اثرات سطوح مختلف ماکروجلبک جیره *Gracilaria pygmea* بر برخی از پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی سیباس آسیایی (*Lates calcarifer*)

- **محسن حیدری**: گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران
- **اشکان زرگر***: گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران
- **مهدی سلطانی**: گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران
- **حسین‌علی ابراهیم‌زاده‌موسوی**: گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران
- **وحید مرشدی**: پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۸

چکیده

ازخصوصیات بارز و مهم ماکروجلبک‌ها غنی بودن ترکیبات زیست فعال مانند ویتامین‌ها، مواد معدنی، رنگدانه‌ها و پلی‌ساکاریدها است. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثرات پودر ماکروجلبک جیره (*Gracilaria pygmea*) بر برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) بود. در شروع آزمایش تعداد ۲۴۰ قطعه بچه‌ماهی به‌صورت کاملاً تصادفی بین ۱۲ مخزن فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی با سه تکرار شامل ۰ ٪، ۱/۵٪، ۲٪ و ۲/۵٪ ماکروجلبک به‌صورت افزودنی در جیره طراحی شدند. در پایان آزمایش نمونه‌های خون جهت سنجش پارامترهای بیوشیمیایی خون از ساقه دمی گرفته شد. بیش‌ترین مقدار جلبک افزودنی به غذای باس دریایی آسیایی جهت کاهش کلسترول و تری‌گلیسرید خون را غلظت ۲ درصد داشت. بیش‌ترین میزان گلبولین سرم خونی در تیمار ۲/۵ درصد بود که با گروه شاهد نیز اختلاف معنی‌داری داشته است. در نتیجه‌گیری کلی می‌توان از افزودن ۲/۵ جلبک گراسیلاریا در غذای ماهی سی‌باس آسیایی استفاده کرد بدون آن‌که تاثیر منفی روی پارامترهای بیوشیمیایی و خونی داشته باشد.

کلمات کلیدی: شاخص‌های بیوشیمیایی، ماکروجلبک دریایی، باس دریایی آسیایی، *Gracilaria pygmea*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Azargar@ut.ac.ir

(DOI): 10.22034/aej.2020.114344

مقدمه

آبزی‌پروری در امنیت غذایی و کاهش فقر جهانی نقش مهمی ایفا کرده (FAO، ۲۰۰۹). کل تولیدات جهانی آبزیان از ۱۷۱ میلیون تن (شامل۹۰/۹ میلیون تن از صید و صیادی و ۸۰ میلیون تن از پرورش) در سال ۲۰۱۶ بالاتر رفته است، بین سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۶ میانگین خروجی سالیانه مصرف غذاهای با منبع شیلاتی (۳/۲ درصد) بالاتر از رشد جمعیت (۱/۶ درصد) و بیش‌تر از گوشت همه موجودات خشکی‌زی (۲/۸ درصد) افزایش یافته است (FAO، ۲۰۱۸). مصرف سالانه آبزیان از ۹ کیلوگرم در سال ۱۹۶۱ به ۲۰/۲ کیلوگرم در سال ۲۰۱۵، با میانگین نرخ افزایش حدود ۱/۵ درصد در سال رشد داشته است (FAO، ۲۰۱۸). با پیشرفت صنعت آبزی‌پروری و تولید متراکم آن، وجود بیماری در مزارع پرورشی غیرقابل اجتناب می‌باشد. از مهم‌ترین مشکلاتی که پرورش‌دهندگان 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 است (Magnadottir، ۲۰۰۶). 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 آنتی‌بیوتیک‌ها 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 گیاه شیمی و گیاه درمانی علاقه‌مند کرده است (Makkar و همکاران، ۲۰۰۹). امروزه برای پیشگیری از بیماری‌های عفونی و غیرعفونی در صنعت آبزی‌پروری به‌جای دارو درمانی از محرک‌های ایمنی و سایر افزودنی‌ها ازجمله پودر جلبک استفاده می‌شود (Sakai، ۱۹۹۹). استفاده از جلبک‌های ماکروسکوپی به‌عنوان غذای انسان، دام، کود و هم‌چنین به‌عنوان داروهای سنتی به ۱۵۰۰ سال پیش برمی‌گردد که در مردمان ساحل‌نشین کشورهای شرق آسیا هم‌چون چین، ژاپن و کره به‌عنوان بخشی از نیازهای تغذیه‌ای روزانه‌شان کاربرد داشته است (Guiry، ۲۰۱۰). استفاده از جلبک از دو جهت قابل بررسی است، یکی تأثیر در کیفیت گوشت به‌منظور استفاده انسانی و دوم تأثیر بر آبزی در حین رشد و افزایش مقاومت موجود به شرایط نامساعد پرورشی است که به تولید پایدار کمک وافری خواهد کرد. تاکنون بررسی‌های متعددی درباره استفاده از ماکروجلبک‌های دریایی به‌عنوان مکمل و جایگزین انجام شده است (Sotoudehو Mardani، ۲۰۱۸؛تنگستانی و همکاران،۱۳۹۶؛ فرهودی و همکاران، ۱۳۹۵؛ Cruz-Suarez و همکاران، ۲۰۰۹). استفاده از پودر جلبک دریایی در غذای دام و آبزیان، اولین‌بار در سال ۱۹۶۰ در کشور نروژ بوده است که از جلبک‌های قهوه‌ای خشک و آسیاب شده در غذای آبزیان استفاده شده است. Mustafa و Nakagawa (۱۹۹۵) بعد از نروژی‌ها اهمیت ماکروجلبک‌ها را به‌عنوان اقلام غذایی در جیره ماهیان مطرح کردند. پس از آن چندین مطالعه به‌منظور استفاده از ماکروجلبک‌های دریایی (سارگاسوم، پورفیرا، اولوا، گراسیلاریا و پادینا) در جیره غذایی آبزیان انجام گرفت. تقریباً ۳۰۰ گونه ازجلبک‌های دریایی در جنوب کشور شناسایی شده است که در دسته‌های جلبک قرمز (Rhodophytes)، جلبک قهوه‌ای (Phaeophytes) و جلبک سبز (Chlorophytes) طبقه‌بندی شده‌اند (قرنجیک و همکاران، ۱۳۹۰؛ قرنجیک، ۱۳۷۹؛قرنجیک و آبکنار، ۱۳۷۹). در بین جلبک‌های دریایی، جنس *Gracilaria* به‌دلیل تولیدات بالا و عصاره‌های با ارزش اقتصادی ازجمله آگار، یکی از مهم‌ترین جلبک‌ها است. جلبک گراسیلاریا از خانواده گراسیلاریاسه Gracilariaceae و رده جلبک‌های قرمز Rhodophyta است که یکی از مفیدترین انواع جلبک های دریایی قرمز در جهان می‌باشند که در جیره غذایی ماهی و سایر آبزیان از آن استفاده شده است. علاوه بر این، گونه‌های جلبکی به‌عنوان دارو (Wen و همکاران، ۲۰۰۶) و در تهیهٔ آگار با کیفیت بالا هم استفاده می‌شوند (Praiboon و همکاران، ۲۰۰۶)، هم‌چنین این گروه از جلبک‌ها برای مصارف غذایی انسان هم استفاده می‌شوند (Fitton، ۲۰۰۶). مطالعات نشان داده است که ترکیبات فعال زیستی و یا ترکیبات ضدویروسی، قارچی و باکتریایی در این گونه جلبک وجود دارد (Banzemir و همکاران، ۲۰۰۶). سوف دریایی غول پیکر با نام علمی *Lates calcarifer*، با نام باس دریایی در آسیا (Asian seabass) و باراموندی (Barramundi) در استرالیا شناخته شده است و اولین‌بار توسط Bloch (۱۹۷۰) شناسایی شد. سی‌باس آسیایی در راسته سوف‌ماهی‌شکلان Perciformes، زیر رده Percoidei و خانواده Centropomidae طبقه‌بندی می‌شود (Glencross، ۲۰۰۶). Valente و همکاران (۲۰۰۶) تاثیر جایگزینی در غذای ماهی باس دریائی *Dicentrarchus labrax* با جلبک‌های *Ulva rigida*، *Gracilaria cornea* بررسی کردند.در مطالعه Sotoudeh و Mardani (۲۰۱۸) اثر جلبک *Gracilaria pygmea* را بر بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مطالعه کردند. از آن‌جایی که پراکنش جلبک‌های ماکروسکوپی در سواحل خلیج فارس و دریای عمان زیاد است و سرشار از پروتئین است، بنابراین می‌تواند جایگزین مناسبی به‌جای ترکیبات گران‌قیمت غذای آبزیان شود (Zheng و همکاران، ۲۰۱۲). هدف این مطالعه بررسی اثرات پودر ماکروجلبک جیره (*Gracilaria pygmea*) بر برخی ازشاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی سی‌باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۷ در پژوهشکده خلیج فارس واقع در استان بوشهر انجام گرفت. تعداد ۲۶۴ قطعه بچه‌ماهی

