تأثیر جایگزینی نسبی آرد ماهی با جلبک قرمز دریایی *Gracilaria pygmaea* بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی باس دریایی آسیایی *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)

آناهیتا فرهودی[۱]، ایمان سوری‌نژاد[۱ و ۵*]، محمود نفیسی‌بهابادی[۲]، میرمسعود سجادی[۳]، علیرضا سالارزاده[۴]

*Sourinejad@hormozgan.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.
۲- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بوشهر، بوشهر، ایران.
۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.
۴- گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، بندرعباس، ایران.
۵- گروه فناوری های نوین، پژوهشکده منطقه ای جنگل های حرا، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۵

چکیده

اثر تغذیه‌ای ماکروجلبک قرمز گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*) بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) با وزن اولیه ۵/۹±۲۸ گرم در یک دوره شش هفته‌ای بررسی شد. جیره‌های آزمایشی شامل دو جیره کنترل مثبت (آرد ماهی) و منفی (آرد ماهی-پودر سویا) و سه جیره حاوی جلبک گراسیلاریا با جایگزینی در سطوح ۳، ۶ و ۹ درصد بود. نتایج نشان داد که جایگزینی سطوح متفاوت جلبک قرمز گراسیلاریا در جیره غذایی باس دریایی آسیایی بر میزان رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی و وزن نهایی تأثیر منفی نداشته و حتی وزن نهایی در تیمار نغذیه شده با ۶٪ گراسیلاریا، بیشتر از سایر تیمارها بود. شاخص وضعیت در تیمار کنترل منفی (تیمار شاهد) و نرخ رشد ویژه در تیمار تغذیه شده با ۶٪ گراسیلاریا بیشتر از سایر تیمارها بود ($p<۰/۰۵$). در بین تیمارهای مختلف از نظر میزان هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول‌های سفید و شمارش افتراقی آن اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). در بین شاخص‌های بیوشیمیایی سرم ماهی باس دریایی آسیایی تنها گلوکز تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($p>۰/۰۵$). میزان کلسترول در تیمار کنترل منفی و گراسیلاریا ۹٪ مشابه و در مقایسه با سایر تیمارها، به طور معنی‌داری بالاتر بود ($p<۰/۰۵$). مقادیر آلبومین در تیمار گراسیلاریا ۶٪ و پروتئین کل، تری گلیسیرید و کلسترول در تیمار گراسیلاریا ۳٪ پایین ترین سطح را داشتند. در مجموع، بنظر می‌رسد جایگزینی منبع گران آرد ماهی با ماکروجلبک قرمز گراسیلاریا در جیره غذایی ماهی گوشتخوار باس دریایی آسیایی تأثیر منفی بر شاخص-های رشد و ایمنی ندارد و حتی موجب بهبود برخی شاخص‌های رشد و پارامترهای خونی و بیوشیمیایی سرم خون در سطح جایگزینی ۶٪ می‌شود.

کلمات کلیدی: باس دریایی آسیایی *Lates calcarifer*، جلبک گراسیلاریا، جیره غذایی، نرخ رشد ویژه، ایمنی غیر اختصاصی

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

مقدمه

در گذشته آرد ماهی به دلیل کیفیت بالا و قیمت نسبتاً پایین به عنوان مهمترین و اصلی‌ترین ترکیب در جیره غذایی دام و طیور استفاده می‌شد. در حال حاضر، آرد ماهی فراوان‌ترین و در عین حال گران‌ترین منبع پروتئین حیوانی در تولید جیره غذایی طیور، دام‌های پرورشی و آبزیان است و به همین علت بازارهای جهانی همیشه به دنبال یک منبع جایگزین مناسب بوده‌اند (Ferraz de Arruda *et al*., 2007). به دلیل محدودیت‌های قانونی در استفاده از مواد شیمیایی از جمله آنتی بیوتیک‌ها و هورمون‌ها در آبزیان و جانوران خوراکی مورد مصرف انسان، استفاده از مواد افزودنی گیاهی به عنوان یک ماده طبیعی در صنعت غذای آبزیان گسترش زیادی پیدا کرده است. مزیت عمده استفاده از ترکیبات گیاهی طبیعی بودن آنها و عدم داشتن عوارض جانبی برای انسان، ماهیان یا محیط زیست است (ایمان‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). ضمن مطالعات مستمر بر کاربردی نمودن منابع پروتئینه گیاهان خشکی‌زی در امر جایگزینی آرد ماهی، بشر به دنبال منابع جدیدتری نیز بوده و امروزه جلبک‌های دریایی بعنوان کاندیدای مناسبی برای اینگونه منابع پروتئینی معرفی شده‌اند.

ماکرو و میکروجلبک‌ها به عنوان مکمل‌های غذایی به منظور افزایش سلامتی و بهبود عملکرد تغذیه‌ای بسیاری از گونه‌های ماهیان پرورشی استفاده می‌شوند (Güroy *et al*., 2011). ماکروجلبک‌ها به لحاظ دارا بودن پروتئین، چربی، کربوهیدرات، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب ضروری، املاح معدنی، ویتامین، انواع رنگدانه و بسیاری از مواد آلی دیگر از ارزش دارویی بالایی برخوردارند (قرنجینک و همکاران، ۱۳۹۰). بهبود رشد، بهبود عملکرد کبد، متابولیسم بهتر چربی، پاسخ بهتر به استرس، مقاومت در برابر بیماری و بهبود کیفیت گوشت ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی جلبک در مطالعات متعددی گزارش شده است (Wassef *et al*., 2001; Nakagawa and Montgomery, 2007).

جلبک گراسیلاریا از خانواده گراسیلاریاسه Gracilariaceae و رده جلبک‌های قرمز Rhodophyta است. گراسیلاریا در سرتاسر جهان پراکنش دارد، اما اغلب در آبهای گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد می‌کند (ربیعی و همکاران، ۱۳۸۴). یکی از گونه‌های گراسیلاریا، گونه *Gracilaria pygmaea* است که سواحل استان بوشهر منابع عظیمی از این گونه جلبک را در سر تا سر ناحیه پایین جزر و مدی شنی کم عمق داراست و هر ساله مقادیر زیادی از این جلبک‌ها همراه امواج به ساحل آورده می‌شوند. این گونه بومی کشور، به دلیل زی توده قابل توجه در طبیعت و قابلیت تولید انبوه از طریق پرورش مصنوعی، بصورت کاربردی و در مقیاس تجاری می‌تواند به عنوان منبع قابل استفاده در جیره غذایی آبزیان مورد توجه کارخانجات سازندگان غذای آبزیان و همچنین پرورش دهندگان مصنوعی جلبک قرار گیرد.

