



تأثیر سطوح مختلف عصاره غنی از فلوروتانین در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد و تغذیه میگوی پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)

عثمان بلوچ لاشاری^۱، سلیم شریفیان^{۲*}

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

۲. استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۶

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۱۰/۱۳

چکیده

در مطالعه حاضر تأثیر افزودن سطوح مختلف (۱، ۳ و ۵ درصد) فلوروتانین استخراج شده از جلبک قهوه‌ای سارگاسوم (*Sargassum* sp.) به جیره غذایی میگوی پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) بر عملکرد رشد، تغذیه، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و ترکیب شیمیایی بدن طی دوره پرورش ۵ هفته‌ای بررسی گردید. در طی ۵ هفته، طول و وزن تمامی تیمارها به طور معنی داری افزایش یافت ($P < 0/05$)، با این وجود میزان افزایش در گروه‌های مختلف، متفاوت بود و بیش‌ترین افزایش در تیمار فلوروتانین ۵ درصد به دست آمد ($P < 0/05$). در شاخص‌های وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی بهترین عملکرد در میگوهای پا سفید غربی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۵ درصد فلوروتانین وجود داشت ($P < 0/05$). فعالیت نسبی آنزیم‌های اصلی گوارشی یعنی آمیلاز، پروتئاز و لیپاز و هم چنین درصد پروتئین و چربی لاشه در میگوهای تغذیه شده با فلوروتانین ۵ درصد در مقایسه با دیگر تیمارها بیش‌تر بود ($P < 0/05$). نتایج نشان داد که استفاده از فلوروتانین به عنوان یک ترکیب زیست‌فعال طبیعی در سطح ۵ درصد در جیره غذایی می‌تواند باعث بهبود عملکرد رشد، تغذیه، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و ترکیب شیمیایی بدن میگوی پا سفید غربی در طی دوره پرورش گردد.

واژگان کلیدی: جلبک، فلوروتانین، جیره غذایی، میگو، شاخص‌های رشد



The effect of different levels of dietary-phlorotannins-rich extract on the growth and nutritional indices of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Osman Baloch Lashari¹, Salim Sharifian^{2*}

1. MSc graduate, Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

2. Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University

Accepted: 15-Feb-2022

Received: 03-Jan-2022

Abstract

In the present study, the effect of using different levels of dietary -phlorotannins (1, 3 and 5%) extracted from Sargassum brown seaweed on growth function, nutrition, digestive enzyme activity and body chemical composition of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) was studied during a culture period of 35 days. During 5 weeks, the length and weight of all treatments increased significantly ($P < 0.05$), however, the rate of increase was different in different groups and the highest rate was achieved in phlorotannins treatment of 5% ($P < 0.05$). The best records of final weight, percentage of body weight index, growth rate, specific growth rate and feed conversion ratio, resulted in diet containing 5% phlorotannins ($P > 0.05$). The relative activity of major digestive enzymes namely amylase, protease and lipase as well as protein and lipid content was higher in treatment containing 5% phlorotannins compared to other treatments ($P < 0.05$). The results showed that the use of phlorotannins as a natural bioactive compound at the level of 5% in the diet can improve the growth, nutrition, activity of digestive enzymes and chemical composition of white leg shrimp during the culture period.

Keywords: Seaweed, Phlorotannins, Diet, Shrimp, Growth Index.

۱. مقدمه

با رشد روز افزون جمعیت، استفاده از فرآورده‌های دریایی به عنوان یکی از بهترین منابع، جهت تأمین پروتئین جامعه افزایش یافته است. از طرف دیگر با کاهش منابع آبی و ثابت ماندن میزان صید از منابع طبیعی، FAO برآورد کرده است که تا سال ۲۰۳۰ میلادی بایستی بیش از پنجاه درصد از محصولات شیلاتی از طریق آبی‌پروری تولید گردد (FAO, 2020). از این رو با توجه به افزایش تقاضا، رشد صنعت تکثیر و پرورش آبزیان مختلف از جمله میگو در دو دهه اخیر بسیار چشمگیر بوده است. یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در رشد سریع پرورش میگو، افزایش رشد و حفظ سلامت میگو با استفاده از رژیم غذایی با کیفیت تر بوده است. از طرف دیگر مواجهه بودن این صنعت با بیماری لکه سفید در دهه اخیر و متعاقباً ضرر و زیان اقتصادی گسترده، توجه بسیاری از پرورش دهنده‌گان و فعالان صنعت آبزیان پرورشی را به سمت افزایش میزان رشد و مقاومت سیستم ایمنی پست لارو میگو در جهت مقابله با بیماری و افزایش درصد بازماندگی هم در مزارع و هم در کارگاه‌های تکثیر سوق داده است. نیاز موجودات زنده به غذا برای انجام فعالیت‌های حیاتی خود و عدم تکافوی غذای طبیعی موجود در استخر پرورشی به نیازهای میگو به دلیل وجود تراکم بالای آن‌ها، باعث اهمیت فوق‌العاده تغذیه دستی در عملیات پرورش شده است. از این رو طبیعی است که تهیه جیره‌های غذایی با کارایی بالا و سالم، یکی از مهم‌ترین دغدغه‌ها و اولویت‌های پرورش دهنده‌گان آبزیان به منظور افزایش رشد و ایمنی باشد.

طی سال‌های اخیر پژوهش‌ها و تلاش‌های زیادی برای افزایش کارایی جیره‌های غذایی و در نتیجه افزایش شاخص‌های رشد و سلامت در آبزیان پرورشی شده است. این تلاش‌ها تأثیر مهمی بر افزایش رشد و تولید بیشتر در واحد سطح یا حجم داشته است. به طور موازی، پژوهش‌های مختلفی نیز صرف یافتن ترکیباتی شده است که استفاده از آن‌ها در جیره غذایی به عنوان مکمل‌های

تغذیه‌ای، می‌تواند سبب افزایش هضم یا جذب مواد غذایی و در نتیجه، استفاده بهتر آبی از ریزمغذی‌های موجود در جیره غذایی گردد. تاکنون از مواد و عصاره‌های مختلفی به عنوان محرک‌های رشد استفاده شده است (Ettefaghdoost *et al.*, 2021; Faal *et al.*, 2021).