(DOI): 10.22034/aej.2020.114344

پرورشی قبل از شروع آزمایش به‌مدت ۱۵ روز به شرایط آزمایشگاهی و غذای کنسانتره آداپته و سپس در شروع آزمایش تعداد ۲۴۰ قطعه بچه ماهی به‌صورت کاملاً تصادفی در ۱۲ مخزن فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری تقسیم شدند. هر مخزن شامل ۲۰ قطعه بچه‌ماهی می‌باشد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ وزنی نداشتند و متوسط وزن اولیه آن‌ها ۱/۸±۲۸ گرم (براساس میانگین±انحراف از معیار) بود. در مطالعه حاضر از جیره غذایی تجاری ماهی سی‌باس آسیایی (شرکت ۲۱ بیضا، فارس) استفاده شد. در طول دوره آزمایش (۳۵ روز) غذادهی تا حد سیری و متناسب با درجه‌حرارت در دو نوبت صبح و بعدازظهر (در ساعات ۱۵-۹) صورت پذیرفت (Alwarez-Gonzalez، ۲۰۰۱). یک ساعت بعد از هر وعده غذادهی، تعداد پلت‌های خورده نشده به‌طور تقریبی شمارش شده و وزن خشک غذای خورده شده محاسبه شد. جلبک خانواده گراسیلاریا (*Gracilaria pygmea*) از سواحل استان بوشهر جمع‌آوری و پس از شستشو با آب شهری و سپس آب مقطر و خشک کردن به‌صورت پودر درآورده شد (Salehi و همکاران، ۲۰۰۵). درصدهای مختلفی از پودر گونه جلبک دریایی به جیره غذائی ماهی باس دریایی آسیایی اضافه شد. تیمارهای تحقیق به‌صورت ۰٪، ۱/۵٪، ۲٪ و ۲/۵٪ ماکروجلبک به‌صورت افزودنی، هر کدام با سه تکرار انجام گرفت. غذای تجاری رایج به‌عنوان تیمار شاهد درنظر گرفته شد. در پایان انجام طرح خونگیری از ساقه دمی ماهیان انجام گرفته و بعد از سانتریفیوژ و جداسازی سرم، مقادیر فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی (شامل گلوکز کل، کلسترول کل، تری‌گلیسیریدکل، پروتئین کل و آلبومین کل) با استفاده از یک دستگاه اتوآنالایزر مدل Roche COBAS MIRA و کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون در آزمایشگاه تشخیص طبی ویرومد در شهر رشت سنجیده و ثبت شدند.

بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی خون

پروتئین، آلبومین و گلبولین کل: کمیت پروتئین کل پلاسما با استفاده از کیت (Bio-Rad Laboratories GmbH, Munich, Germany) و با استفاده از آلبومین سرم گاوی به‌عنوان استاندارد پروتئین تعیین شد (Bradford، ۱۹۷۶). آلبومین پلاسما براساس شیوه رنگ‌سنجی در ۶۲۰نانومتر تعیین شد (QuantichromTMBCGAlbumin Assay Kit) (Nicholson و همکاران، ۲۰۰۰). علاوه بر این، محتوای کل گلبولین با تفریق آلبومین از کل پروتئین به‌دست آمد (Kumar و همکاران، ۲۰۰۵).

تعیین مقادیر کلسترول کل، تری‌گلیسرید و گلوکز: مقدار کلسترول کل، تری‌گلیسرید و گلوکز سرم (برحسب میلی‌گرم بر دسی-لیتر) از روش آنزیمی، کالریمتری (CHOD-PAP) و در طول موج ۵۴۶ نانومتر با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون انجام شد. مقدار کلسترول کل، تری‌گلیسرید و گلوکز برحسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر محاسبه شد (Rehulka، ۲۰۰۰).

نتایج

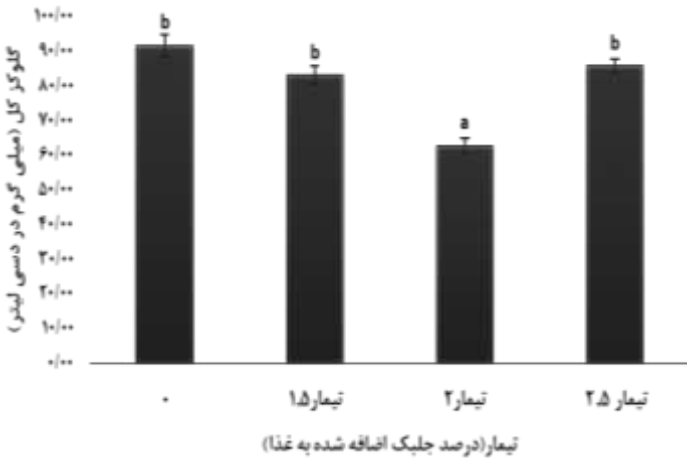
آنالیز تقریبی جلبک گراسیلاریا شامل ۱۵/۰۴ درصد پروتئین، ۱ درصد چربی، ۱۱ درصد خاکستر و ۱/۲ درصد فیبر بود میزان چربی کل، پروتئین خام، کربوهیدرات و خاکستر مورد آنالیز قرار گرفت. چربی کل با دستگاه Soxtec system، پروتئین خام با دستگاه Kjeltec Auto Analyser، خاکستر با دستگاه کوره الکتریکی از طریق محاسبه، تعیین گردید (AOAC، ۲۰۰۵). طبق جدول ۱ درصد جیره پایه برای تغذیه باس دریایی آسیایی (براساس میانگین±خطای استاندارد) شامل: پروتئین ۴۷/۸±۰/۴۱، چربی ۱۳/۹۲±۰/۲۲، خاکستر ۹/۲۳±۰/۱۲ و رطوبت ۱۰/۰±۰/۱۷ بود.