ماهی *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)، از راسته سوف ماهی شکلان Perciformes با نام باس دریایی در آسیا (Asian sea bass) و بارامونده (Barramundi) در استرالیا شناخته می شود. این گونه بومی منطقه هند و اقیانوس آرام است و در آبهای ساحلی، از خلیج فارس تا استرالیا پراکنش دارد (Glencross, 2006). با توجه به اهمیت تغذیه ای جلبک‌ها و غنی بودن سواحل جنوبی کشور از جمله بوشهر از منابع عظیم ماکروجلبکی لازم است که برنامه ریزی مناسبی جهت حفظ، توسعه و بهره‌برداری علمی و اقتصادی از این ذخایر با ارزش دریایی صورت گیرد. تحقیق حاضر بدنبال بررسی امکان جایگزینی نسبی آرد ماهی با جلبک قرمز دریایی گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*) به عنوان منبع جدید در جیره غذایی گونه تازه وارد پرورشی باس دریایی آسیایی در ایران می‌باشد. بنابراین، بررسی امکان استفاده از این نوع پروتئین جلبکی و سطح مورد نیاز آن و همچنین تاثیر این منبع بالقوه بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم خون گونه ارزشمند باس دریایی به منظور توسعه صنعت آبزی پروری دریایی از اهداف تحقیق می باشند.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

مواد و روش کار

تهیه پودر جلبک گراسیلاریا و آماده‌سازی جیره‌های آزمایشی

برای شناسایی جلبک مورد نظر از منابع Magruder (۱۹۸۸) و اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج فارس و دریای عمان (قرنجینک، ۱۳۸۹) استفاده گردید. ماکروجلبک دریایی گراسیلاریا *Gracilaria pygmaea* پس از شناسایی در سواحل بوشهر و مطابقت با کلید شناسایی، جمع آوری شد و پس از شستشو و خشک کردن، آسیاب شده و به پودر تبدیل شد. آنالیز تقریبی جلبک گراسیلاریا شامل ۱۵/۰۴٪ پروتئین، ۱٪ چربی، ۱۱٪ خاکستر و ۱/۲٪ فیبر بود. جیره پایه برای تغذیه باس دریایی آسیایی دارای ۴۸-۴۵٪ پروتئین، ۱۸-۱۶٪ چربی و ۲۰٪ کربوهیدرت بود (Glencross, 2006). در این تحقیق پودر جلبک قرمز گراسیلاریا در سه سطح ۳، ۶ و ۹٪ جایگزین آرد ماهی گردید و جیره‌های کنترل مثبت (آرد ماهی) و منفی (آرد ماهی- پودر سویا) فاقد پودر جلبک گراسیلاریا بودند (Ragaza *et al*., 2015). پس از تعیین درصد اجزای غذایی مورد نیاز، مواد اولیه آسیاب و الک شده و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند. اجزای غذایی ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه به صورت خشک هم زده شده و سپس به آن معادل ۳۰ درصد وزن خشک غذا، آب با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد، روغن ماهی، روغن سویا و سایر افزودنی ها اضافه گردید. سپس مخلوط اجزای غذایی به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شد و با استفاده از دستگاه پلت ساز به صورت پلت‌هایی با قطر متوسط سه میلی متر درآمدند. به منظور تسریع در خشک شدن، پلت‌های غذایی به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای حدود ۶۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. به منظور اطلاع از میزان چربی کل، پروتئین خام، کربوهیدرات، خاکستر و رطوبت مواد اولیه مورد نیاز جهت ساخت جیره مورد آنالیز قرار گرفتند (AOAC, 2005). پس از آنالیز مواد اولیه، ۵ جیره با استفاده از نرم افزار WUFFDA فرموله و ساخته شد. یک طرح آزمایش کاملاً تصادفی شامل ۵ جیره و ۳ تکرار از هر جیره مورد استفاده قرار گرفت. به منظور اطمینان از مطابقت غذای ساخته شده با فرمول مورد نظر، جیره‌ها پس از ساخت مجدداً مورد تجزیه قرار گرفتند. با توجه به طولانی بودن دورهٔ پرورش به منظور حفظ کیفیت جیره‌های ساخته شده، نگهداری آنها در شرایط سرد (۲۰- درجهٔ سانتی گراد) در طول دوره صورت پذیرفت. ترکیب و آنالیز تقریبی جیره‌های آزمایشی مورد نظر در جدول ۱ ارائه شده است.

محل انجام آزمایش و نحوه پرورش

تحقیق حاضر در پژوهشکده خلیج فارس واقع در استان بوشهر صورت گرفت. بچه ماهیان باس دریایی از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان دریایی راموز تهیه شدند. زیست سنجی ماهیان انجام شد و تعداد ۱۵۰ قطعه بچه ماهی پرورشی قبل از شروع آزمایش به مدت ۱۵ روز به شرایط آزمایشگاهی و غذای کنسانتره سازگار شدند. پس از طی مرحله سازگاری، ماهیانی که از لحاظ وزن و طول تقریبی در یک اندازه بودند، بطور تصادفی انتخاب و در ۱۵ مخزن فایبرگلاس (هر مخزن حاوی ۱۰ قطعه ماهی با متوسط وزن اولیه ۵/۹±۲۸ گرم (میانگین±انحراف معیار) توزیع گردیدند و به مدت ۶ هفته با جیره‌های غذایی ساخته شده، تغذیه شدند. آزمایش در یک سالن سر پوشیده با دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی انجام شد. اندازه‌گیری عوامل کیفی آب شامل دمای آب، میزان شوری و اکسیژن محلول روزانه و pH به صورت هفتگی انجام شد.

بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه

شاخص‌های رشد شامل شاخص وضعیت، نرخ رشد ویژه، میزان رشد روزانه و ضریب تبدیل غذا از طریق فرمول‌های ذیل محاسبه گردید (Marcouli *et al*., 2006; Abdelghany and Ahmad, 2002):

رابطه ۱: شاخص وضعیت = [وزن تر/ (طول چنگالی)^{۳}] × ۱۰۰

رابطه ۲: نرخ رشد ویژه = [(Ln وزن نهایی- Ln وزن اولیه) / تعداد روزهای پرورش] × ۱۰۰

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

جدول ۱: ترکیب و آنالیز تقریبی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در تیمارهای مختلف (٪ ماده خشک)

Table 1: Ingredients and chemical compositions (% dry matter basis) of the experimental diets.

