1032-AMIWR2019

اثرات جایگزینی نسبی ماکروجلبک دریائی با پودر ماهی بر عملکرد رشد و پاسخ های فیزیولوزیک ماهی سی باس آسیایی (*Lates calcarifer*)

وحید مرشدی[a]، محمود نفیسی بهابادی[ab]، مریم عضدی[a]، نرجس تنگستانی[b]، ابراهیم ستوده[b]، محمود حافظیه[c]

a پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

b دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

c موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، ایران

چکیده

یک پژوهش ۴۰ روزه، اثرات جایگزینی پودر ماهی با ماکروجلبک گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*) بر عملکرد رشد و تغذیه، لاشه، شاخص‌های خونی و ایمنی و فعالیت آنزیم های گوارشی در ماهی سی باس آسیایی (*Lates calcarifer*) با وزن اولیه ۵/۹±۲۸ گرم و در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار بررسی گردید. جیره‌های آزمایشی شامل دو جیره کنترل مثبت (پودر ماهی) و منفی (پودر ماهی-پودر سویا) و سه جیره حاوی جلبک گراسیلاریا با جایگزینی در سطوح ۳، ۶ و ۹ درصد بود. نتایج نشان داد استفاده از سطوح متفاوت جلبک گراسیلاریا در جیره غذایی سی باس آسیایی بر عملکرد رشد و تغذیه شامل نرخ رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین و وزن نهایی تأثیر معناداری از نظر آماری ندارد (P>۰/۰۵). در بین تیمارهای مختلف از نظر میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر لاشه اختلاف معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). لیزوزیم سرم، فعالیت کمپلمان، ایمنوگلوبولین کل و پروتئین کل در تیمار تغذیه شده با ماکروجلبک ۹٪ کاهش یافت (P<۰/۰۵).در بین شاخص‌های بیوشیمیایی سرم ماهی سی باس آسیایی گلوکز و آلبومین تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارهای مختلف نشان نداد (P>۰/۰۵). افزایش سطوح جایگزینی جلبک میزان تری گلیسرید و کلسترول را در مقایسه با گروه شاهد کاهش داد (P>۰/۰۵). سطوح جایگزینی جلبک فعالیت پروتئاز کل و آمیلاز روده را تحت تاثیر قرار نداد (P>۰/۰۵). با این حال فعالیت لیپاز روده در تیمار تغذیه شده با گراسیلاریا ۶٪ بیشتر از سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). در مجموع، با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که استفاده از ماکروجلبک گراسیلاریا تا حد ۳ درصد در جیره غذایی ماهی سی باس آسیایی تأثیر منفی بر شاخص‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر نداشت.

لغات کلیدی: ماهی سی باس آسیایی، ماکروجلبک جیره، جایگزینی پودر ماهی، سیستم ایمنی

مقدمه:

پیش بینی های انجام شده در سال ۲۰۰۸ بر این نکته اذعان داشت که به دلیل استقبال بسیاری از کشورها از آبزی پروری، افزایش تولید میگو، ماهیان دریایی و آب شیرین با استفاده از غذای فرموله شده، تقاضای جهانی جهت استفاده از پودر ماهی تا سال ۲۰۲۰ به طور تصاعدی افزایش خواهد یافت. با توجه به شرایط موجود و افزایش تقاضا و کاهش عرضه پودر ماهی، در یک دوره طولانی مدت، بدون تردید درصد بکارگیری پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان کاهش خواهد یافت. بر طبق برآوردهای IFFOبه دلیل کاهش ذخایر، در دهه های آینده پودر ماهی کالایی لوکس تلقی خواهد شد که در سطح حداقل و تا حد برآوردن احتیاجات غذایی گونه های ارزشمند که پروتئین و انرژی بخش اصلی مواد غذایی آنها را تشکیل می دهد در دوره استارتر و مولدسازی مورد استفاده قرارخواهد گرفت .(Jackson, 2007)