استفاده از عصاره‌های گیاهی یا ترکیبات استخراج شده از عصاره در جیره‌های غذایی آبزیان همواره مورد توجه محققین در جهان و ایران بوده است. این مواد عموماً عنوان محرک‌های رشد شناخته می‌شوند. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از عصاره گیاه یا ترکیبات استخراج شده از آن‌ها می‌تواند باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی، کاهش زمان دوره پرورش برای عرضه به بازار و افزایش مقاومت نسبت به بیماری شود (Akbari *et al.*, 2020). فلوروتانین‌ها گروهی از پلی‌فنول‌های موجود در عصاره جلبک‌های قهوه‌ای هستند که خواص آنتی‌اکسیدانی آن‌ها به خوبی به اثبات رسیده است (Sharifian *et al.*, 2019). این گروه از ترکیبات در بسیاری از جلبک‌های قهوه‌ای توسط متابولیسم ثانویه و در پاسخ به استرس‌های محیطی سنتز می‌گردد ولی تاکنون در گیاهان خشکی‌زی یافت نشده است. فلوروتانین‌ها الیگومر یا پلی‌مرهایی از فلوروگلوکوسینول (۱)، ۳، ۵-تری‌هیدورکسی بنزن) با وزن‌های مولکولی متفاوت (۴۰۰۰۰-۴۰۰۰ دالتون) اند که در غلظت‌های مختلفی (۱ تا ۵ درصد وزن خشک در گونه‌های مختلف) در جلبک‌های قهوه‌ای وجود دارند (Liu, 2015). بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد که علی‌رغم استفاده گسترده از این ترکیبات در صنایع مختلف آرایشی، دارویی و غذایی، تاکنون گزارشی از استفاده از آن‌ها به عنوان محرک‌های رشد در جیره غذایی میگوی پرورشی وجود ندارد. از این رو در مطالعه حاضر تأثیر افزودن فلوروتانین استخراج شده از جلبک‌های قهوه‌ای به عنوان محرک‌های رشد به جیره غذایی میگوی پافسید غربی و پایش میزان رشد میگو در طی یک دوره پرورشی ۳۵ روزه مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. جمع آوری جلبک قهوه‌ای و استخراج

فلوروتانین

جلبک قهوه‌ای سارگاسوم از محدوده‌ی جزر و مدی ساحل چابهار در فصل زمستان به صورت دستی جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌های جلبک در آزمایشگاه تعیین گونه و سپس در سایه خشک گردید. جلبک‌های خشک شده با استفاده خردکن خانگی تا حد ممکن پودر و تا هنگام عصاره‌گیری در کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار در فریزر (۱۸^oC-) نگهداری شد. عصاره‌گیری از جلبک‌ها با حلال متانول ۷۰ درصد (با آب) انجام شد. ۱۰۰ گرم پودر جلبک با نسبت ۱ به ۴ (وزنی/حجمی) با حلال مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی در دمای اتاق به هم زده شد. مخلوط حاصله با استفاده از پشم شیشه صاف گردید. در ادامه عصاره حاصله به ترتیب با حلال کلروفرم و اتیل استات با نسبت ۱ به ۲ شستشو داده شد. محلول حاصل از شستشوی عصاره اولیه با اتیل استات، پس از جداسازی و جمع‌آوری به عنوان "فلوروتانین" در نظر گرفته شد (Liu, 2015). تأیید وجود فلوروتانین بر اساس روش ذکر شده توسط Sharifian و همکاران (۲۰۱۹) و با استفاده از تکنیک کروماتوگرافی لایه نازک انجام شد. میزان کل فلوروتانین با استفاده از استاندارد فلوروگلوکوسینول و محلول فولین سیوکالتو و به روش رنگ سنجی با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید (Sharifian and Shabanpour, 2021).

۲.۲. تیمار بندی پست لاروهای میگو و غذادهی

تعداد تقریبی ۳۰۰۰ پست لارو میگوی پاسفید غربی ۱۵ روزه از مرکز خصوصی تکثیر میگو واقع در کنارک خریداری شد و در پلاستیک‌های حمل دو لایه حاوی یک سوم آب و دو سوم اکسیژن به محل اجرای تحقیق منتقل شد. پس از انتقال، دوره سازگاری میگوها به مدت ۱۰ روز انجام شد. در طول دوره سازگاری میگوها با غذای کنسانتره شرکت اهورراش بوشهر تغذیه و آب مخازن به صورت روزانه

به میزان یک سوم حجم کل آب استخر تعویض گردید. پس از طی دوره سازگاری میگوها، تیمار بندی آزمایش به شرح ذیل انجام و میگوهای هر تیمار به مخازن پلی اتیلنی ۴۰۰ لیتری منتقل شد. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد و تمامی آزمایش‌ها با ۳ تکرار انجام گرفت: (۱) تیمار شاهد (۲) تیمار فلوروتانین ۱ درصد (۳) تیمار فلوروتانین ۳ درصد (۴) تیمار فلوروتانین ۵ درصد به منظور اضافه نمودن سطوح مختلف فلوروتانین (۱)، ۳ و ۵ درصد) به غذای کنسانتره ابتدا مقدار غذای لازم برای کل دوره ۵ هفته‌ای تحقیق برای هر تیمار را محاسبه و سپس سطوح مشخص فلوروتانین در آب مقطر حل و با اسپری کننده‌های جداگانه به سطح غذا اسپری گردید. در ادامه جیره غذایی در زیر هود آزمایشگاه به مدت ۴۸ ساعت خشک و آماده مصرف شد. جیره غذایی تیمار شاهد تنها با آب مقطر اسپری گردید (Choi et al., 2015). غذادهی بر اساس تخمین ۵ درصد زیتوده کل میگو در هر مخزن (هر دو هفته یکبار) و در دو وعده صبح و عصر انجام شد.