جدول ۱: درصد جیره پایه برای تغذیه باس دریایی آسیایی (براساس میانگین±خطای استاندارد)

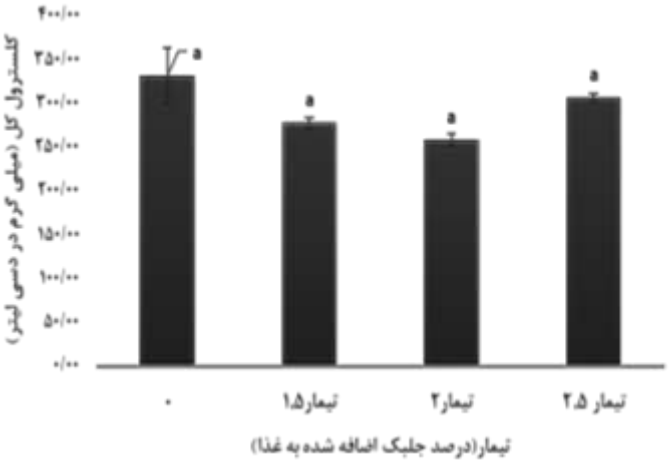
ترکیب	رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر
میزان	۱۰/۰±۰/۱۷	۴۷/۸±۰/۴۱	۱۳/۹۲±۰/۲۲	۹/۲۳±۰/۱۲

با توجه به شکل ۱ بالاترین مقدار گلوکز خون در گروه شاهد (۹۲±۳/۲۱) و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار ۲ درصد (۶۳±۲/۳) مشاهده شد. با توجه به شکل با افزایش مقدار جلبک مکمل در غذا، مقدار گلوگز خون تا تیمار ۲ درصد روند کاهشی و سپس افزایش یافته هم‌چنین به‌غیر از مقدار گلوکز تیمار ۲ درصد بین بقیه تیمارها با هم و با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). با توجه به شکل ۲ بالاترین مقدار کلسترول خون در گروه شاهد (۳۲±۳۳۲/۰۲) و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار ۲ درصد (۲۵۸/۶۶ ۷±/۵۱) مشاهده شد. با افزایش مقدار جلبک در جیره، مقدار کلسترول سرم خون روند کاهشی و سپس افزایش داشته است هرچند هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها با هم و با گروه شاهد نیز وجود نداشت (P>۰/۰۵). کم‌ترین مقدار گلوکز و کلسترول در تیمار ۲ درصد بوده است. با توجه به شکل ۳ بالاترین مقدار تری‌گلیسرید خون در گروه شاهد (۸۰/۶۶±۱/۶۶) و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار ۲ درصد (۶۱/۳۳±۱/۴۵) مشاهده شد. مشابه با مقدار کلسترول در این‌جا نیز با افزایش مقدار جلبک در جیره، مقدار تری‌گلیسرید سرم خون روند کاهشی و سپس افزایشی داشته است، اما در این‌جا اختلاف معنی‌داری بین تیمار۱/۵ و ۲درصد با گروه شاهد وجود داشت است (P>۰/۰۵). با توجه به شکل ۴ بالاترین مقدار پروتئین خون در گروه ۲/۵ درصد (۳/۸۶±۰/۰۳) و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار ۲ درصد (۲/۹۳±۰/۰۸) مشاهده شد. با افزایش مقدار جلبک مکمل در غذا، مقدار پروتئین کل خون تا تیمار ۲ درصد کاهش و سپس در تیمار ۲/۵ درصد افزایش یافته هم‌چنین به‌غیر از مقدار پروتئین تیمار ۲ ٪ بین بقیه تیمارها با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

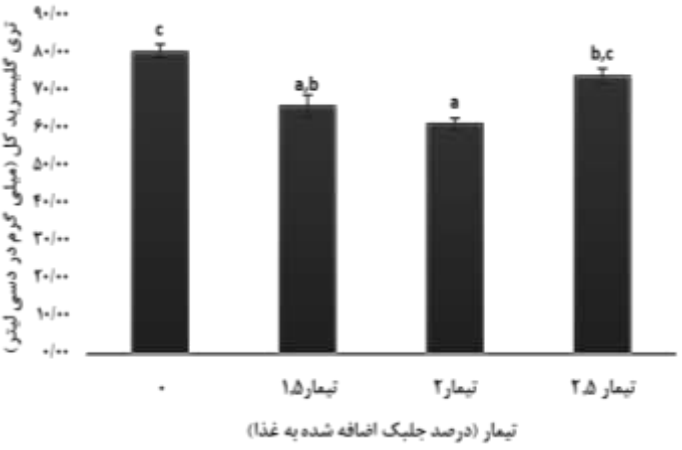
(DOI): 10.22034/aej.2020.114344



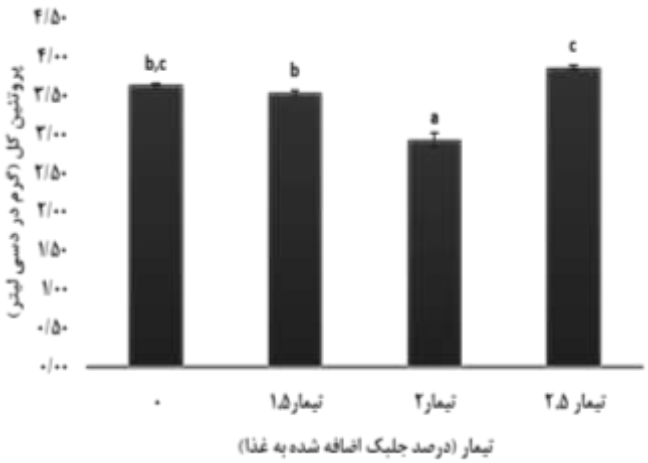
شکل ۱: نمودار تغییرات میانگین گلوکز (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در ماهی سی‌باس آسیایی با تیمارهای مختلف گراسیلاریا در پایان ۳۰روز (برحسب میانگین±خطای استاندارد، n =۳)



شکل ۲: تغییرات میانگین کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در ماهی سی‌باس آسیایی با تیمارهای مختلف گراسیلاریا (برحسب میانگین±خطای استاندارد، n=۳)



شکل ۳: نمودار تغییرات میانگین تری‌گلیسرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در ماهی سی‌باس آسیایی با تیمارهای مختلف گراسیلاریا در پایان ۳۰ روز (برحسب میانگین±خطای استاندارد، n =۳)



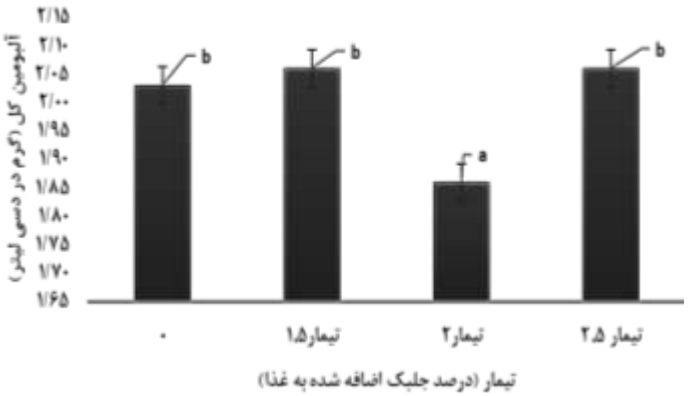
شکل ۴: نمودار تغییرات میانگین پروتئین (گرم در دسی‌لیتر) در ماهی سی‌باس آسیایی با تیمارهای مختلف گراسیلاریا در پایان ۳۰ روز (برحسب میانگین±خطای استاندارد، n =۳)