ماکرو و میکروجلبک‌ها به عنوان مکمل‌های غذایی به منظور افزایش سلامتی و عملکرد تغذیه‌ای بسیاری از گونه‌های ماهیان پرورشی استفاده می‌شوند (Güroy *et al*., 2011). ماکروجلبک‌ها در مقایسه با میکروجلبک‌ها پروتئین کمتری دارند، با این حال به لحاظ بهبود رشد، سوخت و ساز چربی‌ها و بهبود کیفیت گوشت قابل توجه بوده (Wassef *et al*., 2001) و 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، مصرف غذا، عملکرد کبد، متابولیسم چربی، فعالیت‌های فیزیولوژیک، پاسخ‌های استرس، مقاومت در برابر بیماری و کیفیت گوشت در جیره‌های حاوی ۵-۱٪ جلبک گزارش شده است (Nakagawa and Montgomery, 2007).

با وجود مشکلات ذکر شده در تامین پودر ماهی، یکی از مشکلات اساسی در آبزی پروری یافتن جایگزین های مناسب برای این ماده گران قیمت می باشد. درنتیجه تحقیق حاضر بدنبال بررسی امکان جایگزینی نسبی جلبک قرمز دریایی گراسیلاریا (*Gracilaria pygmaea*) در جیره غذایی ماهی سی باس آسیایی می‌باشد و بر آن است که با بکارگیری پودر جلبک گراسیلاریا در جیره، هم میزان استفاده از پودر ماهی و در نتیجه قیمت غذای تولید شده کم شده و هم با وجود مواد آلی، رنگ دانه ها، ویتامین ها و مواد معدنی سرشار جلبک ها، اثر آنها بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی و ایمنی سرم خون مشخص شود.

مواد و روش ها

محل اجرای این تحقیق، پژوهشکده خلیج فارس واقع در دانشگاه خلیج فارس بوشهر بود. در شروع دوره ی ۴۰ روزه‌ی آزمایش، تعداد ۱۵۰ قطعه ماهی با میانگین وزن اولیه ۱/۵ ± ۲۸ گرم در یک طرح کاملاً تصادفی بین ۱۵ تانک فایبر گلاس مدور ۳۰۰ لیتری که به صورت کاملاً تصادفی بین تیمارها توزیع شد. جلبک استفاده شده در این آزمایش یک گونه از جلبک های دریایی اقتصادی شناسایی شده در کشور که از منطقه جمع آوری و پس از شستشو پودر جلبک را در درصد های مختلف در جیره جایگزین پودر ماهی شد بدین صورت که تیمار اول با جیره حاوی ۳٪ جلبک به جای پودر ماهی، تیماردوم با جیره حاوی ۶٪ جلبک به جای پودر ماهی، تیمار سوم با جیره حاوی ۹٪ جلبک به جای پودر ماهی، تیمار چهارم ،کنترل مثبت (فاقد پودر سویا) و تیمار پنجم کنترل منفی (پودر ماهی و پودر سویا) که فاقد جلبک بودند تهیه شد. اقلام مختلف غذایی (جدول ۱) را مخلوط و در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون خشک و بعد از ۲۴ ساعت، غذا را خرد و برای استفاده ماهیان در یخچال نگهداری شدند.

جدول۱) اجزا و ترکیب هر یک از جیره های آزمایشی مورد استفاده در تغذیه ماهی سی باس آسیایی

ترکیبات جیره‌های آزمایشی(درصد)	تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم	تیمار پنجم
آرد ماهی	۴۱	۳۸	۳۵	۵۴	۴۴
آرد سویا	۱۵	۱۶/۳۵	۱۹/۳۰	۰	۱۴/۳۰
گلوتن گندم	۱۲	۱۲	۱۲	۱۱/۹	۱۱/۹
آرد گندم	۴/۲۰	۲,۵	۰	۱۰	۵/۳۵
روغن ماهی	۶/۸۰	۶/۸۰	۶/۸۰	۶/۲۵	۶/۷
روغن سویا	۶/۸۰	۶/۸۰	۶/۸۰	۶/۲۵	۶/۷
پودرماکروجلبک گراسیلاریا	۳/۰۰	۶/۰۰	۹/۰۰	۰	۰
مخلوط ویتامین	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
مخلوط مواد معدنی	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
پودر اسکوئید	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
آنتی اکسیدان	۲	۲	۲	۲	۲