ترکیبات جیره‌های آزمایشی	کنترل مثبت	کنترل منفی	گراسیلاریا ۳٪	گراسیلاریا ۶٪	گراسیلاریا ۹٪
آرد ماهی	۵۴/۰۰	۴۴/۰۰	۴۲/۶۸	۴۱/۳۶	۴۰/۰۴
پودر سویا	۰/۰۰	۱۴/۹۰	۱۳/۶۲	۱۳/۶۴	۱۲/۸۶
گلوتن گندم	۱۱/۹۰	۱۱/۹۰	۱۲/۰۰	۱۱/۸۰	۱۱/۹۰
آرد گندم	۱۰/۶۰	۵/۰۰	۴/۵۰	۳/۰۰	۲/۰۰
روغن ماهی	۶/۴۰	۶/۷۵	۶/۷۵	۶/۷۵	۶/۷۵
روغن سویا	۶/۴۰	۶/۷۵	۶/۷۵	۶/۷۵	۶/۷۵
پودر جلبک قرمز گراسیلاریا	۰/۰۰	۰/۰۰	۳/۰۰	۶/۰۰	۹/۰۰
پرمیکس ویتامین	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰
پرمیکس مواد معدنی	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰
پودر اسکوئید	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰
آنتی اکسیدان	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
ژلاتین	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰
اکسید کروم (Cr_2O_3)	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
جمع کل	**۱۰۰/۰۰**	**۱۰۰/۰۰**	**۱۰۰/۰۰**	**۱۰۰/۰۰**	**۱۰۰/۰۰**
آنالیز تقریبی (٪ ماده خشک)					
پروتئین	۴۶/۲۶	۴۶/۳۹	۴۶/۶۷	۴۶/۹	۴۶/۵۷
چربی	۱۸/۰۰	۱۸/۰۰	۱۸/۰۰	۱۸/۰۰	۱۸/۰۰
خاکستر	۱۶/۰۰	۱۴/۵۸	۱۵/۶۵	۱۶/۴۷	۱۶/۷۸
رطوبت	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰

کنترل مثبت: جیره شاهد-منبع پروتئین اصلی؛ آرد ماهی،

کنترل منفی: جیره شاهد-منبع پروتئین اصلی؛ آرد ماهی-پودر سویا،

گراسیلاریا ۳٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۳٪،

گراسیلاریا ۶٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۶٪،

گراسیلاریا ۹٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۹٪.

رابطه ۳: میزان رشد روزانه = (وزن نهایی بدن – وزن اولیه بدن) / تعداد روزهای پرورش

رابطه ۴: ضریب تبدیل غذا = مقدار غذای گرفته شده / افزایش وزن توده

خونگیری و اندازه‌گیری شاخص‌های خونی

جهت بررسی وضعیت فیزیولوژیک ماهیان پس از ۶ هفته تغذیه، ۴ قطعه ماهی به صورت تصادفی از هر تکرار گرفته شد و از سیاهرگ دمی آنها خونگیری شد. نمونه‌های سرم خون تا قبل از سانتریفیوژ در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. سپس تمامی نمونه‌ها سانتریفیوژ شده (۱۶۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه)، سرم جداسازی شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید (Webb *et al*., 2007). برای شمارش تعداد گلبول‌های سفید از پیپت ملانژور سفید استفاده گردید. نمونه‌های خونی با محلول ریس (با نسبت ۱ به ۲۰۰) رقیق گردید. برای محاسبه تعداد سلول‌ها عدد بدست آمده در ۵۰ ضرب و تعداد گلبول‌های سفید در یک میلی‌متر مکعب از خون محاسبه گردید (Barros *et al*., 2002). درصد هماتوکریت با سانتریفیوژ میکروهماتوکریت با سرعت ۷۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه محاسبه شد (Rehulka, 2000). مقدار هموگلوبین به روش سیان

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

مونت هموگلوبین سنجش شد (Drobkin, 1945). شمارش افتراقی گلبول‌های سفید پس از تهیه گسترش خونی و رنگ آمیزی با گیمسا، با شمارش ۲۰۰ گلبول سفید و تعیین درصد هر یک از گلبول‌های سفید، مشخص گردید (Blaxhall and Daisley, 1973).

نتایج

نتایج مربوط به میانگین درجه حرارت، اکسیژن، شوری و pH در طول دوره آزمایش به ترتیب ۲/۵±۳۰/۱۲ درجه سانتی گراد، ۰/۳۲±۶/۲۴ میلی گرم در لیتر، ۴۰ گرم در لیتر و ۷/۸ بود.

شاخص‌های رشد و تغذیه

نتایج مربوط به شاخص‌های رشد و تغذیه شامل شاخص وضعیت، نرخ رشد ویژه، میزان رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که جایگزینی آرد ماهی با سطوح متفاوت جلبک قرمز گراسیلاریا در جیره غذایی باس دریایی، روی میزان رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی و وزن نهایی تأثیر معنی داری ندارد ($p>0/05$). اگرچه، وزن نهایی در تیمار تغذیه شده با گراسیلاریا ۶٪ بیشتر از سایر تیمارها بود. از نظر شاخص وضعیت و نرخ رشد ویژه تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده شد. شاخص وضعیت در تیمار کنترل منفی (تیمار شاهد) بیشتر از سایر تیمارها بود و نرخ رشد ویژه در تیمار تغذیه شده با گراسیلاریا ۶٪ بیشتر از سایر تیمارها بود ($p<0/05$).

دامنه تغییرات تعداد گلبول‌های سفید، هموگلوبین، هماتوکریت، شمارش افتراقی گلبول‌های سفید (مونوسیت، لنفوسیت و نوتروفیل) در جدول ۳ ارائه شده است. طبق نتایج، در بین تیمارهای مختلف از نظر شاخص‌های مذکور، اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P>0/05$). با این حال از نظر شمارش کلی گلبول‌های سفید، بیشترین تعداد در تیمار کنترل منفی (۱۶/۰۱±۳۷/۳۳ عدد در میلی متر مکعب/$\times 10^3$) و کمترین تعداد در ماهیان تغذیه شده با گراسیلاریا ۶٪ (۷/۰۲±۲۴/۶۶ عدد در میلی متر مکعب/$\times 10^3$) مشاهده شد. در شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های شاهد و سایر تیمارها دیده نشد. با این حال، لنفوسیت و نوتروفیل بیشترین میزان را در تیمار تغذیه شده با گراسیلاریا ۹٪ (بترتیب ۴/۵۸±۸۰٪ و ۰/۷۶±۹/۱٪) و کمترین میزان را در تیمار تغذیه شده با گراسیلاریا ۳٪ (بترتیب ۱±۷۳٪ و ۰/۷۶±۷/۶۶٪) داشتند. بیشترین و کمترین درصد مونوسیت به ترتیب در تیمارهای کنترل منفی (۱±۱۲٪) و ۹٪ (۳/۲۱±۹/۶۶٪) مشاهده گردید. میزان هموگلوبین در تیمارهای تغذیه شده با گراسیلاریا ۹٪ (۸/۸۰±۲۴/۸۳ گرم در دسی‌لیتر) و ۶٪ (۷/۵۰±۲۴/۵ گرم در دسی‌لیتر) بیشترین و در تیمار کنترل منفی (۱/۸۹±۱۶/۰۸ گرم در دسی‌لیتر) کمترین مقدار را نشان داد. درصد هماتوکریت در ماهیان تغذیه شده با گراسیلاریا ۳٪ (۴/۵±۳۱/۳۳٪) و کنترل مثبت (۳± ۲۶٪) بترتیب بیشترین و کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند.