۳.۲. زیست سنجی میگو

زیست سنجی میگوها در هر تیمار در فاصله زمانی هفت روز یکبار انجام شد. برای این کار تعداد ۱۰ عدد میگو از هر تکرار به صورت تصادفی صید و میانگین طول کل (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) و وزن (با دقت ۰/۰۰۱) اندازه‌گیری شد. برای افزایش دقت سنج‌های مورد آزمایش، در ابتدا از هر مخزن ۱۰ میگو را روی ساچوک ریخته و با کاغذ خشک کن از پایین توری ساچوک آب سطح میگو تا حد امکان خشک شد. در ادامه نمونه‌ها وارد ظرف استیل حاوی آب قرار داده شد و وزن توده ۱۰ قطعه میگو تعیین گردید. برای محاسبه وزن هر میگو، از وزن کلی توده های میگوها بر تعداد میگوها تقسیم شد (Girri et al., 2002).

۴.۲. محاسبه شاخص‌های رشد

شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در طول

به صورت تصادفی از هر تیمار انتخاب، جدا و در بافر فسفات سدیم هموزن گردید. محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی، صاف و به عنوان عصاره آنزیمی روده در نظر گرفته شد (Akbari *et al.*, 2020). برای سنجش آمیلاز، سوبسترا با استفاده از ۱ درصد نشاسته در ۲۰ میلی مولار فسفات بافر سدیم (اسیدیته ۶/۹، محتوی ۰/۶ میلی مولار کلرید سدیم) تهیه شد (Natalia *et al.*, 2004). ۰/۵ میلی لیتر عصاره آنزیمی روده با ۰/۵ میلی لیتر سوبسترا مخلوط و وارد انکوباتور گردید (۳ دقیقه، ۵۵ درجه سانتیگراد). به مخلوط حاصل، ۰/۵ میلی لیتر اسید دی نیتروسالسیلیک اضافه و پس از قرار گرفتن در حمام آب جوش و خنک شدن، جذب در ۵۴۰ نانومتر قرائت گردید. میزان مالتوز آزاد شده (برحسب میلی گرم) در ۵۵ درجه سانتی گراد در طی ۳ دقیقه به عنوان یک واحد فعالیت آمیلاز در نظر گرفته شد. هر آزمون با سه تکرار انجام و میزان فعالیت بر حسب واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین گزارش شد. میزان فعالیت آنزیم پروتئاز بر اساس روش ذکر شده توسط Natalia و همکاران (۲۰۰۴) و با استفاده از کازئین (۰/۶۵٪) و وزنی/حجمی) به عنوان سوبسترا و تیروزین (۱/۱ میلی مولار) به عنوان استاندارد اندازه گیری شد. مقدار تیروزین آزاد شده (برحسب میکروگرم) در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه به عنوان یک واحد فعالیت پروتئاز در نظر گرفته و میزان فعالیت به صورت واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین گزارش شد. اندازه گیری میزان فعالیت آنزیم لیپاز بر اساس روش ذکر شده توسط Furné و همکاران (۲۰۰۵) و با استفاده از سوبسترا امولسیون روغن زیتون بکر در پلی وینیل الکل انجام گرفت. به صورت خلاصه ۱ میلی لیتر سوبسترا امولسیفه شده در محلول پلی وینیل الکل ۱ درصد و اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال، با ۰/۵ میلی لیتر بافر سیترات فسفات (pH = ۸) و ۰/۵ میلی لیتر عصاره آنزیمی مخلوط و به مدت ۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتیگراد انکوبه گردید. پس از انکوباسیون، توقف واکنش با محلول استون-اتانول (۱:۱) انجام شد. در ادامه، به مخلوط واکنش چند قطره

دوره آزمایش در فواصل زمانی یک هفته بر اساس روابط زیر محاسبه گردید (Choi *et al.*, 2015):

افزایش وزن = وزن نهایی (گرم) - وزن اولیه (گرم)

$$\times 100 = \frac{\text{میانگین وزن ثانویه-میانگین وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} = \text{افزایش وزن بدن (\%)}$$

$$\times 100 = \frac{\text{لگاریتم طبیعی وزن نهایی-لگاریتم طبیعی وزن اولیه}}{\text{روزهای پرورش}} = \text{نرخ رشد ویژه}$$

$$\text{افزایش وزن (گرم)} = \frac{\text{غذای مصرف شده (گرم)}}{\text{ضریب تبدیل غذایی}}$$

۵.۲. شاخص های کیفی آب

شاخص های فیزیکی و شیمیایی از جمله دمای آب، اکسیژن محلول، pH و شوری به صورت روزانه اندازه گیری شد (Girri *et al.*, 2002). میانگین دمای آب، شوری و محدوده pH در طول دوره پرورش به ترتیب ۰/۵۱ ± و ۳۱/۱۸ سانتیگراد و ۰/۴۱ ± و ۳۱/۰۲ قسمت در هزار و ۷/۹۷-۸/۵۲ بود. تغییرات میزان اکسیژن محلول در محدوده ۶/۲۸-۶/۵۴ قرار داشت.

۶.۲. اندازه گیری ترکیب بیوشیمیایی بدن

ترکیبات بیوشیمیایی گوشت میگوها شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر بر اساس دستورالعمل انجام شد (AOAC, 2002). میزان پروتئین کل با استفاده از دستگاه کج‌دال و پس از هضم نمونه‌ها اندازه گیری شد. چربی کل با استفاده از روش Bligh and Dyer (1959) و با کمک حلال‌های متانول و کلروفرم استخراج و سنجش شد. میزان خاکستر نیز پس از سوزاندن نمونه‌ها در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت تعیین شد.

