۲ درصد یا پودر کلپ (*Macrosystis pyrifera*) به میزان ۴٪ به‌عنوان همبند در جیره غذایی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) استفاده شده است، نتیجه‌ای همانند گروه شاهد (۳٪ آلژینات خالص) مشاهده شد (Suarez-Garcia, 2006). دیویس و همکاران (Davies *et al*., 1997) گزارش کردند که با افزایش میزان جلبک قرمز (*Porphyra purpurea*) در جیره غذایی از ۹ به ۱۸درصد میزان رشد در ماهی کفال خاکستری پوزه ضخیم (*Chelon labrosus*) کاهش یافت.

در تحقیقی افزایش سطح پودرماکروجلبک‌های کلپ یا سارگاسوم (۱، ۴، ۷ و ۱۰ درصد) موجب بهبود شاخص SGR (نرخ رشد ویژه) در میگوی وانامی می شود و بهترین نرخ رشد در سطح ۱۰٪ جلبک‌ها حاصل شد (Gutirrez-Lyva, 2006). افزودن ماکروجلبک *Gracilaria cornea* در رژیم‌غذایی ماهی سی‌بریم اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) اثر مثبتی بر نرخ کارآیی پروتئین (PER) داشته است (Valante *et al*., 2006). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد ترکیبات موجود در عصاره جلبکی جیره‌های غذایی می‌تواند منجر به ذخیره انرژی متابولیکی به‌منظور رشد گردد (Stadtlander *et al*., 2013). همچنین ماکروجلبک ها به‌دلیل داشتن ترکیبات ضروری مثل ویتامین‌ها و مواد معدنی در تعدیل متابولیسم لیپیدها و بهبود جذب مواد غذایی نقش مهمی ایفا می‌کنند (Yone *et al*., 1986).

از آنجا که شاخص کبدی (HSI) بازگوکننده شرایط فیزیولوژیکی ماهی بوده و به آسانی قابل اندازه‌گیری است، می‌توان از این شاخص برای سنجیدن وضعیت تغذیه‌ای ماهی استفاده کرد (Cui and Wootton, 1988). شاخص کبدی (HSI) در ماهیان تغذیه‌شده با گروه شاهد و گروه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی عصاره ماکروجلبک سارگوسوم نسبت به گروه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی عصاره گراسیلاریا و ترکیبی از عصاره سارگوسوم+گراسیلاریا اختلاف معنی‌داری نشان داد. در تحقیقی که تأثیر عصاره هیدروالکلی گیاه اسفرزه (*Plantago ovate*) پارامترهای رشد، کبد و طحال بچه-ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی شد، تیمارها با جیره‌های حاوی صفر (شاهد)، ۰/۱، ۰/۵ و ۱ درصد عصاره اسفرزه به‌مدت ۶۰ روز تغذیه شدند و نتایجی متناقض با تحقیق حاضر یافتند به‌طوری‌که شاخص کبدی (HSI) در تیمارهای مختلف نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p>0.05$). به‌نظر می‌رسد که به‌واسطه‌ی استفاده از عصاره جلبک متابولیسم لیپید تغییر می‌کند و جلبک گراسیلاریا باعث کاهش وزن کبد و ذخیره چربی کبد می‌شود به نوبه آن شاخص HSI را کاهش می‌یابد و یا به‌طور کلی استفاده از عصاره جلبک می‌تواند بر وزن کبد و هیپرتروفی شدن سلول‌های کبد تأثیرگذار باشد. پارامترهای خونی در ماهیان تحت تأثیر عوامل فیزیولوژیکی (Nespolo and Rosenmann, 2002) یا عوامل خارجی مختلفی نظیر جیره غذایی قرار دارد (Rios *et al*., 2002). 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 کرمی و همکاران (Karami *et al*., 2016) اثر غلظت‌های مختلف عصاره‌ی آبی جلبک *Sargassum angustifolium* بر برخی شاخص‌های خونی ماهی کپور معمولی 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. همچنین در مطالعه سلیقه زاده (Saligheh zadeh *et al*., 2013) 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، ولی این افزایش معنی‌دار نبود. برخلاف نتایج مطالعه حاضر، کیم و همکاران (Kim *et al*., 2013) 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 پارامترهای ذکر شده می‌تواند ناشی از اثرات این جلبک و ترکیبات موجود در آن بر مراکز خون‌ساز بدن و بافت هماتوپویتیک بوده و باعث افزایش تولید هموگلوبین و گلبول‌های قرمز خون و متعاقباً افزایش هماتوکریت گردد. میزان شاخص MCH نیز در تیمارهای تغذیه‌شده با عصاره جلبک بیشتر از گروه شاهد بود و در تیمار تغذیه‌شده حاوی عصاره جلبک گراسیلاریا نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