نتایج مربوط به برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی سرم ماهی باس دریایی آسیایی شامل آلبومین، پروتئین کل، تری گلیسیرید، کلسترول و گلوکز در جدول ۴ گزارش شده است. در بین شاخص‌های مذکور، تنها گلوکز تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($p>0/05$). میزان آلبومین، پروتئین کل و تری گلیسیرید در ماهیان تغذیه شده با تیمار کنترل منفی در مقایسه با سایر تیمارها بالاتر بود و اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0/05$). همچنین میزان کلسترول در تیمار کنترل منفی و گراسیلاریا ۹٪ مشابه و در مقایسه با سایر تیمارها، از بالاترین میزان برخوردار بود ($p<0/05$). مقادیر آلبومین در تیمار گراسیلاریا ۶٪ و پروتئین کل، تری گلیسیرید و کلسترول در تیمار گراسیلاریا ۳٪ پایین ترین سطح را داشتند.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

جدول ۲: میانگین شاخص‌های رشد ماهی باس دریایی آسیایی در تغذیه با سطوح مختلف گراسیلاریا

Table 2: Mean of growth indices of Asian sea bass fed with different levels of Gracilaria.

پارامترهای رشد	شاخص وضعیت	نرخ رشد ویژه	میزان رشد روزانه	ضریب تبدیل غذایی	وزن نهایی (گرم)	بقا (٪)
جیره کنترل مثبت	۱/۲۵±۰/۰۳^{ab}	۳/۳۳±۰/۱۹^{ab}	۱/۷۲±۰/۱۷^{a}	۱/۰۲±۰/۰۹^{a}	۸۳/۳۳±۵/۶^{a}	۱۰۰/۰۰
جیره کنترل منفی	۱/۲۹±۰/۰۲^{a}	۳/۴۰±۰/۲۲^{ab}	۱/۷۳±۰/۲۲^{a}	۱/۰۱±۰/۰۷^{a}	۸۳/۴۴±۷/۳۴^{a}	۱۰۰/۰۰
گراسیلاریا ۳٪	۱/۲۲±۰/۰۳^{ab}	۳/۱۳±۰/۱۹^{ab}	۱/۵۸±۰/۱۸^{a}	۱/۱۲±۰/۲۴^{a}	۷۸/۸±۵/۸۱^{a}	۱۰۰/۰۰
گراسیلاریا ۶٪	۱/۲۲±۰/۰۴^{ab}	۳/۴۸±۰/۱۹^{a}	۱/۸۸±۰/۲^{a}	۰/۹±۰/۰۹^{a}	۸۸/۴۴±۶/۴۱^{a}	۱۰۰/۰۰
گراسیلاریا ۹٪	۱/۲۰±۰/۰۶^{b}	۳/۲۹±۰/۲۲^{b}	۱/۵۱±۱/۵۷^{a}	۱/۱۵±۰/۱۲^{a}	۷۶/۴۲±۵/۰۵^{a}	۱۰۰/۰۰

داده‌ها به صورت میانگین±انحراف از میانگین بیان شده‌اند.

حروف متفاوت انگلیسی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست ($p<۰/۰۵$).

کنترل مثبت: جیره شاهد-منبع پروتئین اصلی؛ آرد ماهی،

کنترل منفی: جیره شاهد-منبع پروتئین اصلی؛ آرد ماهی-پودر سویا،

گراسیلاریا ۳٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۳٪،

گراسیلاریا ۶٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۶٪،

گراسیلاریا ۹٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۹٪.

جدول ۳: میانگین شاخص‌های خونی ماهی باس دریایی آسیایی در تغذیه با سطوح مختلف گراسیلاریا

Table 3: Mean of hematology indices of Asian sea bass fed with different levels of Gracilaria.

شاخص‌های خونی	گلبول‌های سفید (عدد در میلی متر مکعب/$\times۱۰^{۳}$)	مونوسیت (٪)	لنفوسیت (٪)	نوتروفیل (٪)	هموگلوبین (گرم در دسی‌لیتر)	هماتوکریت (٪)
جیره کنترل مثبت	۳۴/۰۰±۳/۰۰^{a}	۱۰/۶۶±۲/۰۸^{a}	۷۸/۶۶±۱/۵۲^{a}	۸/۳۳±۱/۲۵^{a}	۱۶/۱۲±۱/۸۱^{a}	۲۶/۰۰±۳/۰۰^{a}
جیره کنترل منفی	۳۷/۳۳±۱۶/۰۱^{a}	۱۲/۰۰±۱۰^{a}	۷۷/۳۳±۴/۷۲^{a}	۸/۱۶±۰/۷۶^{a}	۱۶/۰۸±۱/۸۹^{a}	۲۷/۳۳±۲/۰۸^{a}
جیره گراسیلاریا ۳٪	۲۹/۳۳±۴/۷۲^{a}	۱۱/۳۳±۲/۵۱^{a}	۷۳±۱/۰۰^{a}	۷/۶۶±۰/۷۶^{a}	۱۷/۲۵±۰/۶۵^{a}	۳۱/۳۳±۴/۵۰^{a}
جیره گراسیلاریا ۶٪	۲۴/۶۶±۷/۰۲^{a}	۱۱/۶۶±۲/۰۸^{a}	۷۸/۶۶±۶/۱۱^{a}	۸/۵±۰/۵۰^{a}	۲۴/۵±۷/۰۵^{a}	۲۸/۳۳±۳/۰۵^{a}
جیره گراسیلاریا ۹٪	۲۶/۶۶±۱۱/۰۶^{a}	۹/۶۶±۳/۲۱^{a}	۸۰/۰۰±۴/۵۸^{a}	۹/۱۰±۰/۷۶^{a}	۲۴/۸۳±۸/۸۰^{a}	۲۹/۳۳±۳/۰۵^{a}

داده‌ها به صورت میانگین±انحراف از میانگین بیان شده‌اند.

حروف مشابه انگلیسی در یک ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست ($p>۰/۰۵$).

کنترل مثبت: جیره شاهد-منبع پروتئین اصلی؛ آرد ماهی،

کنترل منفی: جیره شاهد-منبع پروتئین اصلی؛ آرد ماهی-پودر سویا،

گراسیلاریا ۳٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۳٪،

گراسیلاریا ۶٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۶٪،

گراسیلاریا ۹٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۹٪.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

جدول ۴: میانگین شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی باس دریایی آسیایی در تغذیه با سطوح مختلف گراسیلاریا
Table 4: Mean of blood serum biochemical indices of Asian sea bass fed with different levels of Gracilaria

