Journal of Aquaculture Sciences 11(21): 74-84 (2023)
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

نشریه علوم آبزی‌پروری
دوره ۱۱، شماره ۲۱: ۷۴-۸۴ (۱۴۰۲)

اثر آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) غنی‌شده با ریزجلبک کیتوسروس (*Chaetoceros* sp.) بر عملکرد رشد و ترکیب شیمیایی بدن میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)

پریا اکبری[1*]، جواد امیری[2]

[1]گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران.
[1]سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات شیلات آبهای دور چابهار، چابهار، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۹**

چکیده

یکی از عواملی که منجر به توسعه پرورش، ارتقای رشد نرمال و حفظ سلامت میگو در دو دهه اخیر شده است استفاده از رژیم غذایی مناسب با کیفیت بالا می‌باشد. تحقیق حاضر، به‌منظور بررسی اثر آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) غنی‌شده با ریزجلبک کیتوسروس (*Chaetoceros* sp.) بر عملکرد رشد و ترکیب شیمیایی بدن میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) صورت گرفت. آزمایش‌های انجام شده درقالب یک طرح کاملاً تصادفی در قالب ۴ تیمار غذایی و هر تیمار شامل سه تکرار در ۱۲ مخزن ۶۰ لیتری آب صورت گرفت. ناپلی‌های آرتمیا از ریز جلبک کیتوسروس با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۳}، ۳۴۸×۱۰^{۳} و ۴۴۲×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر غنی‌سازی شدند و پست لاروهای ۱۲ روزه میگو ۴ بار در روز طی یک دوره دو ماهه با آرتمیای غنی‌سازی شده و گروه شاهد تنها از ناپلی آرتمیای غنی‌نشده تغذیه شدند. نتایج حاصل نشان داد که وزن به‌دست آمده (۸۸۷/۹۵±۰/۳۷ درصد)، وزن نهایی (۲/۷۶±۰/۳۶ گرم)، متوسط وزن روزانه (۵/۲۰±۰/۴۱ گرم بر روز) و نرخ رشد روزانه (۳/۷۹±۰/۱۴ درصد) پست لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر ریز جلبک، افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای تغذیه شده با تراکم ۳۴۸×۱۰^{۳} و ۴۴۲×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر ریز جلبک و گروه شاهد شد ($P<۰/۰۵$). همچنین اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذایی تیمارهای تغذیه شده با تراکم های مختلف ریز جلبک نسبت به گروه شاهد وجود داشت ($P<۰/۰۵$). علاوه بر این تیمار تغذیه شده با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر ریز جلبک بیشترین پروتئین خام (۳۵/۹۷±۱ درصد)، چربی خام (۶/۵۴±۰/۵۶ درصد)، خاکستر (۱۱/۲۳± ۰/۳۳ درصد) و مجموع اسیدهای آمینه (۱۰/۰۲±۰/۱۵ گرم اسید آمینه/گرم نمونه) را داشت ($P<۰/۰۵$). براساس نتایج، تغذیه پست لاروهای میگو با ناپلی آرتمیای غنی‌شده با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر ریزجلبک کیتوسروس به‌منظور بهبود شاخص‌های رشد، تغذیه، کیفیت شیمیایی بدن و پروفایل اسیدهای آمینه پیشنهاد می‌شود.

کلید واژگان: میگو پاسفید غربی، ریزجلبک کیتوسروس، شاخص رشد، ناپلی آرتمیا، ترکیب شیمیایی بدن