۷.۲. سنجش فعالیت آنزیم‌های گوارشی

برای سنجش فعالیت آنزیمی، دستگاه گوارش ده میگو

ابتدا در میگوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۵ درصد فلوروتانین و در ادامه در میگوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد فلوروتانین مشاهده گردید ($P < 0/05$)، در حالی که در میان تیمارهای شاهد و فلوروتانین تفاوت معنی داری در انتهای دوره وجود نداشت ($P > 0/05$).

تأثیر جیره غذایی حاوی مقادیر مختلف فلوروتانین بر شاخص‌های رشد و تغذیه پست لارو میگوی پاسبید غربی در طی ۵ هفته پرورش در جدول ۱ نشان داده شده است. در میان تیمارهای مختلف، بالاترین افزایش وزن به میزان ۱۲۴۵/۲۳ میلی گرم در تیمار فلوروتانین ۵ درصد و کمترین آن در میگوهای گروه شاهد به میزان ۸۴۷/۶۴ میلی گرم وجود داشت ($P < 0/05$). از نظر افزایش وزن، بین میگوهای شاهد و میگوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۱ درصد فلوروتانین تفاوت معنی داری وجود نداشت ($P > 0/05$). از نظر درصد افزایش وزن بدن، کارایی جیره‌های مختلف به صورت شاهد=فلوروتانین ۱ < فلوروتانین ۳ < و فلوروتانین ۵ درصد بود. کمترین میزان نرخ رشد به میزان ۲۶/۵۲ میلی گرم در روز در تیمار شاهد و بیشترین آن به میزان ۳۷/۹۸ میلی گرم در روز در میگوهای میگوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۵ درصد فلوروتانین وجود داشت ($P < 0/05$). بالاترین میزان نرخ رشد ویژه به میزان ۳/۴۱ درصد در روز نیز در تیمار فلوروتانین ۵ درصد مشاهده گردید. میزان ضریب تبدیل غذایی از ۲/۰۹ در تیمار شاهد تا ۱/۴۵ در تیمار فلوروتانین ۵ درصد متغیر بود ($P < 0/05$). در تمامی شاخص‌های رشد و تغذیه بررسی شده، جیره غذایی حاوی ۵ درصد فلوروتانین و در ادامه جیره حاوی ۳ درصد فلوروتانین بالاترین کارایی را نشان داد، در حالی که بین میگوهای شاهد و میگوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۱ درصد فلوروتانین تفاوت معنی داری مشاهده نگردید ($P > 0/05$).

میزان فعالیت آنزیم آمیلاز، پروتئاز و لیپاز در پست لارو میگوی پاسبید غربی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی غلظت‌های مختلف فلوروتانین در انتهای دوره پرورش ۳۵ روزه در نمودار شکل ۲ نشان داده شده است.

اندیکاتور فنل فتالین (۱٪ در اتانول) اضافه و با هیدروکسید سدیم ۰/۰۵ نرمال تیترا گردید. در ادامه جذب محلول در ۴۸۰ نانومتر قرائت شد. هیدرولیز ۱ میکرواکی‌والانت از اسیدهای چرب در مدت زمان یک ساعت در شرایط آزمایش (pH=۷/۷ و دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به عنوان یک واحد فعالیت آنزیم لیپاز در نظر گرفته شد.

۸.۲. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

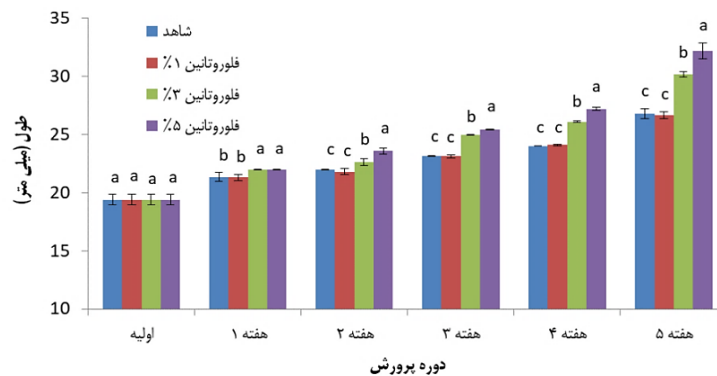
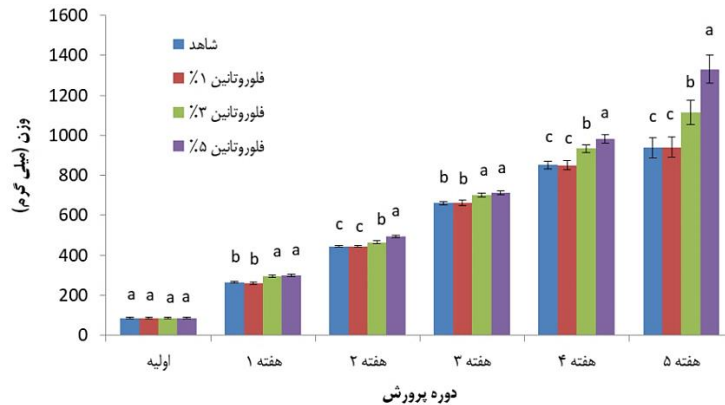
رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار میکروسافت اکسل و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تجزیه واریانس یک طرفه (one way ANOVA) در نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد. مقایسه میانگین شاخص‌های هر تیمار با استفاده از پس آزمون دانکن و در سطح معنی داری ۵ درصد انجام گرفت. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و هم چنین همگنی واریانس‌ها به ترتیب از آزمون کولموگراف اسمیرنوف و لون استفاده شد.