ژلاتین	۵	۵	۵	۵	۵

(تیماراول: ۳٪ پودر ماهی، تیمار دوم: ۶٪ پودر ماهی، تیمار سوم: ۹٪ پودر ماهی، تیمار چهارم: کنترل مثبت، تیمار پنجم: کنترل منفی)

زیست‌سنجی طول و وزن ماهیان در روزهای شروع آزمایش، وسط و پایان آزمایش صورت گرفت. در طول آزمایش شاخص‌های رشد و تغذیه با استفاده از فرمول های زیر تعیین شد (Marcouli *et al*., 2006; Abdelghany and Ahmad, 2002):

تعداد روزهای پرورش/۱۰۰×(lnوزن اولیه بدن - lnوزن نهایی بدن)= نرخ رشد ویژه

^{3}(میانگین طول نهایی بدن)/۱۰۰×میانگین وزن نهایی بدن= شاخص وضعیت

پروتئین مصرف شده/افزایش وزن=بازده پروتئین

افزایش وزن/غذای مصرف شده= ضریب تبدیل غذایی

به منظور سنجش و بررسی پاسخ ایمنی در پایان آزمایش نمونه‌برداری به عمل آمد. نمونه‌های خونی از سیاهرگ دمی واقع در انتهای باله مخرجی و با استفاده از سرنگ ۲ سی‌سی گرفته شد و به منظور مطالعات خون‌شناسی به تیوب‌های آغشته به هپارین به آزمایشگاه بخش هماتولوژی دانشگاه خلیج فارس بوشهر منتقل گردید و بلافاصله فاکتورهای خونی شامل مقادیر گلبول‌های قرمز و سفید به وسیله لام هموسیتومتر نئوبار، هموگلوبین با روش Blaxhall و Daisley (۱۹۸۳) و به وسیله کیت مخصوص شرکت پارس آزمون و با طول موج ۵۴۰ نانومتر در دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل RA-1000، شرکت Technicon، ساخت آمریکا) و درصد هماتوکریت با سانتریفیوژ میکروهماتوکریت اندازه‌گیری شد.

فعالیت لیزوزیم سرم بر اساس روش Kim و Austin (۲۰۰۶) و بر مبنای لیز باکتری گرم مثبت حساس به آنزیم لیزوزیم یعنی میکروکوکوس *لیزودیکتکوس* اندازه‌گیری شد. فعالیت راه جایگزین کمپلمان با استفاده از همولیز گلبول‌های قرمز خرگوش (RaRBC) و به کمک روش Waley و Notth (۱۹۹۷)،Boesen و همکاران (۱۹۹۹) اندازه‌گیری شد. مقادیر ایمونوگلبوبین سرم توسط روش Bradford protein assay اندازه گیری شد (Siwicki et al., 2004).

برای سنجش فعالیت آنزیم های گوارشی در پایان آزمایش از هر تکرار تعداد ۳ قطعه ماهی به طور تصادفی انتخاب و در روی یخ و تحت شرایط استریل روده این ماهیان جدا و به فریزر ۸۰- درجه سانتی گراد منتقل شد. سنجش فعالیت آنزیم پروتئاز با استفاده از محلول سوبسترا آزوکازئین ۱/۵٪ در ۵۰ میلی مولار بافر Tris/Hcl در۷/۵ = pH صورت پذیرفت (Garcia-carreno et al,1993). فعالیت لیپازی با استفاده از هیدرولیز p-nitrophenylemyristate و به طریق اسپکتروفتومتری گردید (Iijima, 1998). فعالیت آنزیم آمیلاز براساس روش Bernfeld (۱۹۹۵) و با استفاده از سوبسترای نشاسته سنجش گردید. نشاسته تحت تأثیر آنزیم تجزیه شده و تولید مالتوز می نماید که از طریق رنگ سنجی و تغییر شدت رنگ در معرف دی نیترو سالیسیلیک اسید قابل سنجش می باشد (Worthington, 1991). سنجش پروتئین یکی از مهمترین پروسه های سنجش آنزیمی است و به نتایج حاصل از آن جهت استفاده در فرمول نهایی سنجش آنزیم های گوارشی نیاز داریم. برای سنجش مقدار پروتئین نمونه ها