تحقیقات مشابه، نتایج موافق و متناقضی داشته‌اند. به‌طوری‌که کرمی و همکاران (Karami *et al*., 2016)، تغییر در میزان این فاکتور، هاریکریشنا و همکاران (Harikrishnan *et al*., 2003) که عصاره آبی گیاه *Azadirachta indic* در ماهیان کپور معمولی آلوده شده به باکتری آئروموناس هیدروفیلا مورد آزمایش قرار دادند، عدم تغییر این فاکتور را گزارش دادند. شاید عدم یکنواختی نتایج به‌دلیل تفاوت در غلظت عصاره‌ها، نوع عصاره، نحوه استفاده از عصاره (به‌صورت تغذیه و یا حل‌شده در آب) باشد.

هرگونه تغییر در سطح آلبومین، گلوبولین و پروتئین تام پلاسما می‌تواند به‌عنوان یک شاخص بالینی در پایش سلامت سیستم ایمنی، کبد و کلیه مورد استفاده قرار گیرد (Banaee *et al*., 2011). عوامل متعددی بر میزان این پارامترها تأثیرگذار هستند و آنها را دستخوش تغییرات می‌کنند که از جمله این عوامل می‌توان تغذیه ماهی را نام برد (Shahidi Yasaghi *et al*., 2008). نتایج حاصل از مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری را در میزان گلوکز، کلسترول، پروتئین کل در بین تیمارهای مختلف نشان نداد. با این حال میزان کلسترول و گلوکز در تیمارهای حاوی عصاره جلبکی کمتر بود. بررسی‌های نشان می‌دهد فیتواسترول‌ها از جمله فوکواسترول موجب جلوگیری از جذب کلسترول در دستگاه گوارش می‌شوند (Yankah, 2006). بررسی‌ها نشان می‌دهد برخی از گیاهان، از طریق افزایش سطح فعالیت آنزیم ۷ آلفاکلسترول-

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.29252/jair.8.1.80]

هیدروکسیلاز در سلول‌های کبدی موجب افزایش دفع میزان کلسترول و کاهش سنتز کلسترول سلولی شوند. به‌طوری‌که کاهش سطح کلسترول و تری‌گلیسرید در خون ماهی‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان و گربه‌ماهی که به‌ترتیب تحت تیمار عصاره سیلی‌مارین (Banaee *et al*., 2011)، بومادران (Nafisi Bahabadi *et al*., 2014) و عصاره پیاز و سیر (Al-Salahy, 2002) گزارش شده است. میزان تری‌گلیسرید پلاسما در تیمارهای تغذیه‌شده با دو جیره حاوی عصاره جلبک سارگوسوم و سارگوسوم + گراسیلاریا به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه تغذیه‌شده با جیره شاهد پایین‌تر بود. مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد جیره‌های حاوی مکمل شده با جلبک، می‌تواند متابولیسم چربی ماهی را تحت تأثیر قرار دهد (Nakagawa, 1997). مصطفی و همکاران (Mustafa *et al*., 1994) دریافتند که رژیم غذایی حاوی جلبک اسپیرولینا باعث بالا رفتن فعالیت کارنیتین پالمیتیل ترانسفراز کبدی شده که کارنتین کبدی نقش مهمی در اکسیداسیون اسیدهای چرب دارد. نعمت‌پور و همکاران (Nematipour *et al*., 1988) گزارش دادند که جیره حاوی ۲٪ عصاره جلبک کلرلا باعث کاهش سطوح چربی در عضله، کبد و بافت‌های چربی ماهی آیو (*Plecoglossus altivelis*) از طریق تحریک هورمون‌های لیپولتیک یا از طریق تغییر ساختار بافت چربی می‌گردد. علت اصلی تغییر متابولیسم چربی به‌واسطه اضافه نمودن جلبک به جیره غذایی هنوز نامشخص است. اما نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات صورت گرفته در این زمینه نشان می‌دهد که اضافه نمودن جلبک‌های دریایی به جیره غذایی منجر به تغییر مثبت درروند متابولیسم چربی شده و کارایی مثبت چربی‌های ذخیره‌شده را بالا می‌برد.