*نویسنده مسئول paria.akbary@gmail.com

مقدمه

با تقاضای فرآورده‌های دریایی تخمین زده می‌شود که تا سال ۲۰۲۰ میلادی، نزدیک به نیمی از محصولات دریایی بایستی از طریق تکثیر و پرورش تولید گردند (معزی و همکاران، ۱۳۹۸). در دو دهه اخیر صنعت تکثیر و پرورش میگو رشد چشمگیری داشته است (Treece and FOX, 1999). بنابراین لزوم برنامه‌ریزی دقیق در این صنعت با توجه به ویژگی‌های اقتصادی، اجتماعی و بوم‌شناختی هر منطقه پیش‌بینی می‌گردد. یکی از عواملی که منجر به توسعه انفجاری پرورش میگو، ارتقای رشد نرمال و حفظ سلامت میگو در دو دهه اخیر شده است استفاده از رژیم غذایی مناسب با کیفیت بالا می‌باشد (Ghaeni *et al*., 2011). بهترین جزء ترکیب شیمیایی رژیم غذایی، میزان پروتئین می‌باشد. پروتئین به‌عنوان ماده اصلی ساخت و ساز و رشد و نمو آبزیان اهمیت بسیاری دارد. به‌علاوه نمی‌توان پروتئین را به‌وسیله مواد دیگر مانند چربی و قند جایگزین کرد. پروتئین‌ها دارای اسیدهای آمینه گوناگون به‌ویژه اسیدهای آمینه ضروری هستند که امکان انجام فرآیندهای زیستی در موجودات زنده را فراهم می‌کنند (Radhakrishnan *et al*., 2016). اگر مقدار اسیدهای آمینه ضروری در پروتئین کافی نباشد، پروتئین به‌نحو مناسبی توسط آبزیان مصرف نمی‌شود. حتی در مورد غذای زنده و کنسانتره عدم وجود یا کافی نبودن اسیدهای آمینه ضروری می‌تواند سبب بروز مشکلاتی در آبزیان گردد (Atanassiff *et al*., 2014). بنابراین در هنگام انتخاب غذای زنده برای پرورش باید به تمام عوامل ذکر شده فوق توجه نمود. همچنین خوراک زنده به‌دلیل ارزش غذایی بالا، تحرک و اندازه مناسب غذای ایده‌آلی در مراحل اولیه رشد آبزیان محسوب می‌شود. به‌علت حضور فاکتورهای اصلی رشد و قابلیت هضم بالا در خوراک زنده، استفاده از آن‌ها در صنعت پرورش آبزیان منجر به افزایش رشد، بقاء و کارایی تبدیل غذا و افزایش پاسخ ایمنی آبزیان می‌شود (Divya *et al*., 2014).

ریزجلبک‌ها یکی از غذاهای اصلی در آبزی‌پروری محسوب می‌شود که اگرچه تولید آن پرهزینه است ولی تاکنون جایگزینی برای آن پیدا نشده است (Iba *et al*., 2014). تغذیه از فیتوپلانکتون‌هایی نظیر *Tetraselmis*، *Chaetoceros*، *Thalassiosira*، *Nanochloropsis* و *Isochrysis* تقریباً ۹۰ درصد از تولیدات آبزیان را فراهم می‌سازد (Garcia *et al*., 2012).

ناپلئوس تازه تفریخ شده آرتمیا عمدتاً به‌دلیل اندازه کوچک، ارزش غذایی بالا و جذابیت خاصی که دارد مورد توجه پرورش‌دهندگان ماهیان و میگو می‌باشد (Prusinska *et al*., 2011). قابلیت استفاده از آرتمیا به‌عنوان حامل مناسب ویتامینها، رنگدانه‌ها، مواد شیمیایی، آنتی‌بیوتیک‌ها، واکسن‌ها و هورمون‌ها باعث شده تا این ارگانیسم از جایگاه ویژه‌ای در صنعت آبزی‌پروری برخوردار باشد و روز به روز بر اهمیت آن افزوده شود (Navarro and Sargent, 1992). استفاده از آرتمیا در غنی‌سازی بیشتر به خاطر تغذیه غیر انتخابی، اندازه کوچک، ایجاد جاذبه برای ماهیان و میگو، ارزش غذایی بالا و سهولت دسترسی می‌باشد (Kim *et al*., 2002). ارزش غذایی در بین گونه‌های مختلف آرتمیا متفاوت است و این تفاوت را می‌توان توسط روش‌های غنی‌سازی کاهش داد (Bengtson *et al*., 1991; Sorgeloos *et al*., 2001). غنی‌سازی آرتمیا از لحاظ برخی عوامل مانند رشد، بقاء، کیفیت و مقاومت لارو تأثیر بسزایی بر افزایش تولید انواع آبزیان خواهد داشت (Kim *et al*., 2002؛ سید مرتضایی و همکاران، ۱۳۹۹).