از روش Bradford (۱۹۷۶) استفاده گردید. در این روش از آلبومین سرم گاوی استفاده گردید. بدین منظور منحنی استاندارد آلبومین سرم گاوی رسم می گردد و بر اساس آن مقادیر پروتئین نمونه به دست آمد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۵) تحت سیستم عامل Windows انجام گرفت. از آزمون Kolmogrov-Smirnov به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آزمون لیون برای تعیین برابری واریانس‌ها استفاده شد. تفاوت-های احتمالی بین تیمارها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و پس آزمون Tukey بررسی شد. در همه آزمون-های آماری سطح معنی‌داری ۹۵ درصد در نظر گرفته شد.

جدول ۲: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد ماهی سی باس آسیایی تغذیه شده با سطوح مختلف جلبک قرمز گراسیلاریا

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

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف از میانگین بیان شده‌اند. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (P<۰/۰۵).

جدول ۳: مقایسه میانگین شاخص‌های ایمنی ماهی سی باس آسیایی تغذیه شده با سطوح مختلف جلبک قرمز گراسیلاریا

شاخص‌های خونی / جیره‌های آزمایشی	فعالیت کمپلمان (درصد)	لیزوزیم (گرم در دسی‌لیتر)	ایمنوگلوبولین (درصد)
کنترل مثبت	۸/۳۳±۱/۲۵ a	۱۶/۱۲±۱/۸۱ a	۲۶±۳ a
کنترل منفی	۸/۱۶±۰/۷۶ a	۱۶/۰۸±۱/۸۹ a	۲۷/۳۳±۲/۰۸ a
گراسیلاریا ۳٪	۷/۶۶±۰/۷۶ a	۱۷/۲۵±۰/۶۵ a	۳۱/۳۳±۴/۵ a
گراسیلاریا ۶٪	۸/۵±۰/۵ a	۲۴/۵±۷/۰۵ a	۲۸/۳۳±۳/۰۵ a
گراسیلاریا ۹٪	۹/۱±۰/۷۶ a	۲۴/۸۳±۸/۸۰ a	۲۹/۳۳±۳/۰۵ a

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف از میانگین بیان شده‌اند. حروف مشابه در یک ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی-دار بین میانگین‌هاست (P>۰/۰۵).

جدول ۴: مقایسه میانگین شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی سی باس آسیایی تغذیه شده با سطوح مختلف جلبک قرمز گراسیلاریا

شاخص‌های بیوشیمیایی خون جیره‌های آزمایشی	آلبومین (mg/dl)	پروتئین کل	تری گلیسیرید (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	گلوکز (mg/dl)
کنترل مثبت	۱/۹۰±۰/۱۰ abc	۳/۴۰±۰/۱۰ b	۶۷/۶۶±۲/۵۱ cd	۲۸۷±۳ bc	۶۴/۳۳±۱۴/۵
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±۳/۶۰ d	۲۷۱/۶۶±۱۳/۶۵ c	۶۲/۶۶±۵/۵
گراسیلاریا ٪۶	۱/۷۶±۰/۱۵ c	۳/۴۰±۰/۱۰ b	۷۳±۵/۲۹ c	۲۹۷±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±۱۲/۱۲ a	۷۷/۳۳±۸/۰۲

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف از میانگین بیان شده‌اند. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست ($P<۰/۰۵$).

جدول ۵: مقایسه میانگین فعالیت آنزیم گوارشی ماهی سی باس آسیایی تغذیه شده با سطوح مختلف جلبک قرمز گراسیلاریا

جیره‌های آزمایشی	پروتئاز	لیپاز	آمیلاز
کنترل مثبت	۸/۳۳±۱/۲۵ a	۱/۱۲±۱/۸۱ a	۶±۳ a
کنترل منفی	۸/۱۶±۰/۷۶ a	۱/۰۸±۱/۸۹ a	۷/۳۳±۲/۰۸ a
گراسیلاریا ٪۳	۷/۶۶±۰/۷۶ a	۱/۲۵±۰/۶۵ a	۳/۳۳±۴/۵ a
گراسیلاریا ٪۶	۸/۵±۰/۵ a	۴/۵±۷/۰۵ a	۸/۳۳±۳/۰۵ a
گراسیلاریا ٪۹	۹/۱±۰/۷۶ a	۲/۸۳±۸/۸۰ a	۹/۳۳±۳/۰۵ a