۳. نتایج

میانگین وزن (بر حسب گرم) و طول (بر حسب میلی‌متر) پست لارو میگوی پاسبید غربی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی غلظت‌های مختلف فلوروتانین طی ۳۵ روز در نمودار ۱ نشان داده شده است. میانگین طول و وزن پست لاروهای اولیه به ترتیب برابر با ۱۹/۴۰ میلی‌متر و ۸۵/۲۱ گرم بود. با افزایش روزهای پرورش، طول و وزن تمامی تیمارها به طور معنی داری افزایش یافت ($P < 0/05$). با این وجود میزان افزایش، در میان گروه‌های مختلف متفاوت بود و بالاترین میزان افزایش در میگوهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۵ درصد فلوروتانین مشاهده گردید ($P < 0/05$). در انتهای دوره آزمایش یعنی هفته پنجم، میانگین وزن میگوها در تیمارهای فلوروتانین ۵، ۳، ۱ درصد و شاهد به ترتیب برابر با ۱۳۳۰/۹۰، ۱۱۱۵/۵۴، ۹۴۰/۸۱ و ۹۳۸/۱۳ میلی‌گرم بود ($P < 0/05$). در انتهای دوره پرورش، بالاترین میزان طول و وزن در

آنزیم را داشتند ($P < 0/05$). تفاوت فعالیت آنزیم آمیلاز و پروتئاز بین تیمارهای شاهد و جیره حاوی ۱ درصد فلوروتانین معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). در آنزیم لیپاز نیز بالاترین میزان فعالیت در هر در غلظت ۵ درصد مشاهده گردید که به طور معنی‌داری نسبت به دیگر غلظت‌ها بیش‌تر بود ($P < 0/05$).

در میگوهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی فلوروتانین، میزان آنزیم هر سه آنزیم بسته به غلظت فلوروتانین متفاوت بود و بالاترین میزان فعالیت در میگوهای تغذیه شده با جیره حاوی جیره غذایی حاوی ۵ درصد فلوروتانین مشاهده گردید. در ادامه میگوهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۳ درصد فلوروتانین بالاترین فعالیت

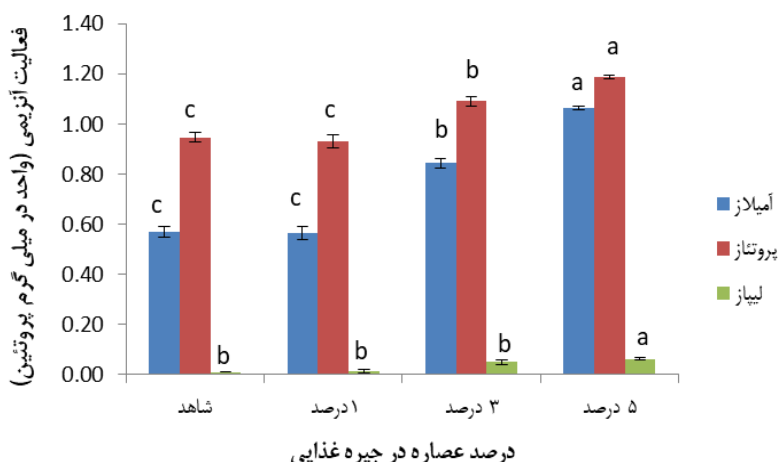


شکل ۱- نمودار میانگین وزن و طول پست لارو میگوی پا سفید غربی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی غلظت‌های مختلف فلوروتانین طی ۳۵ روز (حروف کوچک انگلیسی غیر یکسان در بالای ستون‌ها بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین جیره‌های غذایی است)

جدول ۱- میانگین (mean±sd) تأثیر جیره غذایی حاوی مقادیر مختلف فلوروتانین بر شاخص‌های رشد و تغذیه پست لارو میگوی پا سفید غربی در طی ۵ هفته پرورش.

جیره غذایی				
فلوروتانین ۵٪	فلوروتانین ۳٪	فلوروتانین ۱٪	شاهد	
۱۲۴۵/۲۳ ± ۷۴/۱۰ ^c	۱۰۳۰/۱۱ ± ۶۴/۰۰ ^b	۸۵۵/۲۰ ± ۵۴/۲۸ ^a	۸۴۷/۶۴ ± ۵۴/۱۹ ^{a*}	افزایش وزن (گرم)
۱۳۲۹/۳۰ ± ۷۰/۰۲ ^c	۱۱۱۴/۱۸ ± ۶۰/۱۲ ^b	۹۳۹/۲۷ ± ۵۰/۰۰ ^a	۹۳۱/۶۲ ± ۵۰/۲۲ ^a	درصد افزایش وزن بدن
۳۷/۹۸ ± ۲/۰۰ ^c	۳۱/۸۳ ± ۱/۷۱ ^b	۲۶/۸۴ ± ۱/۴۲ ^a	۲۶/۶۲ ± ۱/۴۳ ^a	نرخ رشد (mg/day)
۳/۴۱ ± ۰/۱۲ ^c	۳/۱۹ ± ۰/۱۳ ^b	۲/۹۸ ± ۰/۱۲ ^a	۲/۹۷ ± ۰/۱۳ ^a	نرخ رشد ویژه (%/day)
۱/۴۵ ± ۰/۰۶ ^c	۱/۷۲ ± ۰/۰۷ ^b	۲/۱۱ ± ۰/۰۴ ^a	۲/۰۹ ± ۰/۰۸ ^a	ضریب تبدیل غذایی

* حروف کوچک انگلیسی غیر یکسان در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار هر شاخص در سطح ۵ درصد است.