مطالعات متعددی در زمینه اثر غنی‌سازی آرتمیا یا عصاره جلبک دریایی پادینا (*Padina* sp.) ریزجلبک اسپیرولینا (*Arthrospira platensis*)، جایگزینی ریز جلبک‌های *Nanofrustulum* و *Tetraselmis* و جایگزینی ریز جلبک اسپیرولینا بر عملکرد رشد، میزان بقاء و ترکیب بیوشیمیایی بدن برخی گونه‌های آبزیان پرورشی از جمله، میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) (خورشیدیان و همکاران، ۱۳۹۳؛ Hanel *et al*., 2007)، میگوی آب شیرین (*Macrobrachium resenbergii*) (Bhavan *et al*., 2010; Radhakrishnan *et al*., 2016)، سالمون اطلس (*Salmo salar*) (Kiron *et al*., 2012) و ماهی کپور هندی (*Catla catla*) (Divya *et al*., 2014) صورت گرفته است.

با توجه به کاهش عرضه صید دورریز شیلات و نگرانی مختلف در مورد کیفیت آن، صنعت آبزی‌پروری در حال حاضر در تلاش جستجو و مطالعه در زمینه منابع پروتئینی جایگزین در خوراک آبزیان می‌باشد. بنابراین با توجه به نیاز منابع پروتئینی جایگزین به‌جای آرد ماهی، توجه بسیاری به استفاده از محصولات محلی و منطقه‌ای از جمله

پروتئین های تک‌سلولی از جمله مخمر ها، باکتری ها و ریزجلبک‌ها شده است. از طرفی، به‌منظور استفاده ریزجلبک در پرورش آبزیان توجه به معیارهای مختلف ریزجلبک از جمله عدم سمیت، ارزش غذایی بالا، اندازه و شکل سلول، و دیواره سلولی قابل هضم حائز اهمیت است. از آنجا که پروتئین و ویتامین و وجود اسید آمینه‌های ضروری از جمله لوسین، ایزولوسین، لیزین، میتونین، فنیل‌آلانین و والین از عوامل ا صلی تعیین کننده ارزش غذایی ریزجلبک می‌با شد و تاکنون مطالعه کمی در زمینه امکان استفاده از آرتمیا ارومیانا غنی‌شده با ریزجلبک کیتوسروس بر عملکرد رشد و بهبود ترکیب بیوشیمیایی بدن میگوی پاسفید غربی صورت گرفته و داده های موجود از نظر بهینه تراکم سلولی این ریزجلبک در تغذیه میگو بسیار محدود است بنابراین این تحقیق به بررسی تأثیر استفاده از آرتمیا ارومیانا غنی شده با جلبک کیتوسروس در مراکز تکثیر میگو بر بهبود ترکیب بدن و عملکرد رشد میگوی پاسفید غربی می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

تأمین پست لارو (۱۲ روزه) میگو پاسفید غربی: ۳۰۰۰ پست لارو میگوی پاسفید غربی ۲۵ روزه از مرکز خصوصی تکثیر میگو واقع در کنارک خریداری و توسط پلاستیک حمل دو لایه در حالی‌که یک سوم آن از آب و ما بقی از هوا پر شده بود به محل اجرای تحقیق انتقال داده شدند. سپس در دو مخزن ۳۰۰ لیتری به‌مدت ۱۴ روز برای سازگاری با شرایط آزمایشگاهی نگهداری شدند. در دوره سازگاری روزانه یک سوم آب مخازن تعویض گردید و از طریق سیفون نمودن مواد دفعی از هر مخزن خارج گردید. در طول دوره سازگاری میگوها با غذای کنسانتره شرکت اهورراش بوشهر تغذیه شدند. پس از دو هفته سازگاری، میگوها به‌صورت تصادفی در ۴ گروه (با سه تکرار برای هر گروه) با تراکم ۲۵۰ عدد در هر تانک ۶۰ لیتری توزیع شدند.

تهیه ریز جلبک کیتوسروس: ریزجلبک ذخیره شده از مرکز تکثیر خصوصی میگو واقع در کنارک تهیه گردید. ابتدا تمام ابزار آلات شیشه‌ای و فلزی در داخل آون ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲ ساعت قرارداده شدند. سپس محیط‌های کشت جلبک با استفاده از دستگاه اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد با فشار ۱/۶ اتمسفر استریل شدند. برای پرورش از محیط کشت گیلارد استفاده شد. شرایط محیطی مطلوب برای رشد این ریزجلبک، نور سفید تک رنگ با روشنایی ۴۵۰۰ لوکس و درجه حرارت ۲±۲۸ درجه سانتی‌گراد و pH ۸-۷/۵ اعمال شد. ریزجلبک کشت شده پس از گذشت ۱۰ روز در حالی‌که در انتهای مرحله رشد لگاریتمی و در اوج ارزش غذایی و تراکم بود، برای غنی‌سازی ناپلیوس آرتمیا مورد استفاده قرار گرفت. سپس ۱۵ روز قبل از استفاده برای غنی‌سازی آرتمیا، سه غلظت مختلف از این ریزجلبک به‌ترتیب جلبک ۱۲۰×۱۰^{۳} ، ۳۴۸×۱۰^{۳} و ۴۴۲×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر برداشت شد. سپس شمارش نمونه‌ها به‌طور روزانه و با ۳ تکرار برای هر غلظت تا انتهای فاز انفجاری که بالاترین ارزش غذایی و تراکم سلولی داشت با استفاده از لام هماسیتومتر و در زیر میکروسکوپ نوری، لنز ۲۰ انجام شد (Andese, 2005).