نتایج و بحث

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 ٪۳ بیشتر و ضریب تبدیل غذایی کمتر بود، اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. پائین بودن ضریب تبدیل غذایی، بالا بودن نرخ رشد ویژه و وزن نهایی در تیمار تغذیه شده با جیره حاوی گراسیلاریا ٪۳ در مقایسه با سایر تیمارها، بیانگر نقش مثبت جلبک *Gracilaria pygmea* و سطح مناسب آن در بهبود عملکرد رشد ماهی است. در مطالعه‌ای که روی قزل آلای رنگین کمان انجام شد، با جایگزینی جلبک قرمز *Porphyra dioica* در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد، شاخص رشد اختلاف معنی‌داری را بین گروه‌های مختلف آزمایشی نشان ندادند (Soler-vira *et al*., 2009). در مطالعه دیگر روی سی باس 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). اما در تحقیقی که روی 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). در اکثر مطالعات صورت گرفته، جایگزینی ماکروجلبک در سطوح ۱۰-۵ درصد نقشی مشابه مکمل داشته و در سطوح بالاتر از این مقدار، به طور قابل توجهی روی عملکرد رشد تأثیر داشته است (Pereira *et al*., 2012)؛ به گونه‌ای‌که در سطوح بالاتر میزان رشد کاهش می‌یابد و این روند در مطالعات گوناگون از جمله Hasan و Chakrabarti (۲۰۰۹) گزارش شده و علت

آن 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).

پارامترهای خونی به عنوان شاخصی برای تعیین وضعیت سلامتی آبزی هستند، بنابراین برای مقایسه تأثیر رژیم‌های غذایی متفاوت بر سلامتی بدن می‌توان شاخص‌های خونی را مورد بررسی قرار داد (محمودی و همکاران، ۱۳۸۹). در تحقیق حاضر، افزایش سطح گراسیلاریا در جیره غذایی در ماهی سی باس آسیایی، اختلاف معنی‌داری در پارامترهای بیوشیمیایی خون شامل گلوکز و آلبومین ایجاد نکرد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج James و همکاران (۲۰۰۹) و Andrews و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. در مطالعات مذکور نیز، افزایش سطح میکروجلبک اسپیرولینا در جیره غذایی، اختلاف معنی‌داری را در پارامترهای خونی ایجاد نکرد. با این حال، افزایش سطوح جایگزینی جلبک میزان تری گلیسرید و کلسترول را در مقایسه با گروه شاهد کاهش داد. 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 سی باس آسیایی است که احتمالا این نتایج می‌تواند به ترکیبات طبیعی موجود در ماکروجلبک‌ها مرتبط باشد. از جمله می‌توان به کارآژینان 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). ترکیب Dimethyl-ß-propiothetin که اغلب از ماکروجلبک سبز *Ulva* spp قابل استخراج است، از جمله عوامل کاهنده سطح تری گلیسیرید در سرم خون کپور معمولی گزارش شده است (Nakajima, 1991).

میزان لیزوزیم، فعالیت کمپلمان، ایمنوگلوبولین کل و پروتئین کل با افزایش درصد جایگزینی جلبک گراسیلاریا، در مقایسه با گروه شاهد کاهش می‌یابد. اگرچه برخلاف تحقیق حاضر تحقیقات زمان‌نژاد و همکاران (۱۳۹۴) روی استفاده از جلبک سارگاسوم (*Sargassum illicifolium*) در سطوح ۰، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد در جیره غذایی قزل آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) نشان داد که این ماکروجلبک موجب افزایش تعداد گلبول‌های سفید، تحریک سیستم ایمنی و در نتیجه افزایش مقاومت ماهی می‌گردد. بررسی تأثیر جلبک گراسیلاریا روی پارامترهای خونی و ایمنی در این مطالعه و مقایسه آن با سایر تحقیقات مشابه داخلی و خارجی مشخص می‌کند که تفاوت و تشابه‌هایی بین نتایج مشاهده می‌شود که عوامل محیطی، شرایط آزمایش، نوع گونه ماهی، تغذیه و بسیاری عوامل دیگر می‌توانند دخیل باشند.