شکل ۲- نمودار میانگین (\pm انحراف معیار) آنزیم آمیلاز، پروتاز و لیپاز پست لارو میگوی پا سفید غربی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی غلظت‌های مختلف فلوروتانین طی ۳۵ روز (حروف کوچک انگلیسی غیر یکسان در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار آنزیم در سطح ۵ درصد است)

جدول ۲- میانگین ($\text{mean} \pm \text{sd}$) درصد ترکیبات تقریبی بیوشیمیایی در وزن خشک میگوی پا سفید غربی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی غلظت‌های مختلف فلوروتانین طی ۳۵ روز

جیره غذایی				
فلوروتانین ۵٪	فلوروتانین ۳٪	فلوروتانین ۱٪	شاهد	
$24/23 \pm 0/36^a$	$25/01 \pm 0/44^a$	$24/20 \pm 0/28^b$	$24/12 \pm 0/36^{b*}$	ماده خشک (%)
$75/62 \pm 0/22^a$	$75/12 \pm 0/65^a$	$74/41 \pm 0/33^b$	$73/62 \pm 0/76^b$	پروتئین
$6/98 \pm 0/11^a$	$6/83 \pm 0/41^a$	$5/84 \pm 0/22^b$	$5/62 \pm 0/43^b$	چربی
$10/41 \pm 0/36^a$	$10/19 \pm 0/84^a$	$10/84 \pm 0/33^a$	$10/97 \pm 0/23^a$	خاکستر

* حروف کوچک انگلیسی غیر یکسان در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار هر شاخص در سطح ۵ درصد است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از مکمل‌های غذایی رشد در آبی‌پروری یکی از روش‌های متداول برای بهبود افزایش وزن، کارایی غذا و مقاومت به بیماری در میگوهای پرورشی است (Choi et al., 2015). تحقیقات مختلف نشان داده است که میزان رشد و تغذیه میگو در محیط‌های پرورشی متأثر از عوامل مختلفی شامل نوع گونه، سن، نوع غذا و تعداد دفعات غذادهی، فاکتورهای محیطی و ... است. در میان عوامل مختلف، تغذیه نقش حیاتی را در میزان رشد و سلامت پرورش میگو بازی می‌کند. بسته به نوع

تغییرات در میزان ترکیبات تقریبی میگوی پا سفید غربی پا سفید غربی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی غلظت‌های مختلف فلوروتانین در جدول ۲ نشان داده شده است. در میان جیره‌های غذایی مختلف، بالاترین میزان پروتئین و چربی اندازه‌گیری شده در میگوهای تیمارهای فلوروتانین ۵ و ۳ درصد وجود داشت که به طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای شاهد و فلوروتانین ۱ درصد بیش تر بود ($P < 0/05$). از نظر میزان خاکستر، بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0/05$).

تغذیه را در میگوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد پربیوتیک مانان الیگوساکارید مشاهده نمودند. آن‌ها نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی را در تیمار ۳ درصد به ترتیب ۱/۷۱ درصد در روز و ۳/۴۲ گزارش نمودند که از لحاظ کارایی نسبت به مطالعه ما برای هر دو نوع جیره بسیار پایین‌تر بود. دلایل این تفاوت فارغ از میزان وزن اولیه متفاوت میگوها و هم چنین شرایط زیست آن‌ها می‌تواند به دلیل نوع ترکیبات زیست فعال استفاده شده در مطالعه حاضر باشد. مطالعات قبلی نشان داده است ترکیبات زیست فعال مختلف شامل آلکانوئیدها، فلاونوئیدها، رنگدانه‌ها، ترکیبات فنولی (فلوروتانین)، تریپن‌ها و پلی‌ساکاریدهای سولفات‌ه‌ موجود در عصاره گیاهان یکی از عوامل دخیل در افزایش رشد و اشتها در آبزیان است (Rempel and Schlenk, 2008). از این رو به نظر می‌رسد که افزایش رشد در پست لاروهای میگوی پا سفید غربی در مطالعه حاضر به دلیل وجود این ترکیبات زیست فعال باشد. بهبود شاخص‌های رشد با استفاده از جیره‌های غنی شده با عصاره‌های حاوی ترکیبات زیست فعال در دیگر آبزیان پرورشی نیز به اثبات رسیده است. بررسی نتایج قبلی نشان می‌دهد که افزایش رشد و بهبود کارایی تغذیه در میگو در طی دوره پرورش با استفاده از عصاره جلبک یا پودر جلبک‌های مختلف می‌تواند باعث بهبود رشد میگوها گردد و میزان این رشد وابسته به غلظت است. چنین الگویی در مطالعه ما نیز مشاهده گردید و در هر دو جیره غذایی، بالاترین میزان رشد در میگوهای تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی ۵ درصد فلوروتانین در مقایسه با دیگر جیره‌ها یعنی ۱ و ۳ درصد یا شاهد وجود داشت ($P < 0.05$). Dashtiannasab و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق خود گزارش نمودند که میزان رشد در میگوهای پا سفید غربی تغذیه شده با جیره‌های حاوی نسبت‌های مختلف جلبک سارگاسوم (*Sargassum angustifolium*) به طور معنی‌داری متفاوت و وابسته به غلظت بوده است. سودمندی جلبک‌ها در بهبود عملکرد جیره و افزایش رشد احتمالاً به دلیل وجود ویتامین‌ها، مواد معدنی، ترکیبات زیست فعال و متعاقباً

سیستم پرورشی، استفاده از مکمل‌ها در بسیاری از سیستم‌های پرورش می‌تواند مفید باشد. چرا که کیفیت خوراک می‌تواند در بهبود ضریب تبدیل، رشد سریع و تلفات کمتر میگو و کیفیت بهتر آب مؤثر باشد. هم‌چنین کیفیت خوراک و تغذیه می‌تواند با تأثیرگذاری چندجانبه در کیفیت آب و تولید میگوی مقاوم و سالم‌تر و کنترل بروز بیماری‌ها در مباحث مدیریتی پرورش و تکثیر میگو از اهمیت خاصی برخوردار باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزودن نسبت‌های مختلف فلوروتانین (۳ و ۵ درصد) استخراج شده از جلبک قهوه‌ای سارگاسوم به جیره غذایی باعث افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذایی در میگوی پا سفید غربی در طی دوره پرورش در مقایسه با میگوهای شاهد تغذیه شده با جیره معمولی شده است ($P < 0.05$). مقایسه غلظت‌های مختلف این دو ترکیب نیز نشان داد که بهبود شاخص‌های رشد در میگوهای تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی ۵ درصد فلوروتانین نسبت به دیگر غلظت‌ها یعنی ۳ و ۱ درصد بالاتر بوده است ($P < 0.05$). اگرچه تاکنون در زمینه بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه در میگوی پا سفید غربی با استفاده از مکمل‌های فلوروتانین استخراج شده از جلبک قهوه‌ای سارگاسوم گزارشی منتشر نشده است، اما گزارش‌های تحقیقی متعددی درباره افزایش رشد و تغذیه با استفاده از مکمل‌های مختلف در آبزیان وجود دارد. Bameri و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر سطوح مختلف (۱، ۳ و ۵ گرم عصاره) به ازای هر کیلوگرم جیره) عصاره اتانولی گیاه هالوفیت سالیکورنیا (*Salicornia persica*) در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد و تغذیه میگوهای جوان پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) در طی یک دوره پرورش ۴۵ روز را بررسی و گزارش نمودند که بهترین عملکرد رشد در جیره حاوی ۵ گرم عصاره اتانول وجود داشته است. Akrami و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک مانان الیگوساکارید (۱/۵، ۳ و ۴/۵ گرم در کیلوگرم جیره) بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بازماندگی میگوی پا سفید غربی بررسی و بیش‌ترین عملکرد رشد و