شاخص‌های بیوشیمیایی خون	آلبومین (mg/dl)	پروتئین کل	تری گلیسیرید (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	گلوکز (mg/dl)
جیره کنترل مثبت	۱/۹۰±۰/۱۰ ^{abc}	۳/۴۰±۰/۱۰ ^{b}	۶۷/۶۶±۲/۵۱ ^{cd}	۲۸۷/۰۰±۳/۰۰ ^{bc}	۶۴/۳۳±۱۴/۵۰
جیره کنترل منفی	۲/۱۰±۰/۱۰ ^{a}	۴/۰۳±۰/۱۵ ^{a}	۹۹/۳۳±۱/۵۲ ^{a}	۳۲۷/۶۶±۱۷/۷۸ ^{a}	۶۹/۶۶±۷/۵۷
گراسیلاریا ۳٪	۱/۸۰±۰/۱۰ ^{bc}	۲/۸۳±۰/۲۰ ^{c}	۶۶/۰۰±۳/۶۰ ^{d}	۲۷۱/۶۶±۱۳/۶۵ ^{c}	۶۲/۶۶±۵/۵۰
گراسیلاریا ۶٪	۱/۷۶±۰/۱۵ ^{c}	۳/۴۰±۰/۱۰ ^{b}	۷۳/۰۰±۵/۲۹ ^{c}	۲۹۷/۰۰±۱۴/۴۲ ^{b}	۶۵/۶۶±۲/۵۱
گراسیلاریا ۹٪	۲/۰۳±۰/۱۵ ^{ab}	۳/۶۶±۰/۵۶ ^{ab}	۸۰/۶۶±۳/۰۵ ^{b}	۳۲۸/۰۰±۱۲/۱۲ ^{a}	۷۷/۳۳±۸/۰۲

داده‌ها به صورت میانگین±انحراف از میانگین بیان شده‌اند، حروف متفاوت انگلیسی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست ($p<۰/۰۵$).
کنترل مثبت: جیره شاهد-منبع پروتئین اصلی؛ آرد ماهی،
کنترل منفی: جیره شاهد-منبع پروتئین اصلی؛ آرد ماهی-پودر سویا،
گراسیلاریا ۳٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۳٪،
گراسیلاریا ۶٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۶٪، گراسیلاریا ۹٪: جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا به میزان ۹٪.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در بین شاخص‌های رشد در گروه‌های مختلف آزمایشی، میزان رشد روزانه و وزن نهایی در تیمار تغذیه شده با جیره گراسیلاریا ۶٪ بیشتر و ضریب تبدیل غذایی کمتر بود. شاخص وضعیت و نرخ رشد ویژه در بین گروه‌های آزمایشی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار داشت. در این بین، کمترین شاخص وضعیت در تیمار تغذیه شده با گراسیلاریا ۹٪ و بیشترین نرخ رشد ویژه در تیمار تغذیه شده با گراسیلاریا ۶٪ مشاهده گردید. پایین بودن ضریب تبدیل غذایی، بالا بودن نرخ رشد ویژه و وزن نهایی در تیمار تغذیه شده با جیره حاوی گراسیلاریا ۶٪ در مقایسه با سایر تیمارها، بیانگر نقش مثبت جلبک گراسیلاریا و سطح مناسب آن در بهبود عملکرد رشد ماهی است. در مطالعه‌ای که در قزل آلای رنگین کمان انجام شد با جایگزینی جلبک قرمز *Porphyra dioica* در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد، شاخص های رشد اختلاف معنی‌داری را بین گروه‌های مختلف آزمایشی نشان ندادند (Soler-vira *et al.*, 2009). در مطالعه دیگر در باس دریایی آسیایی با جایگزینی ماکروجلبک‌های *Kappaphycus alvarezii*، *Eucheuma denticulatum* و *Sargassum polycystum* در سطح ۵٪، اختلاف معنی‌داری در پارامترهای رشد دیده نشد (Shapawi and Zamry, 2016). در تحقیقی که در مورد تغذیه کفال خاکستری *Mugil cephalus* با استفاده از ماکروجلبک سبز *Ulva* در سطوح ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد صورت گرفت، بهترین عملکرد رشد در تیمار تغذیه شده حاوی ۲۰٪ ماکروجلبک *Ulva* گزارش شد (Wassef *et al.*, 2001). مطالعات نشان داده اند که جایگزینی ماکروجلبک در سطوح بالا ممکن است روی عملکرد رشد تأثیر منفی داشته باشد (Hasan and Chakrabarti, 2009; Pereira *et al.*, 2012). علت این مساله، کاهش قابلیت هضم پروتئین و چربی به دلیل خاصیت ضد تغذیه‌ای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول (NSP)[1] در جلبک‌ها ذکر شده است که میزان آن با افزایش درصد ماکروجلبک در جیره غذایی، افزایش می‌یابد (Brinker, 2009). در مطالعه حاضر، سطوح بالاتر از ۹٪ جلبک گراسیلاریا مورد آزمایش قرار نگرفت، زیرا با افزایش درصد جلبک گراسیلاریا درصد کربوهیدرات و خاکستر جیره نیز افزایش می‌یابد. نتایج تحقیق حاضر با مطالعات سایر محققین نیز مطابقت دارد. در مطالعات صورت گرفته توسط Appler (۱۹۸۵) بر گونه‌های تیلاپیای *Oreocromis niloticus* و *Tilapia*

[1]- Soluble Non-Starch Polysaccaride

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

zilli با استفاده از جلبک *Hydrodictyon reticulatum* مشخص شد که سطوح بیش از ۲-۳٪ ماکروجلبک در جیره غذایی منجر به کاهش رشد می‌شود. همچنین Leary and Lovell (۱۹۷۵) نشان دادند که استفاده از سطوح بالاتر از ۱۰٪ جلبک *Undaria pinnarifida* در گربه ماهی روگاهی Channel catfish نتایج مشابهی را خواهد داشت. میزان بالای کربوهیدرات، پلی ساکارید و فیبر موجود در ماکروجلبک، عامل اصلی کاهش قابلیت هضم پروتئین و ماده خشک و به دنبال آن کاهش رشد گزارش شده است (Burtin, 2003).

در تحقیق حاضر، افزایش سطح گراسیلاریا در جیره غذایی ماهی باس دریایی آسیایی، اختلاف معنی‌داری در پارامترهای خونی شامل تعداد گلبول‌های سفید، هموگلوبین و هماتوکریت ایجاد نکرد و نشان داد که اضافه کردن جلبک مذکور تأثیر منفی بر فعالیت خونسازی ماهیان باس دریایی آسیایی نداشته است. با این حال، درصد نوتروفیل و لنفوسیت با افزایش درصد جایگزینی جلبک گراسیلاریا، در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت که دلیل آن احتمالاً حضور کاروتنوئیدهای موجود در جلبک است که سبب تحریک نوتروفیل و ماکروفاژها به تولید لیزوزیم در خون، تأثیر بر فعالیت فاگوسیتوزی و در نتیجه تقویت ایمنی غیر اختصاصی می‌شود (Sakai, 1999). نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعات James و همکاران (۲۰۰۹) و Andrews و همکاران (۲۰۱۱) به ترتیب در *Cirrhinus mrigala* و *Labeo rohita* مطابقت دارد که نشان دادند با افزایش میزان جلبک اسپیرولینا در سطوح ۰-۱۰ درصد تغییرات خاصی در فعالیت خون‌سازی گونه‌های مذکور اتفاق نمی افتد. با این وجود، تحقیقات زمان‌نژاد و همکاران (۱۳۹۴) در مورد استفاده از جلبک سارگاسوم (*Sargassum illicifolium*) در سطوح ۰، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد در جیره غذایی قزل آلای رنگین کمان نشان داد که این ماکروجلبک موجب افزایش تعداد گلبول‌های سفید، تحریک سیستم ایمنی و در نتیجه افزایش مقاومت ماهی می‌گردد.