سطوح جایگزینی جلبک فعالیت پروتئاز کل و آمیلاز روده را تحت تاثیر قرار نداد؛ با این حال فعالیت لیپاز روده در تیمار تغذیه شده با گراسیلاریا ۶٪ بیشتر از سایر تیمارها بود و نشان می‌دهد که اضافه کردن جلبک مذکور تأثیر چندانی بر فعالیت آنزیم های گوارشی ماهیان سی باس آسیایی نداشته است. مطالعه آنزیم‌های گوارشی یک گام ضروری به سوی پی بردن به مکانیسم گوارش ماهی می‌باشد و نقش مهمی در هضم مواد غذایی برعهده داشته و آگاهی از سطح فعالیت آن‌ها می‌تواند در پی بردن به قدرت هضمی ماهیان موثر باشد. از طرف دیگر، تغییرات غذا و مکمل‌های غذایی می‌تواند بر تولید آنزیم‌های گوارشی درون‌زاد و برون‌زاد موثر باشد (Sunde et al ۲۰۰۱،). چندین عملکرد زیستی به ماکروجلبک ها نسبت داده شده که نقشهای فیزیولوژیک و مکانیسم های آن هنوز نامشخص است که از جمله آن می توان به نقش این جلبک ها در فعالیت آنزیمی اشاره کرد.

در تحقیق حاضر میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر لاشه در سی باس‌های آسیایی تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی جلبک گراسیلاریا در مقایسه با گروه‌های شاهد کمتر بود، اگرچه اختلاف معناداری بین تیمارهای مختلف دیده نشد. مطالعات صورت گرفته در زمینه ترکیب بیوشیمیایی لاشه ماهیان نشان داده اند که ممکن است تغییرات در ترکیب بیوشیمیایی لاشه به عواملی از جمله تفاوت در سن، جنس، شرایط محیطی و فصل بستگی داشته باشد اما بدون شک اختلاف اصلی در ترکیب شیمیایی ماهی را باید در ارتباط با غذای دریافتی یا تغذیه ماهی و حتی درصد و مقدار غذادهی روزانه دانست (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰).

---

[1]- Soluble Non-Starch Polysaccaride

در مجموع، با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که استفاده از ماکروجلبک گراسیلاریا تا حد ۳ درصد در جیره غذایی ماهی سی باس آسیایی تأثیر منفی بر شاخص‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر نداشت.

منابع:

چله مال دزفول‌نژاد، م.، جهانگیری‌زاده، م.، مصباح، م.، جواهری بابلی، م.، ۱۳۹۰. تأثیر تغذیه با اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) بر فاکتورهای خونی و سیستم ایمنی در ماهی پنگوسی (*Pangasius hypophtalamus*). مجله پژوهش‌های نوین دامپزشکی. سال دوم. شماره ۷. صفحه ۹-۱.

ربیعی، ر.، اسدی، م.، نژاد ستاری، ط.، مجد، ا.، سهرابی پور، ج.، ۱۳۸۶. بررسی تنوع گونه‌ای جلبک‌ها در رویشگاه جلبک قرمز *Gracilaria salicornia* در سواحل قشم. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره ۶۶. ۹۲-۸۵.

زمان‌نژاد، ن.، عمادی، ح.، 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 پژوهشی علوم و فنون دریایی، سال دهم. شماره چهارم

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

قائدنیا، ب.، میر بخش، م.، یگانه، و.، مهرابی، م. ر.، ۱۳۹۱. تأثیر غوطه‌وری در عصاره آب گرم جلبک *Sargassum glaucescens* بر بازماندگی و برخی از فاکتورهای ایمنی در میگوی سفید هندی. نشریه دامپزشکی. شماره ۹۴. صفحه ۱۰-۱.