گیاهان دارویی باعث تحریک فعالیت دستگانه گوارش، کاهش زمان عبور غذا از دستگانه گوارش و جذب سریع مواد غذایی در شرایط پرورشی می‌گردد.

ترکیبات شیمیایی بدن یک آبزی و متعاقباً تغییرات آن در طی دوره پرورش به عوامل مختلف ذاتی و غیر ذاتی از قبیل گونه، سن، جنس، شرایط محیطی، فصل، تغذیه و فاکتورهای وابسته به آن بستگی دارد (Deng et al., 2011). نتایج پژوهش حاضر نشان داد در میان جیره‌های غذایی مختلف استفاده شده، بالاترین میزان پروتئین و چربی اندازه‌گیری شده در میگوهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۵ درصد فلوروتانین وجود داشته است ($P < 0/05$). از نظر میزان خاکستر، بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری وجود نداشت ($P > 0/05$). تأثیرپذیری ترکیبات شیمیایی بدن از تغییرات جیره غذایی در طول دوره پرورش در مطالعات مختلفی نشان داده شده و به اثبات رسیده است. Akbary و همکاران (۲۰۲۰) عملکرد رشد و ترکیب اسیدهای چرب در میگوی پاسبید غربی (*Litopenaeus vannamei*) تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره جلبک دونالیلا (*Dunaliella salina*) را بررسی و استفاده از عصاره جلبک دونالیلا در سطح ۱ گرم بر کیلوگرم غذا را برای بهبود عملکرد رشد و ترکیب اسیدهای چرب بدن در میگوی پاسبید غربی پیشنهاد کردند. Bameri و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر سطوح مختلف عصاره اتانولی گیاه هالوفیت سالیکورنیا (*Salicornia persica*) در جیره غذایی بر ترکیبات شیمیایی میگوهای جوان پاسبید غربی در انتهای دوره پرورش را مثبت و معنی‌دار گزارش نموده و نشان دادند که استفاده از عصاره گیاه سالیکورنیا تأثیر مثبتی بر رشد و ترکیبات لاشه دارد. آن‌ها استفاده از عصاره گیاه سالیکورنیا به میزان ۵ گرم در هر کیلوگرم غذا در مراکز پرورش میگوی پاسبید غربی را توصیه نمودند که از لحاظ کمیت عصاره و کارایی آن قابل مقایسه با غلظت مشابه فلوروتانین در

تعدیل متابولیسم لیپیدها و بهبود جذب مواد غذایی است (Radhakrishnan et al., 2016).

وجود و میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی در بدن آبزیان پرورشی یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی پذیرش غذا، ظرفیت گوارش و تخمین میزان نیاز غذایی آبزیان در طول دوره پرورش است (Akbari et al., 2020). سنجش میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی آمیلاز، پروتئاز و لیپاز در مطالعه حاضر نشان داد وجود ترکیبات زیست فعال فلوروتانین در جیره غذایی به طور معنی داری باعث افزایش فعالیت آنزیمی شده است. هم‌چنین بررسی نتایج نشان داد که میزان افزایش فعالیت آنزیمی در میگوهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی سطوح بالاتر فلوروتانین نسبت به غلظت‌های پایین‌تر یا شاهد بیش‌تر بوده است ($P < 0/05$). تاکنون در مطالعات مختلف افزایش میزان فعالیت آنزیمی در آبزیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی غنی شده با گیاهان دارویی یا جلبک‌های حاوی ترکیبات زیست فعال به اثبات رسیده است. Shahraki و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود نشان دادند که تجویز خوراکی عصاره زنجبیل (*Zingiber officinale*) با میزان ترکیبات زیست فعال بالا بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی میگوی پاسبید غربی مؤثر بوده و سطح فعالیت آنزیمی در میگوهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی نسبت‌های بالای عصاره به طور معنی داری نسبت به شاهد بیش‌تر بوده است که در تطابق با مطالعه حاضر است. تحقیقات نشان داده است ترکیبات زیست فعال علاوه بر خواص آنتی‌اکسیدانی، منجر به افزایش ترشح آنزیم‌های گوارشی و تسهیل هضم سریع مواد غذایی به ویژه چربی‌ها می‌گردند (Venkatramalingam et al., 2007). هم‌چنین مشخص شده است که مکمل‌های غذایی نقش مهمی در تولید آنزیم‌های گوارشی برونزا دارند که مسئول جذب مواد مغذی بوده و باعث تحریک ترشح آنزیم‌های گوارشی درون‌زا دستگانه گوارش در لاروهای میگوی پاسبید غربی می‌شوند (Zhou et al., 2009). نتایج این مطالعه هم‌چنین در تطابق با نتایج Khan و همکاران (۲۰۱۲) است که گزارش نمودند ترکیبات زیست فعال موجود در عصاره

نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از ترکیبات زیست فعال فلوروتانین استخراج شده از جلبک قهوه‌ای سارگاسوم در جیره غذایی می‌تواند منجر به بهبود عملکرد رشد، تغذیه، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و ترکیب شیمیایی بدن میگوی پا سفید غربی در طی دوره پرورش گردد. میزان تأثیر مکمل وابسته به غلظت بود و بیش‌ترین کارایی در جیره‌های غذایی حاوی سطح ۵ درصد ترکیب زیست فعال مشاهده گردید.