در مجموع نتایج مطالعه حاضر نشان داد افزودن عصار ماکروجلبک های سارگوسوم و گراسیلاریا تأثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد و تغذیه بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان ندارد. با این‌حال به‌نظر می‌رسد افزودن این عصاره‌ها با تغییر شاخص‌های خون‌شناسی و ترکیبات بیوشیمیایی خون می‌تواند موجب بهبود وضعیت سلامتی و کیفیت بچه‌ماهیان شود.

۵ | تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله تشکر صمیمانه خود را از آقای دکتر حسن حبیبی، آقای مهندس ایمان ناصری‌فرد و خانم زینب صناصیری که در انجام مراحل این تحقیق همکاری داشتند، ابراز می‌دارند.

پست الکترونیک نویسندگان

ابراهیم ستوده: e.sotoudeh@pgu.ac.ir
زینب اسحاق‌نژاد: eshaghnezhad.pgu@gmail.com
رعنا بهادری: r.bahadori.668@gmail.com
سیدحسین مرادیان: moradian.s.h@gmail.com

REFERENCES

Al-Salahy M.B. 2002. Some physiological studies on the effect of onion and garlic juices on the fish, *Clarias lazera*. Fish Physiology and Biochemistry, 27(1-2): 129-142.

Banaee M., Mirvagefei A.R., Rafei G.R., Sureda Gomila A. 2011. Effects of oral administration of silymarin on biochemical parameters of blood in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Journal of Natural Research, 63(4): 271-286. (In Persian).

Barsanti L., Gualtieri P. 2014. Algae: anatomy, biochemistry, and biotechnology. 2nd Edition, CRC press. Netherlands. 361 P.

Cui Y., Wootton R.J. 1988. Bioenergetics of growth of a cyprinid, *Phoxinus phoxinus* (L.): the effect of ration and temperature on growth rate and efficiency. Journal of Fish Biology, 33(3): 763-773.

Davies S.J., Brown M.T., Camilleri M. 1997. Preliminary assessment of the seaweed *Porphyra purpureain* artificial diets for thick-lipped grey mullet (*Chelon labrosus*). Aquaculture, 152(1-4): 249-258.

Dawes C.J., Orduna-Rojas J., Robledo D. 1998. Response of the tropical red seaweed *Gracilaria cornea* to temperature, salinity and irradiance. Journal of Applied Phycology, 10(5): 419-425.

Dhargalkar V.K., Verlecar X.N. 2009. Southern ocean seaweed: A resource for exploration in food and drugs. Aquaculture, 287(3): 229-242.

Feldman B.F., Zinkl J.G., Jian N.C. 2000. Schalm's veterinary hematology, 3rd Edition, Lippincott Williams and Wilkins publication, Philadelphia, USA. 1750 p.

FishStat Plus. 2018. Universal Software for Fishery Statistical Time Series, FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Fisheries and Aquaculture Department, Rome, Italy.

Gutirrez-Lyva R. 2006. Use of seaweed *Macrocystis pyrifera* and *Sargassum* spp. As ingredients in shrimp feed. Aquaculture Nutrition, 8(2): 128-134.

Harikrishnan R., Nisha R.M., Balasundaram C. 2003. Hematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophila* infection. Aquaculture, 221(1): 41-50.

Huang X., Zhou H. 2006. The effect of *Sargassum* fusiform polysaccharide extract on vibriosis resistance and immune activity of the shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. Fish and Shelfish Immunology, 20(5): 750-757.

Jaime-Ceballos B., Villareal H., Garcia T., Pérez Jar L., Alfonso E. 2006. Effect of *Spirulina platensis* meal as feed additive on growth, survival and development in *Litopenaeus schmitti* shrimp larvae. Revista de Investigaciones Marinas, 26(3): 235-241.

Javed M., Durrani F.R., Hafees A., Khan R.U., Ahmad I. 2009. Effect of aqueous extract of plant mixture on carcass quality of broiler chicks. ARPN Journal of Agriculture Biology Science, 4(1): 37-40.

Kanimozhi S., Krishnaveni M., Deivasigmani B., Rajasekar T., Priyadarshni P. 2013. Immuno-mostimulation effects of *Sargassum whitti* on *Mugil cephalus* against *Pseudomonas fluorescence*. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2(7): 93-103.

Karami E., Mesbah M., Molayem raftar T., Mohammadian

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.80]

T., Hoseini S.S., Nazari M. 2016. Effects of aqueous extract of *Sargassum angustifolium* on some of the hematological parameters in Common carp *Cyprinus carpio*. Journal of Aquatic Ecology, 6(2): 124-133.