آماده‌سازی ناپلیوس آرتمیا ارومیانا و تغذیه با غلظت‌های مختلف ریز جلبک کیتوسروس: تخم‌گشایی سیست آرتمیا براساس شرایط کشت استاندارد در دمای ۲۶-۲۵ درجه سانتی‌گراد، شوری ۳۵-۳۰ گرم در لیتر، نور ۲۰۰۰ لوکس و pH ۸/۵-۷ صورت گرفت. سپس با استفاده از رفتار نورگرایی مثبت، ناپلئوس‌ها از پوسته‌ها جداسازی شدند. ۴۸×۱۰^{۵} عدد ناپلئوس آرتمیا ارومیانا در مرحله اینستار ۲ به‌صورت تصادفی به ۴ گروه مختلف با سه تکرار تقسیم شدند که هر تکرار حاوی ۴۰۰۰۰۰ عدد ناپلئوس بود. گروه‌ها به‌ترتیب؛ ۱) با ۱/۲۵ میلی‌گرم پودر مخمر نانوایی (*Saccharomyces cerevisiae*) به‌ازاء ۱۰۰۰ قطعه ناپلیوس،۲ و ۳ و ۴ به‌ترتیب با میزان ۲۰۰ ناپلئوس در هر میلی‌لیتر از ریز جلبک کیتوسروس با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۳}، ۳۴۸×۱۰^{۳} و ۴۴۲×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر در ظروف پلاستیکی استوانه‌ای-مخروطی ۲ لیتری در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و شوری ۳۰ گرم در لیتر، به‌مدت ۸ ساعت غنی‌سازی شدند و سپس ناپلئوس‌ها شسته و مورد استفاده قرار گرفتند. (مناف‌فر، ۱۳۸۰).

طراحی آزمایش و شرایط تغذیه: پست لارو میگوهای ۲۵ روزه با تراکم ۲۵۰ قطعه به ۱۲ مخزن پلاستیکی ۶۰ لیتری پس از دو هفته سازگاری به‌صورت تصادفی انتقال داده شدند. تیمارها هر کدام با سه تکرار شامل: تیمار ۱ که روزانه با دو وعده غذای کنسانتره و دو وعده ناپلیوس آرتمیا غنی‌شده با جلبک کیتوسروس با تراکم ۴۴۲×۱۰^{۳} سلول در

هر میلی‌لیتر، تیمار ۲ (روزانه با دو وعده غذای کنسانتره و دو وعده ناپلیوس آرتمیا غنی‌شده با جلبک کیتوسروس با تراکم ۳۴۸×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر) و تیمار ۳ (روزانه با دو وعده غذای کنسانتره و دو وعده ناپلیوس آرتمیا غنی‌شده با جلبک کیتوسروس با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر) به‌مدت ۶۰ روز تا حد سیری تغذیه شدند و گروه شاهد که با دو وعده غذای کنسانتره (ساعت ۸ و ۱۶) و دو وعده ناپلئوس آرتمیا ارومیانا غنی‌شده پودر مخمر نانوایی (ساعت ۱۲ و ۲۰) روزانه تغذیه گردید (خورشیدیان و همکاران، ۱۳۹۳). هوادهی به هریک از مخازن توسط یک پمپ هواده مرکزی که متصل به شلنگ‌های هواده و سنگ هوا بود، صورت گرفت و روزانه ۳۰ درصد آب هریک از مخازن تعویض گردید. در طول دوره آزمایش، میانگین شوری آب ۳۷ گرم در لیتر، اکسیژن آب ۷/۵±۰/۶۵ میلی‌گرم بر لیتر، pH ۸±۰/۲، دما ۲۸/۴±۰/۷ درجه سانتی‌گراد و آمونیاک ۰/۱±۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر برای پرورش میگو ثابت باقی ماند.