میزان هموگلوبین خون در ماهیان سی باس آسیایی تغذیه شده با تیمارهای مختلف جلبک گراسیلاریا در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت که این افزایش در تیمار تغذیه شده با گراسیلاریا ۹٪ از دو تیمار ۳ و ۶٪ بیشتر بود. نتایج تحقیق چله مال دزفول‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) روی تغذیه ماهی پنگوسی (*Pangasius hypophtalamus*) تغذیه شده با جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) در سطوح ۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد نشان داد افزایش هموگلوبین در تیمارهای تغذیه شده با این جلبک به دلیل وجود رنگدانه کلروفیل در جلبک اسپیرولینا است. تأثیر این جلبک در افزایش هموگلوبین به دلیل تبدیل کلروفیل به هموگلوبین است که زیست دستیابی آن بسیار بهتر از آهن است. در این زمینه، Abdel– Tawwab و همکاران (۲۰۰۸) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

درصد هماتوکریت در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی جلبک گراسیلاریا در مقایسه با گروه‌های شاهد بیشتر بود، اگرچه اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف دیده نشد. این امر می‌تواند ناشی از تأثیر ترکیبات موجود در جلبک بر مراکز خون‌سازی و بافت‌های هماتوپیتیک باشد که منجر به افزایش هموگلوبین، گلبول‌های قرمز خون و متعاقبا افزایش هماتوکریت می‌گردد (Kim *et al*., 2013). یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج Kim و همکاران (۲۰۱۳) در طوطی ماهی (*Oplegnathus fasciantus*) مشابهت دارد. بطور کلی، بررسی تأثیر تغذیه ای جلبک گراسیلاریا بر سلول‌های خونی در این مطالعه و مقایسه آن با سایر تحقیقات مشابه مشخص کننده تفاوت ها و شباهت هایی در نتایج است که عوامل محیطی، شرایط آزمایش، گونه ماهی، تغذیه و بسیاری عوامل دیگر می‌توانند در آن دخیل باشند.

بر اساس نتایج مشخص گردید که از نظر میزان آلبومین، پروتئین کل، تری گلیسیرید و کلسترول، اختلاف معنی‌داری در بین گروه‌های مختلف آزمایشی وجود داشت اما میزان گلوکز در هیچ یک از تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. هر گونه تغییر در سطح آلبومین و پروتئین کل پلاسما می‌تواند به عنوان یک شاخص بالینی در پایش سلامت سیستم ایمنی، کبد و کلیه مورد استفاده قرار بگیرد و عوامل متعددی از جمله تغذیه می‌توانند بر این

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

پارامترها تأثیرگذار باشند (John, 2007). در مطالعه حاضر، میزان آلبومین در خون ماهیان تغذیه شده با جیره کنترل منفی و جیره حاوی گراسیلاریا ۶٪ به ترتیب، بیشتر و کمتر از سایر تیمارها بود. همچنین، با افزایش درصد جلبک گراسیلاریا در جیره‌های آزمایشی، میزان آلبومین، پروتئین کل، تری گلیسیرید و کلسترول افزایش یافت. افزایش میزان آلبومین در تیمار گراسیلاریا ۹٪ در مقایسه با دو تیمار ۳٪ و ۶٪ نشان دهنده تقویت سیستم ایمنی غیر اختصاصی در ماهیان این گروه نسبت به دو گروه دیگر است. همچنین، سطح کلسترول در سرم خون ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی جلبک گراسیلاریا در سطح ۳ ٪، کمتر از سایر تیمارها بود در حالیکه میزان کلسترول در تیمارهای تغذیه شده با جیره کنترل منفی و گراسیلاریا ۹٪ بیشتر از سایر تیمارها بود. میزان تری گلیسیرید سرم خون در ماهیان تغذیه شده با جیره کنترل منفی و گراسیلاریا ۹٪ بیشترین و در تیمار تغذیه شده با گراسیلاریا ۳٪، کمترین بود. با توجه به اینکه در همه جیره‌های آزمایشی مطالعه حاضر، از روغن ماهی و روغن سویا به نسبت مساوی استفاده شد، تفاوتها نشان دهنده تاثیر جلبک گراسیلاریا بر سطح کلسترول و تری گلیسیرید سرم خون ماهی باس دریایی آسیایی است که احتمالاً این نتایج می‌تواند به ترکیبات طبیعی موجود در ماکروجلبک‌ها مرتبط باشد. از جمله می‌توان به کاراژینان اشاره کرد که یکی از ترکیبات معمول استخراج شده از جلبک‌های قرمز بوده و به منظور کاهش سطح کلسترول خون در انسان نیز تجویز می‌شود (Panlasigui *et al*., 2003). نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه روی فلاندر ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) تغذیه شده با سطوح ۳، ۶ و ۹٪ جلبک قرمز *Eucheuma denticulatum* مطابقت دارد (Ragaza *et al*., 2015). چنین روندی در ماهیان تغذیه شده با میکروجلبک‌ها نیز مشاهده شده است. کاهش سطح کلسترول و تری گلیسیرید در سرم خون فلاندر ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) تغذیه شده با میکروجلبک کلرلا در سطوح ۲ و ۴٪ نیز گواه این موضوع است (Kim *et al*., 2002). نتایج مطالعات سلیقه زاده و همکاران (۱۳۹۳) روی ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) تغذیه شده با سطوح ۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد با جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) نشان داد که پارامترهای خونی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی تحت تأثیر مکمل تغذیه‌ای اسپیرولینا قرار نگرفته است، اگرچه استفاده از این میکروجلبک به میزان ۱۰ درصد در جیره غذایی می‌تواند موجب بهبود پارامترهای خونی، ایمنی و بیوشیمیایی سرم خون شود. برخلاف نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، استفاده از جلبک قرمز *Gracilaria lemaneiformis* در جیره غذایی میگوی وانامی در سطوح ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ درصد تأثیر معناداری بر کلسترول، تری گلیسیرید و پروتئین کل نداشت (Yu *et al*., 2016). بطور کلی تحقیقات نشان داده است که عوامل متعددی می‌توانند بر پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون تأثیرگذار باشند. میزان شاخص های بیوشیمیایی سرم خون در گونه‌های مختلف ماهیان با یکدیگر متفاوت بوده و میزان آنها تحت تأثیر عوامل مختلف از قبیل مواد غذایی، شرایط محیطی، سن، بیماری و سایر عوامل تغییر می‌کنند (محمد نژاد شموشکی و همکاران، ۱۳۹۰).