Kim S.S., Rahimnejad S., Kim K.W., Lee K.J. 2013. Partial Replacement of fish meal with *Spirulina pacifica* in Diets for parrot fish (*Oplegnathus faciatus*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13(2): 197-204.

Magnadottir B. 2006. Innate immunity of fish (overview). Fish and Shellfish Immunology, 20(2): 137-151.

Makkar H.P.S., Norvsambuu T., Lkhagvatseren S., Becker K. 2009. Plant secondary metabolites in some medicinal plants of Mongolia used for enhancing animal health and production. Tropicultura, 27(3): 159-167.

Mokhayer B. 1331. Diseases of farmed fish. University of Tehran Publications, Third Edition, Tehran, Iran. 642 p. (In Persian).

Mustafa M.G., Takeda T.A., Umino T., Wakamatsu S., Nakagawa H. 1994. Effects of *Ascophyllum* and *Spirulina* meal as feed additives on growth capacity of the African Sharp tooth Catfish *(Clarias gariepinus*). International Journal of Agriculture and and Biology, 13(1): 77-82.

Nafisi Bahabadi M., Banaee M., Taghiyan M., Nematdoust Haghi B. 2014. Effects of dietary administration of yarrow extract on growth performance and blood biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). International Journal of Aquatic Biology, 2(5): 275-285.

Nakagawa H. 1997. Effect of dietary algae on improvement of lipid metabolism in fish. Biomed Pharmocother, 51: 345-348.

Nematipour G.R., Nakagawa H., Kasahara S., Ohya S. 1988. Effects of dietary lipid level and Chlorella-extract on ayu. Nippon Suisan Gakkaishi, 54(8):1395-1400.

Nespolo R.F., Rosenmann M. 2002. Intraspecific allometry of hematological parameters in *Basilichthys australis*. Journal of Fish Biology, 60(5): 1358-1362.

Rajasulochana P., Dhamotharan R., Krishnamoorthy P., Murugasan S. 2009. Antibacterial activity of the extracts of marine red and brown algae. Marsland Press Journal of American Science, 5(3): 20-25.

Rios F.S., Kalinin A.L., Rantin F.T. 2002. The effects of long-term food deprivation on respiration and hematology of the Neotropical fish *Hoplias malabaricus*. Journal of Fish Biology, 61(1): 85-95.

Saligheh zadeh R., Yavari V., Moosavi S.M., Zakeri M. 2013. Effects of dietary supplement spirulina algae (*Spirulina platensis*) on some blood, Immunity parameters and serum biochemical in binni fish *Mesopotamichthys sharpeyi*. Iranian Veterinary Journal, 10(2): 40-46. (In Persian).

Shahidi Yasaghi S.A., Mazandarani M., Ghorbani Hasan Saraei1 A., Ghorbani R., Soleimani N. 2008. Determination of normal values of some blood serum factors (Electrolyte and non-electrolyte) of *Acipenser persicus*. Journal of Fisheries, 2(1): 25-32. (In Persian).

Sotoudeh E., Abedian Kenari A., Khodabandeh S., Khajeh K. 2016a. Combination effects of dietary EPA and DHA plus alpha-tocopherol: effects on performance and physiological status of Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) fry. Aquaculture Nutrition, 22: 1101-1115.

Sotoudeh E., Abedian Kenari A., Khodabandeh S., Khajeh K. 2016b. Interaction n-3 HUFA and vitamin E on growth and hematological parameters of Caspian trout fry (*Salmo trutta caspius*). Fisheries Science and Technology, 3: 15-29.

Stadtlander T., Khalil W.K.B., Focken U., Becker K. 2013. Effects of low and medium levels of red alga nori (*Porphyra yezoensis* Ueda) in the diets on growth, feed utilization and metabolism in intensively fed Nile tilapia, *Oreochromis niliticus* (L.). Aquaculture Nutrition, 19(1): 64-73.

Suarez-Garcia H.A. 2006. Effect of alginate and two seaweeds *sargassum sp.* and *Macrocystis pyrifera* as binder in shrimp *Litopenaeus vannamei* pellet mill. Aquaculture Nutrition, 8(4): 418-426.

Teimouri M., Keramt A.A., Yeganeh S. 2013. The effects of *Spirulina platensis* meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). World Journal of Fish and Marine Sciences, 5(2): 194-202.