زیست‌سنجی میگو: در طول دوره پرورش جهت آگاهی از عملکرد پرورشی و رشد در فاصله زمانی ۱۴ روز یک‌بار اقدام به زیست‌سنجی گردید. برای این‌کار تعداد ۱۰ عدد میگو از هر تکرار به‌صورت تصادفی صید و میانگین طول کل (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) و وزن ۱۰ نمونه به‌عنوان میانگین این صفات برای هر مخزن منظور گردید برای توزین توده‌ای، ابتدا از هر مخزن حدود ۱۰ میگو را روی ساچوک ریخته و با کاغذ خشک‌کن از پایین توری ساچوک آب سطح میگو را تا حد امکان خشک شد. ظرفی استیل را که مقداری آب درون آن است را روی ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) قرار داده شد ترازو صفر و میگوهای خشک شده را داخل ظرف استیل حاوی آب قرار داده شد و وزن توده ۱۰ قطعه میگو تعیین گردید این‌کار را سه بار برای نمونه‌های هر مخزن تکرار شد از تقسیم وزن توده‌های میگو بر تعداد میگوها، میانگین وزن میگوهای موجود در هر مخزن محاسبه شد. در انتهای دوره، میگوهای تمام مخزن‌ها توزیع و وزن به‌دست آمده یادداشت گردید و با استفاده از کل غذای داده شده در هر دوره و افزایش وزن میگوها ضریب تبدیل غذایی و تأثیر نوع غذای مصرفی و سطوح غذایی بر روی رشد و ماندگاری میگوها اندازه‌گیری شد (Girri *et al.*, 2002؛ سلطانیان و همکاران، ۱۳۹۹).

تعداد روزهای پرورش/میانگین وزن نهایی (گرم) –میانگین وزن اولیه (گرم) =رشد روزانه (گرم)

۱۰۰×(مدت زمان پرورش/(لگاریتم طبیعی وزن اولیه– لگاریتم طبیعی وزن نهایی)) =نرخ رشد ویژه

تعداد ماه های دوره پرورش/مجموع ضریب تبدیل غذایی ماهانه =میانگین ضریب تبدیل غذایی کل

مقدار کل غذای مصرفی دوره پرورش (کیلوگرم)/مقدار کل تولید دوره پرورش (کیلوگرم) =ضریب تبدیل غذایی

۱۰۰×تعداد ماهیان صید شده در پایان دوره/تعداد ماهیان ذخیره شده در ابتدای دوره =درصد بازماندگی

تعیین ترکیب تقریبی بدن: به‌منظور تعیین ترکیب تقریبی بدن میگوی وانامی در پایان دوره (۶۰ روز) ، تعداد ۳ قطعه میگو به‌صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب گردید. پس از خشک کردن آب سطحی بدن به صورت یک لایه نازک در کف پتری قرار داده شد و به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند (AOAC, 2000). پس از خارج نمودن توده خشک از آون، میگوهای خشک شده در هاون به صورت پودر در آورده و در ظروف سربسته تا زمان استخراج چربی و پروتئین در فریزر نگهداری شد. در ضمن برای تعیین درصد رطوبت میگو ها، حدود ۰/۵ گرم از آن ها در دمای ۱۰۵ در جه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت، کاملاً خشک گردید سپس با محاسبه اختلاف وزن تر و وزن خشک نمونه‌ها درصد رطوبت آن‌ها محاسبه گردید (AOAC, 2000). ترکیبات شیمیایی لاشه میگوها مطابق با استاندارد AOAC (۲۰۰۰) انجام گردید. پروتئین خام با استفاده از روش میکرو کجلدال (AOAC, 2000) و چربی خام مطابق با روش سوکسله (AOAC, 2000) از طریق استخراج به‌وسیله اتر و همچنین خاکستر نیز از طریق سوزاندن در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲ ساعت تعیین شد.