جدول ۲: تغییرات میانگین گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول (برحسب میلی‌گرم در دسی‌لیتر)، آلبومین، گلبولین و پروتئین کل (بر حسب گرم در دسی‌لیتر) در ماهی باس دریایی آسیایی بر اساس تیمارهای مختلف گراسیلاریا در پایان ۳۰روز (میانگین±خطای استاندارد)

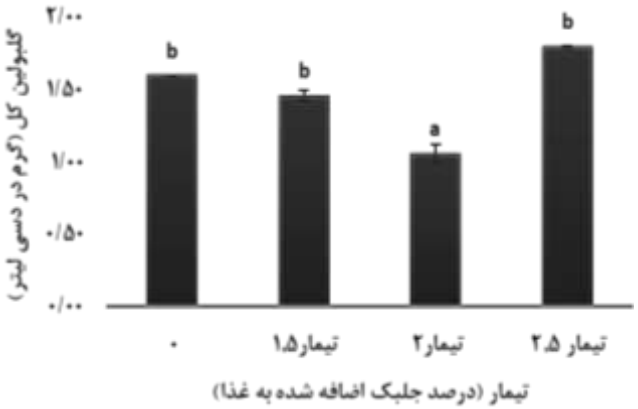
پارامترهای بیوشیمیایی / تیمار	گلوکز (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	تری گلیسرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پروتئین کل (گرم در دسی‌لیتر)	آلبومین (گرم در دسی‌لیتر)	گلبولین (گرم در دسی‌لیتر)
گروه شاهد	$۹۲ \pm ۳/۲۱^{b}$	$۳۳۲ \pm ۳۲/۰۲^{a}$	$۸۰/۶۶ \pm ۱/۶۶^{c}$	$۳/۶۳ \pm ۰/۰۳^{b,c}$	$۲/۰۳ \pm ۰/۰۳^{b}$	$۱/۶ \pm ۰/۰۰^{b}$
۱/۵	$۸۳/۳۳ \pm ۲/۶^{b}$	$۲۷۸ \pm ۶/۴۸^{a}$	$۶۶ \pm ۲/۹۶^{a,b}$	$۳/۵۳ \pm ۰/۰۳^{b}$	$۲/۰۶ \pm ۰/۰۳^{b}$	$۱/۴۶ \pm ۰/۰۳^{b}$
۲	$۶۳ \pm ۲/۳^{a}$	$۲۵۸/۶۶ \pm ۷/۵۱^{a}$	$۶۱/۳۳ \pm ۱/۴۵^{a}$	$۲/۹۳ \pm ۰/۰۸^{a}$	$۱/۸۶ \pm ۰/۰۳^{a}$	$۱/۰۶ \pm ۰/۰۶^{a}$
۲/۵	$۸۶ \pm ۲/۰۸^{b}$	$۳۰۷ \pm ۵/۰۴^{a}$	$۷۴ \pm ۲/۰۲^{b,c}$	$۳/۸۶ \pm ۰/۰۳^{c}$	$۲/۰۶ \pm ۰/۰۳^{b}$	$۱/۸ \pm ۰/۰۰^{c}$

با توجه به شکل ۵ بالاترین مقدار آلبومین خون در گروه ۱/۵ و ۲ (۲/۰۶±۰/۰۳) و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار ۲ درصد (۱/۸۶±۰/۰۳) مشاهده شد. مقدار آلبومین در خون گروه ۱/۵ و ۲/۵ درصد نسبت به بقیه تیمارها بالاتر بوده است و هم‌چنین فقط بین مقدار آلبومین تیمار ۲ درصد (کم‌ترین مقدار) با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار بوده است. با توجه به شکل ۶ بالاترین مقدار گلبولین خون در گروه ۲/۵ (۱/۸±۰/۰۰) و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار ۲٪ (۱/۰۶±۰/۰۶) مشاهده شد. با افزایش مقدار جلبک مکمل در غذا، مقدار گلبولین سرم خونی تا تیمار ۲ درصد کاهش و سپس در تیمار ۲/۵ درصد افزایش یافته بیش‌ترین میزان گلبولین سرم خونی در تیمار ۲/۵ درصد بوده است. فقط بین تیمارهای ۱/۵و گروه شاهد با هم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

(DOI): 10.22034/aej.2020.114344



شکل ۵: نمودار تغییرات میانگین آلبومین (گرم در دسی‌لیتر) در ماهی سی‌باس آسیایی با تیمارهای مختلف گراسیلاریا در پایان ۳۰ روز (برحسب میانگین±خطای استاندارد، n= ۳)



شکل ۶: نمودار تغییرات میانگین گلبولین (گرم در دسی لیتر) در ماهی سی باس آسیایی با تیمارهای مختلف گراسیلاریا در پایان ۳۰ روز (برحسب میانگین±خطای استاندارد، n= ۳)