تقدیر و تشکر

از تمامی کارشناسان آزمایشگاه مرکزی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار و آقای مهندس اژدری صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

مطالعه حاضر است. عموماً دلیل بهبود ترکیب شیمیایی بدن میگو در پژوهش‌های با جیره غذایی مرتبط با جلبک یا ترکیبات جلبکی به خوش طعم بودن و سطح بالای پروتئین (۵۳ درصد)، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و اسیدهای چرب در جلبک‌ها یا عصاره آن‌ها نسبت داده شد، که با قرار گرفتن در وعده غذایی میگو می‌تواند به طور مستقیم باعث افزایش سرعت رشد و بهبود ترکیب شیمیایی بدن گردد (Jaimes *et al.*, 2006). به بیان دیگر تغییر در میزان پروتئین و چربی خام بدن میگو در طی دوره پرورش می‌تواند ناشی از تغییر در سنتز این ترکیبات، میزان ذخیره در عضلات و میزان رشد مختلف میگوها باشد (Radhakrishnan *et al.*, 2016). به طور کلی انواع ترکیبات زیست فعال و رنگدانه‌های کاروتنوئیدی موجود در جلبک می‌تواند نقش قابل توجهی بر سوخت و ساز پروتئین‌ها و چربی‌ها و در نهایت بهبود کیفیت لاشه میگو داشته باشد (Akbari *et al.*, 2020).

۵. منابع

References

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2000. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Akbari, P., Ali, M., Gholamhosseini, A., Amini khoei, Z., 2020. Growth performance and fatty acid composition in shrimp, *Litopenaeus vannamei* fed with different concentrations of *Dunaliella salina* extract. *Iranian Science of Fisheries Journal* 29 (4), 61-71.
- Akrami, R., Dousti, A., Chitsaz, H., Razeghi Mansour, M., 2019. Effect of dietary prebiotic Mannan oligosaccharide on growth, survival and body composition of the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) juvenile. *New Technologies in Aquaculture Development (Journal of Fisheries)* 4 (24), 59-66.
- Bameri, S., Rezaei Tavabe, K., Rafiee, G., Amini khoei, Z., 2021. Effect of different levels of ethanolic extract of *Salicornia persica* halophytic plant on growth indices, body composition and antioxidant enzymes activities of the *Litopenaeus vannamei* shrimp. *Iranian Science of Fisheries Journal* 30 (1), 135-147.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J., 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37, 911-917.
- Chebanov, M., Billard, R., 2001. The culture of sturgeon in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquatic Living Resources* 14, 375-381.

- Choi, Y.H., Lee, B.J., Nam, T. J., 2015. Effect of dietary inclusion of *Pyropiayezoensis* extract on biochemical and immune responses of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture* 435, 347–353.
- Dashtiannasab, A., Mesbah, M., Peyghan, R., Kakoolaki, S., 2014. The effects of brown algae *Sargassum angustifolium* extract on growth performance, survival and Vibriosis resistance in shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Iranian Science of Fisheries Journal* 23 (3), 31-40
- Ettefaghdoost, M., Alaf Noveirian, H., Sajjadi, M.M., Falahatkar, B., 2021. Effects of dietary supplementation of astaxanthin on antioxidant status and digestive enzyme activities of the oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*). *Journal of Fisheries* 74 (3), 363-374
- Faal, M., Manouchehri, H., Changizi, R., Bootorabi, F., Khoramizadeh, M.R., 2021. Effect of Resveratrol as a natural polyphenolic compound on liver enzymes and growth factors of Zebra fish (*Danio rerio*). *Journal of Fisheries* 74 (3), 391-400
- FAO, 2020. Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets. Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets. FAO.
- Furné, M., Hidalgo, M.C., López, A., García-Gallego, M., Morales, A.E., Domezainb, A., Domezainé, J., Sanz, A., 2005. Digestive enzyme activities in Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. A comparative study. *Aquaculture* 250 (1), 391-398.
- Liu, X., 2015. Extraction and Antioxidant Activity of Phlorotannins from Edible Brown Algae. Master Thesis. North Carolina State University.
- Natalia, Y., Hashim, R., Ali, A., Chong, A., 2004. Characterization of digestive enzymes in a carnivorous ornamental fish, the Asian bonytongue *Scleropages formosus* (Osteoglossidae). *Aquaculture* 233 (1–4), 305–320.
- Radhakrishnan, S., Belal, I. E. H., Seenivasan, C., Muralisankar, T., and Bhavan, P. S., 2016. Impact of fishmeal replacement with *Arthrospira platensis* on growth performance, body composition and digestive enzyme activities of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture Reports* 3, 35-44.
- Rempel, M.A., Schlenk, D., 2008. Effects of Environmental Estrogens and Antiandrogens on Endocrine Function, Gene Regulation, and Health in Fish. *International Review of Cell and Molecular Biology* 267, 207-52.
- Shahraki, N., Iman Pour, M. R., Akbary, P., 2020. Effect of dietary administration of a *Zingiber officinale* extract on digestive enzyme activity and some biochemical parameters of western whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Iranian Science of Fisheries Journal* 29 (3), 45-55
- Sharifian, S., Shahbanpour, B., Taheri, A., Kordjazi, M., 2019. Effect of phlorotannins on melanosis and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. *Food Chemistry*, 124980.
- Zhou, X.X., Wang, Y. and Li, W.F., 2009. Effect of probiotic on larvae shrimp (*Penaeus vannamei*) based on water quality, survival rate and digestive enzyme activities. *Aquaculture* 287(3-4), 349–353.