سنجش ترکیب اسیدهای آمینه: جهت سنجش ترکیب اسیدهای آمینه از روش Lindroth و Mopper (۱۹۷۹) با کمی تغییر استفاده گردید. ابتدا ۰/۱ گرم میگوی خشک شده از هر تکرار تیمار در دستگاه فریز درایر (Operon–۷۰۱۲، کشور کره) به لوله هضم اضافه و ۷/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۶ نرمال به آن اضافه شد و پس از خارج کردن هوای داخل لوله با گاز نیتروژن، در داخل آون با دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و سپس

جدول ۱- مقایسه میانگین (میانگین±خطای معیار) شاخص‌های رشد و تغذیه میگوی پاسفید غربی در تیمارهای مختلف در طول دوره آزمایش

	تیمار			
	شاهد	۱	۲	۳
بقاء (درصد)	۹۵±۰/۶۸	۹۷/۴۵±۰/۴۳	۱۰۰±۰	۹۶/۳۲±۰/۰۶
طول اولیه (سانتی‌متر)	۰/۵۳±۰/۰۴	۰/۵۲±۰/۰۲	۰/۵۲±۰/۰۲	۰/۵۳±۰/۰۳
وزن اولیه (گرم)	۰/۳۷±۰/۰۴	۰/۳۸±۰/۰۳	۰/۳۶±۰/۰۳	۰/۳۵±۰/۰۳
طول نهایی (سانتی‌متر)	۱/۷۹±۰/۴۱^{c}	۲/۱۵±۰/۳۳^{b}	۲/۶۵±۰/۶۹^{a}	۲/۷۶±۰/۳۶^{a}
وزن نهایی (گرم)	۱/۵۵±۰/۱۹^{d}	۱/۹۲±۰/۰۶^{c}	۲/۷۱±۰/۱۵^{b}	۳/۴۸±۰/۲۵^{a}
وزن به‌دست آمده (درصد)	۳۲۲/۹۸±۲۳/۷۴^{d}	۴۰۳/۴۰±۱۱/۸۸^{c}	۶۵۷/۶۱±۲۸/۴۱^{b}	۸۷۷/۹۵±۲۰/۳۷^{a}
متوسط وزن روزانه (گرم/روز)	۱/۹۶±۰/۳۷^{d}	۲/۵۶±۰/۱۰^{c}	۳/۹۱±۰/۳۰^{b}	۵/۲۰±۰/۴۱^{a}
نرخ رشد روزانه (درصد)	۲/۳۶±۰/۳۷^{d}	۲/۶۸±۰/۱۵^{c}	۳/۳۵±۰/۲۴^{b}	۳/۷۹±۰/۱۴^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۴۱±۰/۴۴^{a}	۱/۰۵±۰/۱۰^{b}	۰/۶۵±۰/۱۱^{c}	۰/۴۸±۰/۰۴^{c}

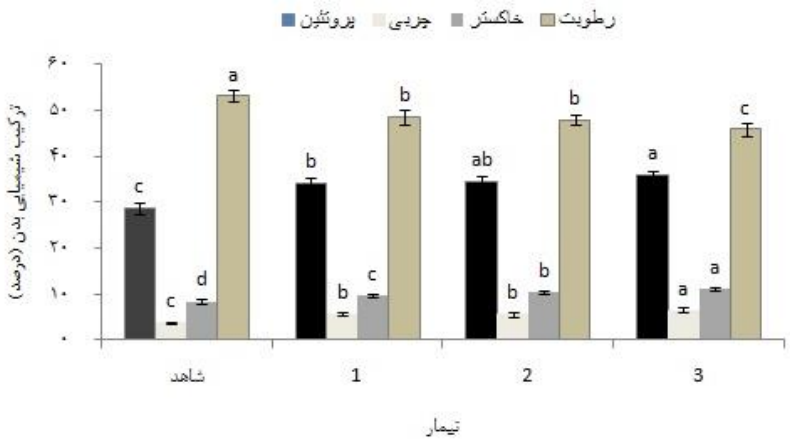
وجود حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P<$۰/۰۵). تیمار۱ تا ۳ به‌ترتیب تغذیه شده با ناپلئوس آرتمیای غنی‌شده با تراکم ریز جلبک ۱۲۰×۱۰^{۳} ، ۳۴۸×۱۰^{۳} و ۴۴۲×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر. (گروه شاهد تنها با ناپلی آرتمیا غنی‌نشده تغذیه شد)