بحث

یکی از شاخص‌های مهم و قابل اطمینان در بررسی وضعیت سلامتی و ایمنی ماهیان، سنجش پارامترهای خونی آن‌ها است (Fanouraki و همکاران، ۲۰۰۷). از طرفی از روش‌های بررسی خصوصیات فیزیولوژیک ماهیان تعیین شاخص‌های خون‌شناسی است که نسبت به روش‌های دیگر ساده‌تر و کم هزینه‌تر می‌باشد(Rahimi و همکاران، ۲۰۰۸). در این مطالعه مقدار گلوکز در خون گروه شاهد نسبت به بقیه تیمارها بالاتر بوده است، اما اختلاف معنی‌داری در مقدار گلوکز خون ماهی با افزایش جلبک در غلظت‌های دیگر مشاهد نشد (به‌جز تیمار ۲ درصد). در مطالعه فرهودی و همکاران (۱۳۹۵) روی ماهی باس دریایی آسیایی نیز میزان گلوکز در هیچ‌یک از تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد که در توافق با مطالعه حاضر هست. فوکوسترول (فلوروتانین‌ها) باعث کاهش معنی‌داری در غلظت گلوکز سرم و باعث کاهش تجمع سوربیتول می‌شود (Gupta و Abu-Ghannam، ۲۰۱۱). یکی از خصوصیات مهم عصاره تهیه شده از ماکروجلبک‌های دریایی غنی از فنولیک، توانایی آن‌ها در مهار آنزیم‌های گوارشی برای رسیدن به توانایی ضددیابتی است(Nwosu و همکاران، ۲۰۱۱). Roy و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعات آزمایشگاهی دریافتند که عصاره فلوروتانین‌ها وابسته به غلظت از آلفا آمیلاز و آلفا گلوکز ایداز (α-glucosidase) کاملاً ممانعت می‌کنند، درحالی‌که عصاره فلوروتانین‌ها قادر هستند افزایش طبیعی در گلوکز خون را ۲۰ دقیقه بعد از مصرف غذا تا ۹۰ درصد و به‌طور متوالی ترشح پیک انسولین را تا ۴۰ درصد در حیوانات کاهش دهند. در مطالعه Sotoudeh و Mardani (۲۰۱۸) مقدار آنزیم آمیلاز سنجش‌شده روند ثابتی داشت و با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشته است و فعالیت آنزیم آمیلاز تحت تاثیر جیره مکمل نبود. در همه غلظت‌های جلبک اضافه شده مقدار کلسترول سنجش شده کمی کم‌تر از تیمار شاهد بود که می‌توان گفت اضافه کردن جلبک گراسیلاریا احتمالاً باعث کاهش غلظت کلسترول پلاسمای خون شده است هر چند اختلاف معنی‌داری بین تیمارها با هم و با گروه شاهد از لحاظ مقدار کلسترول وجود نداشت. نراقی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه خود دریافتند که استفاده از ۱۵ گرم بر کیلوگرم جلبک نانوکلروپسیس در جیره روزانه بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌تواند سبب کاهش کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL و افزایش HDL گردد که این امر می‌تواند ناشی از تاثیر مطلوب و مفید جلبک مذکور در جیره بر عملکرد فعالیت کبد در متابولیسم چربی‌ها و احتمالاً به‌علت وجود اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳ در جلبک مذکور دانست که با نتایج حاصل از بررسی El-Sheekh و همکاران (۲۰۱۴) و مطالعه حاضر منطبق می‌باشد. کاهش کلسترول سرم خون توسط اسیدهای چرب بلند زنجیره از گروه امگا-۳ ممکن است با کاهش عملکرد کلسترل استر حمل‌کننده پروتئین (پروتئینی که استرهای کلسترل را از کلسترول به لیپوپروتئین‌های سرشار از تری‌گلیسرید حمل می‌کند) و آنزیم لستین کلسترول اسیل ترانسفراز (آنزیم مهم درگیر در سوخت و ساز کلسترول) مرتبط باشد که به‌طور فعال با سنتز کلسترول مرتبط هستند (Abbey و همکاران، ۱۹۹۰). در مطالعه حسن‌نیا و همکاران (۱۳۸۴) نیز استفاده از ۱ درصد سارگاسم در غذای مرغ به‌اندازه ۳۴ درصد کلسترول تخم مرغ را کاهش داد. بهترین مقدار جلبک افزودنی به غذای باس دریایی آسیایی جهت کاهش کلسترول و تری‌گلیسرید خون را غلظت ۱/۵ و ۲ درصد داشتند. بین مقدار تری‌گلیسرید گروه شاهد با همه تیمارها به‌جز تیمار ۲/۵ درصد اختلاف معنی‌دار بود. به‌طوری‌که می‌توان گفت غلظت جلبک تا مقداری توانسته مقدار تری‌گلیسرید خون را کاهش دهد و با افزایش غلظت بیش‌تر از مقدار ۲ درصد موثر نشان نداده است.

(DOI): 10.22034/aej.2020.114344

نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه روی فلاندر ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) تغذیه‌شده‌باسطوح ۳،۶و۹ درصد جلبک قرمز *Eucheuma denticulatuum* مطابقت دارد (Ragaza و همکاران، ۲۰۱۵). چنین روندی در ماهیان تغذیه شده با میکروجلبک‌ها نیز مشاهده شده است. کاهش سطح کلسترول و تری‌گلیسرید سرم خون فلاندر ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) تغذیه شده با میکروجلبک کلرلا در سطوح ۲ و ۴ درصد نیز گواه این‌موضوع است(Kim و همکاران، ۲۰۰۲). تاثیر جلبک گراسیلاریا بر سطح کلسترول و تری‌گلیسرید سرم خون ماهی باس‌دریایی آسیایی احتمالاً به‌خاطر ترکیبات‌طبیعی ازجمله کاراژینان است که از ترکیبات معمول استخراج شده از جلبک‌های قرمز بوده و به‌منظور کاهش سطح کلسترول خون در انسان نیز تجویز می‌شود (Panlasigui و همکاران،. ۲۰۰۳). برعکس نتایج مطالعه حاضر در مطالعه Yu و همکاران(۲۰۱۶) استفاده از جلبک قرمز *Gracilaria lemaneiformis* در سطوح ۱،۲،۳،۴ و ۵ درصد تاثیری روی کلسترول، تری‌گلیسرید و پروتئین کل میگوی وانامی نداشته است. گونه‌های جلبک‌های دریایی محتوای لیپیدی پایینی دارند (معمولاً زیر ۴۰ گرم بر کیلوگرم در وزن خشک)، اما زنجیره اصلی اسیدهای چرب غیراشباع نسبتاً طویل و بلندی‌دارند(Rohani-Ghadikolaei و همکاران، ۲۰۱۲؛ Wells و همکاران، ۲۰۱۷؛ Mhre و همکاران، ۲۰۱۴). محتوای اسیدهای چرب غیراشباع درگونه‌هایی که در آب‌های سردزیست می‌کنند بیش‌تر هست (van Ginneken و همکاران، ۲۰۱۱) و تحت تاثیر فاکتورهای زیست‌محیطی هستند. محتوای لیپید خام جلبک‌های بین ۱۲۹-۲ گرم بر کیلوگرم است. افزایش در مقدار جلبک افزودنی به غذا تاثیر آن‌چنانی روی پروتئین سرم خون نداشته است هم‌چنان که بین گروه شاهد با تیمار ۱/۵و ۲/۵ درصد در مقدار پروتئین سرم خون اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. جلبک یک منبع پروتئین باکیفیت است (Becker، ۲۰۰۷). در مطالعه Mustafa و همکاران (۱۹۸۵) روی ماهی سیم قرمز دریایی، افزودن ۵۰ گرم بر کیلوگرم *P. yezoensis* در غذای ماهی باعث بهبود افزایش وزن، کارایی پروتئین ماهیچه‌ای شده است. سطح پروتئین محاسبه شده در جلبک مصرفی (۱۵/۰۴ درصد) نسبت به پروتئین جیره (۴۷/۸ درصد) پایین‌تر است. اختلاف در محتوای پروتئین خون ماهی ممکن است شدیداً تحت تاثیر محتوای پروتئین جلبک مصرفی باشد که معمولاً محتوای پروتئین‌ها در جلبک‌های دریایی کم‌تر از ۵ درصد است (Leonard و همکاران، ۲۰۱۰). ازجمله مطالعات مشابه در این زمینه می‌توان به مطالعه‌ای روی گونه‌های جنس گراسیلاریا به‌صورت جایگزینی به غذای ماهی جوان باس دریایی اروپایی که باعث کاهش پروتئین و افزایش مقدار خاکستر شده است اشاره کرد (Valente و همکاران، ۲۰۰۶). گیاهان پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای متعددی دارند که‌وقتی این ترکیبات با آب یا موادمعدنی برخورد می‌کنند، باعث تغییر کاتیون‌ها و جذب ترکیبات حاوی آرژنیک می‌شوند. این پلی‌ساکاریدها، معمولاً گاهی به‌طور طبیعی خاصیت چسبندگی دارند که همین اثرممکن است یکی از دلایل خاصیت اثر ضدمغذی جلبک‌ها باشد، زیرا استفاده از سطوح بالاتر جلبک موجب کاهش قابلیت هضم پروتئین و چربی می‌شود (اوجی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳). Sotoudeh و Mardani (۲۰۱۸) در مطالعه خود دریافتند که افزودن ۶۰ گرم بر کیلوگرم از جلبک *Gracilaria pygmea* در غذای بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان کارایی بهتر رشد را گزارش دادند اما هنگامی‌که سطح افزودنی به‌مقدار ۱۲۰ گرم بر کیلوگرم افزایش یافت وزن نهایی و به خصوص نرخ رشد ویژه و نرخ کارایی پروتئین کاهش پیدا کرد. فعالیت آنزیم پروتئاز به‌طور قابل ملاحظه‌ای در ماهیان تغذیه شده با ۱۲۰ گرم بر کیلوگرم در مقایسه با ۳۰ گرم بر کیلوگرم و یا گروه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. با افزایش مقدار جلبک افزودنی به غذا مقدار آنزیم پروتئاز کاهش یافته است به‌طوری‌که بالاترین مقدار آنزیم پروتئاز (۳/۱۸ U/mg) در گروه شاهد به‌دست آمد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که مکمل‌سازی از جلبک *G. pygmea* تا سطوح ۹۰ گرم بر کیلوگرم باعث ارتقاء پارامترهای رشد بدون کاهش در پاسخ آنتی‌اکسیدانی و عملکرد گوارشی در بچه‌ماهی‌های قزل‌آلای رنگین کمان با شنای آزاد می‌شودو می‌توان ازمکمل‌سازی باجلبک گراسیلاریا بالای ۹۰ گرم بر کیلوگرم بدون تاثیر روی کارایی رشد، وضعیت آنتی اکسیدانی یا مورفولوژی بافت جذب استفاده کرد. در مطالعه حاضر بیش‌ترین میزان آلبومین سرم خونی در تیمار ۲/۵ درصد بوده هرچند اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها با هم و با گروه شاهد وجود نداشته است (به‌استثناء تیمار ۲ درصد). سلیقه‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه خود نیز افزایش مقدار آلبومین را گزارش دادند که در توافق با مطاله حاضر است. هرگونه تغییر در سطح آلبومین و پروتئین کل پلاسما می‌تواند به‌عنوان یک شاخص بالینی در پایش سلامت سیستم ایمنی، کبد و کلیه مورد استفاده قرار بگیرد و عوامل متعددی ازجمله تغذیه می‌توانند بر این پارامترها تاثیرگذار باشند (John، ۲۰۰۷). تاثیر مقادیر متفاوت جلبک افزودنی به غذا روی گلبولین مثبت بود و با افزایش درصد جلبک (به‌استثناء تیمار ۲ درصد)، گلبولین نیز افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان گلبولین سرم خونی در تیمار ۲/۵ درصد بود که با گروه شاهد نیز اختلاف معنی‌داری داشته است. فاطمه انصاری‌فرد و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه خود یک افزایش معنی‌داری در ایمونوگلبولین Igm ماهی تغذیه شده با ۱۰ درصد اسپیرولینا مشاهده کردند. افزایش سطح میزان آلبومین و گلبولین و نسبت (A/G) نشان‌دهنده تقویت سیستم ایمنی غیراختصاصی در ماهیان‌است(Andrews و همکاران، ۲۰۱۱). این پروتئین‌ها در سلول‌های پارانشیم بافت کبد سنتز می‌شوند (بنایی و همکاران، ۱۳۸۹). در