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

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

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

محمودی، ن.، عبدی، ح.، فلاحتکار، ب.، ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف نوکلئوتید جیره بر شاخص‌های هماتولوژی و بیوشیمیایی خون بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله علوم و فنون دریایی. دوره نهم. شماره ۳. صفحه ۱۲-۴.

Abdel– Tawwab, M., Mohammad, H., Ahmad Yasser, M., Abdel, H., 2008. Use of Spirulina (*Arthrospira Platensis*) as agrowth and immunity of *Promoter niloticus* (L) fry challenged with pathogenic *Aeromonas hydrophila*. 8th International Symposium on Tilapia in Aquacalture Cairo, Egypt, p: 1015-1032.

Abdelghany, A. E., 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.

Andrews, S.R., Sahu, N.P., Pal, A.K., Mukherjee, S.C., 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.

AOAC, 2005. Official Method of Analysis 17th (end), Washington. DC: Association of Official Analytical Chemists.

Appler, H.N., 1985. Evaluation of Hydrodictyon reticulatum as protein source in feeds for *Oreocromis* (Tilapia) *niloticus* and Tilapia zillii. Journal of Fish Biology, 27: 327–334.

Barros, M. M., Lim, C., 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.

Blaxhall, P. C., Daisley, K. W., 1973. Routine hematological methods for use fish with blood. Journal of Fish Biology, 5: 771-781.

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.
Burtin, P., 2003. Nutritional value of seaweeds. Electronic Journal of Environmental Agricultural and Food Chemistry, 2: 498–503.
Dawczynski, C., Schubert, R., Jahreis, G., 2007. Amino acids, fatty acids and dietary fibres in edible seaweed products. Food Chemistry, 103: 891–899.
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., Oetterer, M., 2007. Use of Fish Waste as Silage - A Review. Brazilian Archives of Biology and Technology, 50 (5): 879-886.
Glencross, B., 2006. The nutritional management of barramundi, *Lates calcarifer* – a review. Aquaculture Nutrition, 12: 291–309.
Greenwood, P.H. 1976. A review of the family Centropomidae (Pisces, Perciformes). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.), 29: 1–81.
Güroy, D., Güroy, B., Merrifield, D.L., Ergün, S., Tekinay, A.A., 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.
Hasan, M.R., 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., 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.
Kim, K.W., Bai, S.C., Koo, J.W., 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.
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: 197-204.
Leary, D.F., Lovell, R.T., 1975. Value of fiber in production type diets for channel catfish. Transactions of American Fisheries Society, 104: 328–332.
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, La Jolla, California, pp. 65–87.
Marcouli, P. A., Alexis, M. N., Andriopoulou, A., Georgudaki, J., 2006. Dietary lysine requirement of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Nutrition, 12: 25-33.
Nakagawa, H., Montgomery, W. L., 2007. Algae. In: H. Nakagawa, M. Sato, Gatlin III D. M. (eds), Dietary Supplements for the Health and Quality of Cultured Fish. Cabi International, Cambridge, USA, pp. 133–167.
Nakajima, K., 1991. Effects of diet-supplemented dimethyl-b-propiothetin on growth and thrust power of goldfish, carp and red sea bream. Nippon Suisan Gakkaishi, 57: 673–679.
Panlasigui, L.N., Baello, O.Q., Dimatangal, J.M., 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., Rema, P., 2012. Apparent nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Algal Research, 1: 77–82.
Ragaza, J.A., Koshio, S., Mamauag, R. E., Ishikawa, M., Yokoyama, S., 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.
Rehulka, J., 2000. Influence of astaxanthin on growth rate, condition and some blood indices of rainbow trout. Aquaculture, 190: 27-47.
Sakai, M. (1999). Current research status of fish immunistimulants. Aquaculture, 172: 63- 92.
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.
Skulas-Ray, A.C., West, S.G., Davidson, M.H., Kris- Etherton, P.M., 2008. Omega-3 fatty acid concentrates in the treatment of moderate hypertriglyceridemia. Expert Opinion on Pharmacotherapy, 9: 1237–1248.

Soler-Vila, A., Coughlan, S., Guiry, M.D., 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.

Wassef, E. A., Elmasry, M. H., 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.

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

Yu, Y.Y., Chen, W.D., Liu, Y-J., Ming Chen, J. N., 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.