حجم اسید موجود در لوله تا حجم ۲۵ میلی‌لیتر با آب خالص رقیق گردید و با فیلترهای سر سرنگی ۰/۴۵ میکرونی محلول فیلتر گردید و ۱۰ میکرولیتر از این محلول فیلتر شده در ظروف شیشه‌ای ریخته شد و تحت شرایط خلاء قرار گرفت و در نهایت در داخل یخچال قرار داده شد. پس از مرحله هضم، برای مرحله اشتقاق، ۱۰ میکرولیتر بافر استات به لوله هضم حاوی اسید آمینه خشک شده اضافه شد و بعد از مخلوط کردن مجدداً ۴۹۰ میکرولیتر بافر استات (۴/۷۴ =pH و ۰/۱ مولار) به مخلوط اضافه شد و به‌مدت ۵ دقیقه انکوباسیون (۵۰ درجه سانتی‌گراد) گردید و سپس بافر بورات (۸/۳ =pH و ۰/۶ مولار) و ۱۰۰ میکرولیتر محلول OPA (o- phthaldialdehyde) اضافه شد و پس از ۲ دقیقه انکوباسیون، ۵۰ میکرولیتر اسید کلریدریک ۰/۷۵ مولار به ترکیب اضافه تا واکنش متوقف شد و نهایتاً ۲۰ میکرولیتر از ترکیب نهایی با سرنگ مخصوص به دستگاه HPLC (۱۲۹۰ infinity کشور انگلیس، به مشخصات ستون (۴×۱۰۰ mm OPA specific column RP۱۸) و دمای ستون ۳۰ درجه سانتی‌گراد تزریق گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها (سه تکرار برای هر تیمار) از طریق آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و مقایسه میانگین بین تیمارها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد صورت گرفت. با استفاده از تست کولموگروف–اسمیرنوف نرمال بودن داده‌ها و از تست لون برابری واریانس‌ها و تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام شد. جهت محاسبات آماری نیز از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ استفاده گردید.

نتایج

شاخص‌های رشد و تغذیه میگو: میانگین شاخص‌های رشد و تغذیه میگوی سفید غربی تغذیه شده با ناپلی آرتمیای غنی‌شده با تراکم مختلف ریز جلبک کیتوسروس در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشترین طول نهایی متعلق به تیمارهای ۲ و ۳ تغذیه شده با ناپلی آرتمیا غنی‌شده با تراکم ۳۴۸×۱۰^{۴} و ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر ریزجلبک و کمترین طول ۱/۷۹±۰/۴۱ سانتی‌متر متعلق به گروه شاهد تغذیه شده با ناپلی آرتمیای غنی‌نشده بود. شاخص رشد طولی نشان داد که بین تیمارهای ۲و ۳ اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P>$۰/۰۵) اما شاخص رشد طولی بین تیمارهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیای غنی‌شده با تراکم مختلف ریزجلبک با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P<$۰/۰۵). وزن به‌دست آمده (۸۸۷/۹۵±۰/۳۷ درصد)، وزن نهایی (۲/۷۶±۰/۳۶ گرم)، متوسط وزن روزانه (۵/۲۰±۰/۴۱ گرم بر روز) و ضریب رشد ویژه (۳/۷۹±۰/۱۴) پست لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر ریز جلبک (تیمار ۳) افزایش



شکل ۱- ترکیب شیمیایی بدن میگوی پاسفید غربیدر تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰) (میانگین±خطای معیار) (n=۹) وجود حروف غیر همسان در هرردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$). تیمار۱ تا ۳ به‌ترتیب تغذیه شده با ناپلئوس آرتمیای غنی شده با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۳} ، ۳۴۸×۱۰^{۳} و ۴۴۲×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر. (گروه شاهد تنها با ناپلی آرتمیا غنی‌نشده تغذیه شد)

جدول ۲- مقایسه ترکیب اسیدهای آمینه (میلی‌گرم اسیدآمینه/گرم نمونه) کل تیمارهای مورد مطالعه