(DOI): 10.22034/aej.2020.114344

مطالعه حاضر با افزایش سطح افزودنی جلبک مورد مطالعه به غذا مقدار پروتئین، آلبومین و گلبولین خون در تیمار ۲/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش جزئی داشته‌اند. افزایش در میزان آلبومین، گلبولین و پروتئین سرم در ارتباط با تحریک سیستم ایمنی غیراختصاصی میزبان می‌باشد. در مطالعه فرهودی و همکاران (۱۳۹۵) روی ماهی باس دریایی آسیایی مقادیر پروتئین، تری‌گلیسرید، کلسترول و گلوکز خون با افزایش سطح (۳، ۶ و ۹ درصد) جایگزینی جلبک *Gracilaria pygmaea* با پودر ماهی نیز افزایش جزئی داشته‌اند. سلیقه‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) با مطالعه اثر سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا (۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد) روی برخی فاکتورهای خونی، ایمنی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی بنی نشان داد که پارامترهای خونی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی تحت تاثیر مکمل تغذیه‌ای اسپیرولینا قرار نگرفته است، هرچند که افزودن ۱۰ درصد جلبک اسپیرولینا به جیره باعث بهبود پارامترهای خونی، ایمنی ماهی بنی شده است. در تشابح با نتایج تنگستانی و همکاران (۱۳۹۶) و هم‌چنین سلیقه‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) که در مطالعه خود نیز دریافتند که افزودن جلبک گراسیلاریا روی پارامترهای خونی ماهی باس دریایی آسیایی تاثیری نداشت. در مطالعه حاضر نیز با افزایش جلبک گراسیلاریا پارامترهایی خونی گلوکز، کلسترول و آلبومین هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری نداشتند (به‌استثنا در تیمار ۲ درصد) که با مطالعه تنگستانی و همکاران (۱۳۹۶) و هم‌چنین سلیقه‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) در توافق هست. عوامل مختلفی نظیر جیره غذایی از عوامل تاثیرگذار بر پارامترهای خونی می‌باشد (Rios و همکاران، ۲۰۰۲؛ Shahidi yasaghi و همکاران، ۲۰۰۸). ماکروجلبک‌ها حاوی سطوح متفاوتی از مواد غذایی هستند که به گونه، فصل برداشت، منشا جغرافیایی و شرایط محیطی وابسته است (MacArtain و همکاران، ۲۰۰۷). میزان شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون در گونه‌های مختلف ماهیان با یکدیگر متفاوت بوده و میزان آن‌ها تحت تاثیر عوامل مختلف از قبیل مواد غذایی، شرایط محیطی، سن، بیماری و سایر عوامل تغییر می‌کنند (محمدنژادشموشکی و همکاران، ۱۳۹۰). به‌طورخلاصه این تحقیق نشان داد که می‌توان از جلبک گراسیلاریا به‌عنوان مکمل در غذای ماهی استفاده کرد بدون آن‌که تأثیرمنفی برعملکرد پارامترهای بیوشیمیایی خون داشته باشد، هم‌چنین مشخص شد که پارامترهای بیوشیمیایی خون شامل پروتئین، آلبومین و گلبولین بیش‌تر و گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید کم‌تر از تیمار شاهد بودند. در نتیجه‌گیری کلی می‌توان از ۲/۵ درصد (و حتی بیش‌تر) جلبک گراسیلاریا با توجه به تاثیرهای مثبت آن روی پارامترهای بیوشیمیایی و خونی آن در غذای ماهی سی‌باس آسیایی استفاده کرد.

منابع

۱. **انصاری‌فرد، ف.؛ رجبی‌اسلامی، ه.؛ شمسایی‌مهرجان، م. و سلطانی، م.، ۱۳۹۶.** تاثیر مکمل غذایی اسپیرولینا بر سیستم ایمنی و فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی کوی (*Cyprinus carpio carpio*). مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۶، شماره ۳، صفحات ۲۳ تا ۳۳.

۲. **بنایی، م.؛ میرواقفی، ع.؛ رفیعی، غ.ر. و آنتونی، س.، ۱۳۸۹.** تاثیر تجویز خوراکی سیلی مارین بر روی فاکتورهای بیوشیمیایی خون قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۳، شماره ۴، صفحات ۲۷۱ تا ۲۸۶.

۳. **تنگستانی، ن.؛ مرشدی، و.؛ نفیسی‌بهابادی، م.؛ عضدی، م.؛ فرهودی، آ. و ستوده، ا.، ۱۳۹۶.** بررسی اثر مکمل غذایی جلبک گراسیلاریا بر روی فاکتورهای خونی ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*). شماره پیاپی ۳۷، جلد ۱۰، شماره ۲، صفحات ۳۷ تا ۵۱.