از یافته‌های مطالعه حاضر چنین بر می‌آید که جایگزینی آرد ماهی با ماکروجلبک قرمز گراسیلاریا در ماهی باس دریایی آسیایی بر شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم خون تأثیر منفی نداشته است. با این حال جلبک گراسیلاریا تأثیر مثبتی بر عملکرد رشد داشت و موجب افزایش نرخ رشد ویژه و همچنین بهبود میزان رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی و وزن نهایی شد. با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد مناسب ترین میزان تحریک سیستم ایمنی که زمینه رشد بهینه موجود را فراهم می سازد با جایگزینی آرد ماهی با جلبک گراسیلاریا در سطح ۶٪ حاصل خواهد شد که می تواند سبب بهبود برخی شاخص‌های رشد و خون شناسی و بیوشیمیایی سرم ماهی باس دریایی آسیایی گردد.

منابع

ایمان پور، م.ر.، سلاقی، ز.، روحی، ز.، بیک زاده، آ. و داودی پور، ع.ا.، ۱۳۹۴. اثر مکمل گیاهی سنگروویت بر رشد، پارامترهای بیوشیمیایی خون،

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

بازماندگی و مقاومت در برابر تنش شوری بچه ماهیان کپور معمولی(*Cyprinus carpio*) . مجله علمی شیلات ایران، ۲۴ (۳): ۲۳-۱۳.

چله مال دزفول‌نژاد، م.، جهانگیری‌زاده، م.، مصباح، م. و جواهری بابلی، م.، ۱۳۹۱. تأثیر تغذیه با اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) بر فاکتورهای خونی و سیستم ایمنی در ماهی پنگوسی (*Pangasius hypophtalamus*). فصلنامه محیط زیست جانوری، 4 (2): 34-25.

ربیعی، ر.، اسدی، م.، نژاد ستاری، ط.، مجد، ا. و سهرابی پور، ج.، ۱۳۸۴. بررسی تنوع گونه‌ای جلبک‌ها در رویشگاه جلبک قرمز *Gracilaria salicornia* در سواحل قشم. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، ۶۶: ۹۲-۸۵.

زمان‌نژاد، ن.، عمادی، ح. و حسین‌زاده صحافی، ا.، ۱۳۹۴. بررسی اثر تغذیه‌ای جلبک (*Sargassum illicifolium*) بر تغییرات سطوح ایمونوگلوبولین (IgM) و لیزوزیم در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*). مجله پژوهش علوم و فنون دریایی، ۱۰ (۴):

سلیقه زاده، ر.، یاوری، و.، موسوی، س. م. و ذاکری، م.، ۱۳۹۳. اثر مکمل غذایی جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) بر برخی از فاکتورشاخصهای خونی، ایمنی و بیوشیمیایی سرم ماهی بنی *Mesopotamichthys sharpeyi*. مجله دامپزشکی ایران، ۱۰ (۲): ۴۶-۴۰.

قرنجینک، ب.م.، ۱۳۸۹. اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج فارس و دریای عمان. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۷۰ صفحه.

قرنجیک، ب.م.، واین، م.، بنگمی، خ.، خواجه، س.، کیانمهر، ه. و حسینی، م. ر.، ۱۳۹۰. مطالعه توده زنده جلبک‌های قرمز دارویی در محدوده بین جزر و مدی ساحل چابهار. مجله علمی شیلات ایران، ۲۰ (۳): ۱۱۴- ۱۰۳.

محمد نژاد شموشکی، م.، رسولی، ب. و خلیلی، م.، ۱۳۹۰. تأثیر جیره‌های غذایی مختلف بر برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی پنگوسی (*Pangasius hypophthalmus*). مجله آبزیان و شیلات، ۲ (۶): ۴۳-۳۷.

Abdel Tawwab, M., Mohammad, H., Ahmad Yasser, M. and Abdel, H., 2008. Use of Spirulina (*Arthrospira Platensis*) as agrowth and immunity of *Promoter niloticus* (L) fry challenged with pathogenic *Aeromonas hydrophila*. Paper presented at the 8th International Symposium on Tilapia in Aquacalture Cairo, Egypt, 12-14 October 2008.

Abdelghany, A.E. and Ahmad, M.H., 2002. Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. Aquaculture Research, 33:415-423 .DOI: 10.1046/j.1365-2109.2002.00689.x.

Andrews, S.R., Sahu, N.P., Pal, A.K., Mukherjee, S.C. and Kumar, S., 2011. Yeast extract, brewer's yeast and spirulina in diets for *Labeo rohita* fingerlings affect haemato-immunological responses and survival following *Aeromonas hydrophila* challenge. Research in Veterinary Science, 91:103-109. DOI: 10.1016/j.rvsc.2010.08.009.

AOAC, 2005. Official methods of analysis (17th ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.

Appler, H.N., 1985. Evaluation of *Hydrodictyon reticulatum* as protein

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

source in feeds for *Oreocromis* (Tilapia) *niloticus* and *Tilapia zillii*. Journal of Fish Biology, 27:327-334. Doi:10.1111/j.1095-8649.1985.tb04034.x/abstract

Barros, M. M., Lim, C. and Klesius, P. H., 2002. Effect of iron supplementation to Cottonseed meal diets on growth performance of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Journal of Applied Aquaculture, 10: 65-86. Doi: abs/10.1300/J028v10n01_07.

Blaxhall, P. C. and Daisley, K. W., 1973. Routine hematological methods for use fish with blood. Journal of Fish Biology, 5: 771-781. Doi: 10.1111/j.1095-8649.1973.tb04510.x.

Brinker, A., 2009. Improving the mechanical characteristics of faecal waste in rainbow trout: the influence of fish size and treatment with a non-starch polysaccharide (guar gum). Aquaculture Nutrition, 15: 229-240. Doi: 10.1111/j.1365-2095.2008.00587.x.

Burtin, P., 2003. Nutritional value of seaweeds. Electronic Journal of Environmental Agricultural and Food Chemistry, 2: 498-503. **DOI**: 10.4236/as.2016.77047.

Drobkin, D.R., 1945. Crystallographic and optical properties of human hemoglobin: A proposal for the standardization of hemoglobin. American Journal of the Medical Science, 209:268-270.

Ferraz de Arruda, L., Borghesi, R. and Oetterer, M., 2007. Use of Fish Waste as Silage - A Review. Brazilian Archives of Biology and Technology, 50 (5): 879-886. Doi: 10.1590/S1516-89132007000500016.

Glencross, B., 2006. The nutritional management of barramundi, *Lates calcarifer* – a review. Aquaculture Nutrition, 12:291-309. Doi: 10.1111/j.1365-2095.2006.00410.x.

Güroy, D., Güroy, B., Merrifield, D.L., Ergün, S., Tekinay, A.A. and Yiğit, M., 2011. Effect of dietary Ulva and Spirulina on weight loss and body composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), during a starvation period. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 95: 320-327. Doi: 10.1111/j.1439-0396.2010.01057.x.

Hasan, M.R. and Chakrabarti, R., 2009. Use of Algae and Aquatic Macrophytes as Feed in Small-Scale Aquaculture: A Review. Food and Agriculture Organization of the United.

James, R., Sampath, K., Nagarajan, R., Vellaisamy, P. and Manikandan, M.M., 2009. Effect of dietary Spirulina on reduction of copper toxicity and improvement of growth, blood parameters and phosphatases in carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton, 1822). Indian Journal of Experimental Biology, 47: 754-759.