Thanigaivel S., Vidhya Hindu S., Vijayakumar S., Mukherjee A., Chandrasekaran N., Thomas J. 2015. Differential solvent extraction of two seaweeds and their efficacy in controlling *Aeromonas salmonicida* infection in *Oreochromis mossambicus*: A novel therapeutic approach. Aquaculture, 443: 56-64.

Tüney İ., Cadirci B.H., Ünal D., Sukatar A. 2006. Antimicrobial activities of the extracts of marine algae from the coast of Urla (Izmir, Turkey). Turkish Journal of Biology, 30(3): 171-175.

Valante L.M., Goueia A., Rema P., Motas J., Gonez E.F. 2006. Evaluation of three seaweeds *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European seabass juveniles. Aquaculture, 252(1): 85-91.

Yankah V.V. 2006. Phytosterols and human health. In: Akoh CC (Eds.). Handbook of Functional Lipids, Taylor & Francis, Boca Raton, Florida, USA, pp: 403-414.

Yeh S.T., Lee C.S., Chen J.C. 2006. Administration of hot water extract of brown seaweed *Sargassum duplicatum* via immersion and injection enhances the immune resistance of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Fish and Shelfish Immunology, 20(3): 332-345.

Yone Y., Furuichi M., Urano K. 1986. Effects of wakame *Undaria pinnatifida* and *Ascophyllum nodosum* on absorption of dietary nutrients, and blood sugar and plasma free amino-N levels of red sea bream. Nippon Suisan Gakkaishi, 52(10): 1817-1819.

Zamannejad N., Emadi H., Hosseinzade Sahafi O. 2016. Effects of *Sargassum illicifolium* algae feeding on IgM level and lysozyme activity in Rainbow trout. (*Onchorhynchus mykiss*). Journal of Marin science and Technology Research, 10(4): 59-70. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.80]

Zhuang C., Itoh H., Mizuno T., Ito H. 1995. Antitumor active fucoid a from the brown seaweed Umitoranoo (*Sargassum thunbergii*). Bioscience Biotechnology Biochemical, 59(4): 563-567.

نحوه استناد به این مقاله:

ستوده ا.، اسحاق‌نژاد ز.، بهادری ر.، مرادیان س.ح. عملکرد رشد و شاخص‌های خونی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) تغذیه‌شده با عصاره اتانولی ماکروجلبک‌های سارگوسوم (*Sargassum cristaefolium*) و گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*). مجله ماهی شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۳۹۹: ۸۸-۸۰ (۲)۸..

Maleki M., Imanpoor M.R., Jafari V.A., Kolangi H. 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, University of Gonbad Kavous. 2020, 80-88.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.80]

Growth performance and blood parameters of juvenile Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) fed with extracts of *Sargassum cristaefolium* and *Gracilaria pygmaea*

Sotoudeh E[*1]., Eshaghnejad Z[2]., Bahadori R[2]., Moradyan S.H[3].

[1] Associated Prof., Fisheries Dept., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
[2] M.Sc. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
[3] Assistant Prof., Iranian Fisheries Science Research Institute, Shahid Motahary Coldwater Fishes Genetic and Breeding Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yasouj, Iran

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 29- 5- 2017
Accepted: 18- 9- 2017

Corresponding author:

Sotoudeh E. Fisheries Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

Email: e.sotoudeh@pgu.ac.ir

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of macroalgae *Sargassum cristaefolium* and *Gracilaria pygmaea* extracts on growth performance and blood parameters of juvenile rainbow trout (*O. mykiss*). Animals were randomly divided into four groups (initial weight; 0.23 g); control group (basal diet without extracts), and three groups were fed with basal diet supplemented with 500 mg/kg *S. cristaefolium* (SA), 500 mg/kg *G. pygmaea* (GL), and 250 mg/kg *S. cristaefolium* + 250 mg/kg *G. pygmaea* (SA+GL) for 8 weeks. Fish were hand-fed to apparent satiation 4 times a day and fish were supplied water ad libitum, for 8 weeks. Results showed that growth factors such as final fish weight, specific growth rate (SGR), weight gain (WG), and condition factor (CF) were not significantly different among different groups. Hepatosomatic index (HSI) was significantly higher in the fish fed with control and SA diets. Hemoglobin level in fish fed with diet containing gracilaria was significantly higher than the control group. The control group had a higher level of triglycerides compared to the groups fed with diets containing sargassum or a mix of sargassum and gracilaria. Consequently, these results indicated that dietary supplementation with sargassum and gracilaria extracts had no significant effects on growth performance and blood parameters of juvenile rainbow trout.

Keywords: *O. mykiss*, Dietary supplement, Brown algae, Red algae

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.80]