۴. **حسن‌نیا، م.ر.؛ قرنجیک، ب.م. دادقانی، ع.ا.، ۱۳۸۴.** بررسی اثر جلبک‌های دریایی بر میزان کلسترول تخم‌مرغ. دوره ۲، شماره ۴، صفحات ۱۱ تا ۳۳.

۵. **سلیقه‌زاده، ر.؛ یاوری، و.؛ موسوی، س.م. و ذاکری، م.، ۱۳۹۳.** اثر مکمل غذایی جلبک اسپیرولینا بر برخی از فاکتورهای خونی، ایمنی و بیوشیمیایی سرم ماهی بنی *Mesopotamichthys sharpeyi*. مجله دامپزشکی ایران، دوره ۱۷، شماره ۲، صفحات ۴۰ تا ۴۶.

۶. **شریف‌روحانی، م.، ۱۳۷۴.** تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری‌ها و مسمومیت‌های ماهی. معاونت تکثیروپروش آبزیان. اداره کل آموزش و ترویج. چاپ اول، ۷۶ صفحه.

۷. **فرهودی، آ.؛ سوری‌نژاد، ا.؛ نفیسی‌بهابادی، م.؛ سجادی، م.م. و سالارزاده، ع.ر.، ۱۳۹۵.** تأثیر جایگزینی نسبی آردماهی با جلبک قرمز دریایی *Gracilaria pygmaea* بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی باس دریایی آسیایی *Lates calcarifer*. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۶، شماره ۳، صفحات ۷۷ تا ۸۹.

۸. **قرنجیک، ب.م.، ۱۳۷۹.** شناسایی جلبک‌های دریایی سواحل استان سیستان و بلوچستان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۳۷ تا ۴۸.

۹. **قرنجیک، ب.م.؛ واین، م.؛ بنگمی، خ.؛ خواجه، س.؛ کیانمهر، ه. و حسینی، م.ر.، ۱۳۹۰.** مطالعه توده‌زنده جلبک‌های قرمز دارویی در محدوده بین جزر و مدی ساحل چابهار. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۰، شماره ۳، صفحات ۱۰۳ تا ۱۱۴.

۱۰. **قرنجیک، ب.م. آبکنار، ع.م.، ۱۳۷۹.** شناسایی جلبک‌های دریایی سواحل استان سیستان و بلوچستان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۳۷ تا ۴۸.

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

(DOI): 10.22034/aej.2020.114344

۱۲. **محمدنژادشموشکی، 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. دوره ۶، شماره ۲، صفحات ۳۷ تا ۴۳.

۱۳. **نراقی، م.؛ شمسایی‌مهرجان، م.؛ رجبی‌اسلامی، ه. و حسینی شکرابی، س.پ.، ۱۳۹۷.** اثرات مکمل غذایی پودر ریز جلبک نانو کلروپسیس (*Nannochloropsis oculata*) بر برخی شاخص‌های خونی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انگشت‌قد. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۷، شماره ۶، صفحات ۱۰۵ تا ۱۱۴.

۱۴. **Abbey, M.; Clifton, P.; Kestin, M.; Belling, B. and Nestel, P., 1990.** Effects of fish-oil on lipoproteins, lecithin: cholesterol acyltransferase and lipid transfer proteins activity in humans. Arteriosclerosis. Vol. 85, pp: 85-94.

۱۵. **Andrews, S.R.; Sahu, N.P.; Pal, A.K.; Mukherjee S.C. and Kumar, S., 2011.** Yeast and Spirulina in diets for (*Labeo rohita*) fingerlings affect haemato immunological responses and survival following (*Aeromonas hydrophila*) challenge. Research in veterinary science. Vol. 91, pp: 103-109.

۱۶. **Alwarez-Gonz´alez, C.A.; Civera-Cerecedo, R.; Ortiz Galindo, J.L.; Dumas, S.; Moreno-Legorreta, M. and Grayeb-Del Alamo, T., 2001**. Effect of dietary protein level on growth and body composition of juvenile spotted sand bass, *Paralabrax maculatofasciatus*, fed practical diets. Aquacul. Vol. 194, pp: 151-159.

۱۷. **AOAC. 2005.** Official method of analysis 17th, Washington. DC: Association of Official Analytical Chemists.

۱۸. **Bradford, M.M., 1976.** A rapid and sensitive method for the Quantification of microgram quantities of protein. Anal Biochem. Vol. 72, pp: 248-258.

۱۹. **El-Sheekh, M.M.; Hamad, S.M. and Gomaa, M., 2014.** Protective Effects of *Spirulina* on the liver function and hyperlipidemia of rats and human. Journal of Brazilian archives of biology and technology. Vol. 57, No. 1, pp:77-88.

۲۰. **FAO. 2018.** The state of the world fisheries and aquaculture meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

۲۱. **Gupta, S. and Abu-Ghannam, N., 2011.** Bioactive potential and possible health effects of edible brown seaweeds. Trends in Food Science Technnolgy. Vol. 22, pp: 315-326.

۲۲. **Glencross, B., .2006**. The nutritional management of barramundi, *Lates calcarifer*, a review. Aquaculture Nutrition. Vol. 12, pp: 291-309.

۲۳. **Holdt, S.L. and Kraan, S., 2011.** Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. J Appl Phycol. Vol. 23, pp: 543-597.

۲۴. **Kumar, S.; Sahu, N.P.; Pal, A.K.; Choudhury, D.; Yengkokpam, S. and Mukherjee, S.C., 2005.** Effect of dietary carbohydrate on heamatology, respiratory burst activity and histological changes in *L. rohita* Juveniles. Fish Shellfish Immunol. Vol. 19, pp: 331-334.

۲۵. **Leonard, S.G.; Sweeney, T.; Pierce, K.M.; Bahar, B.; Lynch, B.P. and O'Doherty, J.V., 2010.** The effects of supplementing the diet of the sow with seaweed extracts and fish oil on aspects of gastrointestinal health and performance of the weaned piglet. Livest. Sci. Vol. 134, pp: 135-138.

۲۶. **MacArtain, P.; Gill, C.I.R.; Brooks, M.; Campbell, R. and Rowland, I.R., 2007.** Nutritional value of edible seaweeds. Nutr Rev. Vol. 65, pp: 535-543.

۲۷. **Mhre, H.K.; Malde, M.K.; Eilertsen, K.E. and Elvevoll, E.O., 2014.** Characterization of protein, lipid and mineral contents in common Norwegian seaweeds and evaluation of their potential as food and feed. J Sci Food Agric. Vol. 94, pp: 3281-3290.

۲۸. **Mustafa, M.G.; Wakamatsu, S.; Takeda, T. and Umino, T., 1995.** Effects of algae meal as feed additive on growth, feed efficiency, and body composition in red sea bream. Fish Sci. Vol. 61, pp: 25-28.

۲۹. **Nicholson, J.P.; Wolmarans, M.R. and Park, G.R., 2000**. The role of albumin in critical illness. Br J Anaesth. Vol. 85, No. 4, pp: 599-610.

۳۰. **Nwosu, F.; Morris, J.; Lund, V.A.; Stewart, D.; Ross, H.A.; McDougall, G.J., 2011**. Anti-proliferative and potential anti diabetic effects of phenolic-rich extracts from edible marine alga. Food Chem. Vol. 126, pp: 1006-1012.