John, P.J., 2007. Alteration of certain blood parameters of freshwater teleost *Mystus vittatus* after chronic exposure to Metasystox and Sevin. Fish Physiology Biochemistry, 33:15-20. Doi: 10.1007/s10695-006-9112-7.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

Kim, K.W., Bai, S.C., Koo, J.W. and Wang, X., 2002. Effects of dietary *Chlorella ellipsoidea* supplementation on growth, blood characteristics, and whole-body composition in juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Journal of World Aquaculture Society, 33: 425-431. Doi: 10.1111/j.1749-7345.2002.tb00021.x.

Kim, S.S., Rahimnejad, S., Kim, K.W. and 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: 197-204. Doi: 10.4194/1303-2712-v13_2_01.

Leary, D.F. and Lovell, R.T., 1975. Value of fiber in production type diets for channel catfish. Transactions of American Fisheries Society, 104: 328-332. Doi: 10.1577/1548-8659(1975)104<328: VOFIPD>2.0.

Magruder, W.H., 1988. Sargassum (Phaeophyta, Fucales, Sargassaceae) in the Hawaiian Islands. In: Abbott, I.A. (ed) Taxonomy of Economic Seaweeds, Vol 2. California Sea Grant College Program, California, USA. pp65-87.

Marcouli, P. A., Alexis, M. N., Andriopoulou, A. and Georgudaki, J., 2006. Dietary lysine requirement of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Nutrition, 12: 25-33. Doi:10.1111/j.1365-2095.2006.00378.x

Nakagawa, H., Montgomery, W. L., 2007. Algae. In: Nakagawa, H., Sato, M., Gatlin III D. M., (eds) Dietary Supplements for the Health and Quality of Cultured Fish, Cabi International, Cambridge, USA, pp133-167.

Panlasigui, L.N., Baello, O.Q., Dimatangal, J.M. and Dumelod, B.D., 2003. Blood cholesterol and lipid-lowering effects of carrageenan on human volunteers. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 12: 209-214.

Pereira, R., Valente, L.M.P., Sousa-Pinto, I. and Rema, P., 2012. Apparent nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Algal Research, 1: 77-82. Doi: 10.1016/j.algal.2012.04. 002.

Ragaza, J.A., Koshio, S., Mamauag, R. E., Ishikawa, M., Yokoyama, S. and Villamor, S. S., 2015. Dietary supplemental effects of red seaweed *Eucheuma denticulatum* on growth performance, carcass composition and blood chemistry of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture Research, 46 (3): 647-657. Doi:10.1111/are.12211.

Rehulka, J., 2000. Influence of astaxanthin on growth rate, condition and some blood indices of rainbow trout. Aquaculture, 190: 27-47. **Doi**: 10.1016/S0044-8486(00)00383-5.

Sakai, M., 1999. Current research status of fish immunistimulants. Aquaculture, 172: 63- 92. **Doi**: 10.1016/S0044-8486(98)00436-0.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

Shapawi, R., Zamry, A.A., 2016. Response of Asian seabass, *Lates calcarifer* juvenile fed with different seaweed-based diets. Journal of Applied Animal Research, 44 (1): 121-125. Doi: abs/10.1080/09712119.2015.1021805.

Soler-Vila, A., Coughlan, S., Guiry, M.D. and Kraan, S., 2009. The red alga *Porphyra dioica* as a fish-feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects on growth, feed efficiency, and carcass composition. Journal of Applied Phycology, 21:617-624. Doi: 10.1007/s10811-009-9423-z.

Wassef, E. A., Elmasry, M. H. and Mikhail, F. R., 2001. Growth enhancement and muscle structure of striped mullet, *Mugil cephalus* L., fingerlings by feeding algal meal-based diets. Aquaculture Research, 32: 315-322. Doi: 10.1046/j.1355-557x.2001.00043.x.

Webb, M. A. H., Allert, J. A., Kappenman, K. M., Marcos, J., Feist, G. W., Schreck, C. B. and Shackleton, C. H., 2007. Identification of plasma glucocorticoids in pallid sturgeon in response to stress. General and Comparative Endocrinology, 154: 98-104. Doi: 10.1016/j.ygcen.2007.06.002.

Yu, Y.Y., Chen, W.D., Liu, Y-J., Ming Chen, J. N. and Tian, L. X., 2016. Effect of different dietary levels of *Gracilaria lemaneiformis* dry power on growth performance, hematological parameters and intestinal structure of juvenile Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture, 450: 356-362. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.07.037.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

Effect of partial substitution of fishmeal by red algae *Gracilaria pygmaea* on the growth performance, hematology and serum biochemistry parameters of Asian Seabass *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)

Farhoudi A.[1]; Sourinejad I.[1, 5*]; Nafisi Bahabadi M.[2]; Sajjadi M.M.[3]; Salarzadeh A.R.[4]

[*]sourinejad@hormozgan.ac.ir

1. Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
2. Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Persian Gulf, Boushehr, Iran
3. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Somee Sara, Iran.
4. Department of Fisheries, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Bandar Abbas, Iran.
5. Department of Modern Technologies, Mangrove Forest Research Center, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.5.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113524]

Abstract

Effects of dietary supplementation of red macroalgae *Gracilaria pygmea* on the growth performance, hematology and serum biochemistry parameters of Asian Seabass *Lates calcarifer* with initial fish weight of 28±5.9 g were investigated in a 6-week experiment. The experimental diets were composed of the positive control diet (containing fishmeal), the negative control diet (containing fishmeal-soy protein) and three diets which supplemented with varying leves of red algae (3, 6 and 9%). Results indicated that daily growth rate, feed conversion ratio and final weight of fish not only were not negatively affected by different substitution levels of red algae, but also the final weight of fish fed the diet containing 6% red algae was higher than the other experimental diets. Condition factor of the negative control group and the specific growth rate of the treatment containing 6% red algae were significantly higher than those of the other experimental diets ($P<0.05$). Results of hemoglobin, hematocrit, White Blood Cell (WBC) count and WBC differential count were not significantly different among various treatments ($P>0.05$). Among the examined serum biochemistry parameters of Asian Seabass, only glucose was not significantly affected by various dietary treatments ($P>0.05$). The cholesterol levels of the negative control group and fish fed the diet containing 9% red algae were similar with each other and were significantly higher than the other treatments ($P<0.05$). The lowest level of albumin was observed in the treatment containing 6% red algae, whearese the lowest amounts of total protein, triglyceride and cholesterol were observed in the treatment containing 3% red algae. Overall, it seems that partial substitution of expensive fishmeal by red algae *Gracilaria pygmaea* in the diet of carnivorous Asian Seabass exerted no negative effects on the growth and immunity parameters. Moreover, some growth parameters, hematological and serum biochemical parameters of blood were improved by the diet containing 6% red algae.

Keywords: Asian Seabass *Lates calcarifer*, *Gracilaria* algae, Diet, Specific growth rate, Innate immunity

[*]Corresponding author