۳۱. **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. Vol. 12, pp: 209-214.

۳۲. **Rahimi Bashar, M.; Tehrani Fard, A.; Ghaseminejad, A.; Alipur, G. and Fallahchai, D., 2008**. Determine some blood parameters Whitefish Caspian Sea (*Rutilus frissii kutum*) at different stages of gonadal development. Journal of Biology Science. Vol. 3, pp: 45-56 (In Persian).

۳۳. **Rehulka, J., 2000.** Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 190, pp: 27-47.

۳۴. **Rios, F.S.; Kalinin, A.L. and Rantin, F.T., 2002.** The effects of long term food deprivation on respiration and haemato long of the neotropical fish *Hoplias malabaricus*. Journal of fish Biology. Vol. 61, pp: 85-95.

۳۵. **Rohani Ghadikolaei, K.; Abdulalian, E. and Ng, W.K., 2012.** Evaluation of the proximate, fatty acid and mineral composition of representative green, brown and red seaweeds from the Persian Gulf of Iran as potential food and feed resources. J Food Sci Technol. Vol. 49, pp: 774-780.

۳۶. **Roy, M.C.; Anguenot, R.; Fillion, C.; Beaulieu, M.; Berube, J. and Richard, D., 2011**.Effect of a commercially available algal phlorotannins extraction digestive enzymes & carbohydrate absorption *in vivo*. Food Res. Int. Vol. 44, pp: 3026-3029.

۳۷. **Sakai, M., 1999**. Current research status of fish immunostimulants. Aquaculture. Vol. 172, pp: 63-92.

۳۸. **Salehi, P.; Sonboli, A.; Eftekhar, F.; Nejad Ebrahimi, S. and Yousefzadi, M., 2005.** Essential oil composition, antibacterial and antioxidant activity of the oil and various extracts of Ziziphora clinopodioides subs. rigida (BOISS.) RECH. F. from Iran. BioPharm Bul. Vol. 28, pp: 1892-1896.

۳۹. **Shahidi yasaghi, S.A.; Mazandarani, M.; Ghorbani Hasan Saraei, A.; Ghorbani, R. and Soleimani, N., 2008**. Determination of normal values of some blood serum factors (Electrolyte and non electrolyte) of *Acipenser persicus*. Fisheries Magazine. Vol. 5, pp: 25-32 (In Persian).

۴۰. **Sotoudeh, E. and Mardani, F., 2018.** Antioxidant-related parameters, digestive enzyme activity and intestinal morphology in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry fed graded levels of red seaweed, *Gracilaria pygmaea*. Aquacult Nutr. Vol. 24, pp: 777-785.

۴۱. **Valente, LM.P.; Gouveia, A.; Rema, P.; Matos, J.; Gomes, E.F. and Pinto, I.S., 2006.** Evaluation of three seaweeds *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. Aquaculture. Vol. 252, pp: 85-91.

۴۲. **van Ginneken, V.J.T.; Helsper, J.; de Visser, W.; van Keulen, H. and Brandenburg, W.A., 2011.** Polyunsaturated fatty acids in variousmacroalgal species from North Atlantic and tropical seas. Lipids Health Dis. Vol. 10, No. 8.

a. **Wells, M.L.; Potin, P.; Craigie, J.S.; Raven, J.A.; Merchant, S.S.; Helliwell. K.E.; Smith, A.G.; Camire, M.E. and Brawley, S.H., 2017.** Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. J Appl Phycol. Vol. 29, pp: 949-982.

۴۳. **Banzemir, A.; Blume, M.; Schroder, S. and Lindequist, U., 2006.** Screening of cultivated seaweeds for antibacterial communities, USA. Biotechnol Biotechnol Equip. Vol. 29, No. 2, pp: 281-288.

۴۴. **Cruz-Suárez, L.E.; Tapia-Salazar, M.; Villarreal-Cavazos, D.; Beltran-Rocha, J.; Nieto-López, M.G.; Lemme, M. and Ricque-Marie, D., 2009.** Apparent dry matter, energy, protein and amino acid digestibility of four soybean ingredients in white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. Aquaculture. Vol. 292, pp: 87-94.

۴۵. **FAO. 2009.** http://www.fao.org/docrep/006/J2084e/j2084e06.htm.

۴۶. **Fitton J.H., 2006.** Antiviral properties of marine algae. In: Critchley, A.T.; Ohno, M. and Largo, D.B., Eds, World Seaweed Resources. ETI Information Services, Workingham, UK. 7 p.

۴۷. **Guiry, M., 2010.** Seaweed and Chinese medicine; the nutritional and medicinal value of seaweeds used in chinese medicine. Seaweed site from Michael. pp: 358-394.

۴۸. **Praiboon, J.; Chirapart, A.; Akakabe, Y.; Bhumibhamon, O. and Kajiwara, T., 2006.** Physical and chemical characterization of agar polysaccharides extracted from the Thai and Japanese species of *Gracilaria*. Sci Asia. Vol. 32, pp: 11-17.

۴۹. **Wen, X.; Peng, C.; Zhou, H.; Lin, Z.; Lin, G.; Chen, S. and Li, P., 2006.** Nutritional composition and assessment of *Gracilaria lemaneiformis* Bory. Journal Plant Biology. Vol. 48, pp: 1047-1053.

۵۰. **Zheng, K.; Liang, M.; Yao, H.; Wang, J. and Chang, Q., 2012.** Effect of dietary fish protein hydrolysate on growth, feed utilization and IGF-I levels of Japanese flounder. Aquaculture Nutrition. Vol. 18, pp: 297-303.

(DOI): 10.22034/aej.2020.114344

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 3, Autumn 2020

Effects of different levels of dietary macro algae *Gracilaria pygmea* on some blood biochemical parameters of Asian seabass (*Lates calcarifer*)

- **Mohsen Heydari:** Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
- **Ashkan Zargar*:** Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
- **Mahdi Soltani:** Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
- **Hoseinali Ebrahimzadeh Mosavi:** Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
- **Vahid Morshedi:** Persian Gulf Research Center, University of Persian Gulf, Bushehr, Iran

Received: May 2019 Accepted: November 2019

Keyword: Biochemical Indices, Macro algae, Asian seabass, *Gracilaria pygmea*

Abstract

One of the important and obvious characteristics of macro algae, which is important for their use in aquatic diet, the richness of bioactive compounds such as vitamins, minerals, pigments and polysaccharides. The aim of this study was to evaluate the effects of dietary macro algae powder (*Gracilaria pygmea*) on some blood biochemical indices of Lates calcarifer. At the start of the experiment, 240 juvenile fish were randomly divided into 12 fiberglass tanks of 300 liters. The experimental treatments with three replicates were designed including 0%, 1.5%, 2% and 2.5% macro algae as additive in diet. At the end of the experiment, blood samples were collected in order to estimate blood biochemical parameters. There was a significant difference between treatment 2% and the other treatments in the value of glucose. However, there was no significant difference between the other treatments and the control group ($P>0.05$). A significant difference was only observed between treatment 2% and the other treatments in the value of albumin. There was no significant difference in the level of cholesterol between different treatments and control group ($P>0.05$). Overall, based on the results of blood biochemical parameters in the present study, the best level of Gracilaria macro algae in treatment 2.5% was found in of Asian seabass diet.

* Corresponding Author's email: Azargar@ut.ac.ir