اسیدهای آمینه	تیمارها			
	شاهد	۱	۲	۳
آسپارتیک اسید	۰/۲۱±۰/۰۱^{d}	۰/۴±۰/۰۱^{c}	۰/۶۱±۰/۰۱^{b}	۰/۶۷±۰/۰۲^{a}
گلوتامیک اسید	۰/۳۱±۰/۰۲^{d}	۰/۸۷±۰/۰۲^{c}	۱/۱۷±۰/۰۶^{b}	۱/۶۷±۰/۰۳^{a}
سرین	۰/۱۱±۰/۰۱^{d}	۰/۳۳±۰/۰۱^{c}	۰/۴۶±۰/۰۱^{b}	۰/۷۷±۰/۰ ۲^{a}
گلیسین	۰/۲۵±۰/۰۲^{d}	۰/۳۹±۰/۰۱^{c}	۰/۵۲±۰/۰۲^{b}	۰/۷۴±۰/۰۵^{a}
هیستیدین	۰/۲۶±۰/۰۲^{a}	۰/۲۱±۰/۰۱^{b}	۰/۲۰±۰/۰۵^{b}	۰/۲۴±۰/۰۲^{ab}
آرژنین	۰/۲۹±۰/۰۱^{d}	۰/۴۳±۰/۰۱^{c}	۰/۶۷±۰/۰۲^{b}	۰/۸۳±۰/۰۳^{a}
ترئونین	۰/۱۸±۰/۰۲^{b}	۰/۱۷±۰/۰۲^{b}	۰/۱۴±۰/۰۱^{b}	۰/۲۶±۰/۰۳^{a}
آلانین	۰/۲۰±۰/۰۰^{c}	۰/۳۵±۰/۰۱^{b}	۰/۴۰±۰/۰۲^{b}	۰/۷۴±۰/۰۵^{a}
پرولین	۰/۴۰±۰/۰۲^{d}	۰/۶۵±۰/۰۲^{b}	۰/۷۴±۰/۰۲^{a}	۰/۵۵±۰/۰۳^{c}
تیروزین	۰/۲۱±۰/۰۱^{d}	۰/۳۶±۰/۰۴^{c}	۰/۵۰±۰/۰۵^{b}	۰/۷۰±۰/۰۳^{a}
والین	۰/۲۶±۰/۰۱^{b}	۰/۲۹±۰/۰۱^{b}	۰/۳۰±۰/۰۲^{b}	۰/۴۸±۰/۰۵^{a}
متیونین	۰/۰۸±۰/۰۱^{c}	۰/۲۴±۰/۰۱^{b}	۰/۲۴±۰/۰۲^{b}	۰/۳۱±۰/۰۶^{a}
ایزولوسین	۰/۲۱±۰/۰۱^{c}	۰/۳۳±۰/۰۴^{d}	۰/۳۶±۰/۰۱^{ab}	۰/۳۸±۰/۰۱^{a}
لوسین	۰/۲۶±۰/۰۱^{d}	۰/۳۹±۰/۰۲^{c}	۰/۳۹±۰/۰۱^{b}	۰/۶۹±۰/۰۱^{a}
فنیل‌آلانین	۰/۹۹±۰/۰۱^{ab}	۱/۰۲±۰/۰۶^{a}	۰/۹۴±۰/۰۴^{ab}	۰/۹۰±۰/۰۶^{b}
لیزین	۰/۰۸±۰/۰۰^{c}	۰/۰۶±۰/۰۱^{c}	۰/۱۸±۰/۰۱^{a}	۰/۱۱±۰/۰۱^{b}
مجموع	۴/۵۹±۰/۰۱^{d}	۶/۳۲±۰/۰۲^{c}	۸/۰۴±۰/۰۸^{b}	۱۰/۰۲±۰/۱۵^{a}

مقادیر (میانگین±خطای معیار، حاصل سه تکرار) با حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است. ($P<۰/۰۵$). میانگین داده‌ها بر اساس واریانس یک‌طرفه مورد مقایسه قرار گرفتند (۳ تکرار ار هر تیمار) تیمار۱ تا ۳ به‌ترتیب تغذیه‌شده با ناپلئوس آرتمیای غنی‌شده با تراکم ریز جلبک ۱۲۰×۱۰^{۳} ، ۳۴۸×۱۰^{۳} و ۴۴۲×۱۰^{۳} سلول در هر میلی لیتر. (گروه شاهد تنها با نایلی آرتمیا غنی نشده تغذیه شد)

معنی‌داری را نسبت به تیمارهای ۱، ۲ و گروه شاهد نشان داد ($P<۰/۰۵$). کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی نیز در تیمار ۳ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با بقیه تیمارها و گروه شاهد نشان داد ($P<۰/۰۵$).

ترکیب شیمیایی بدن: ترکیب شیمیایی بدن میگوی سفید غربی تغذیه شده با ناپلی آرتمیای غنی‌شده با تراکم مختلف ریز جلبک کیتوسروس در شکل ۱ نشان داده شده است. استفاده از ناپلی آرتمیای غنی‌شده با تراکم های مختلف ریز جلبک منجر به افزایش معنی‌دار پروتئین خام، چربی خام و خاکستر در مقایسه با گروه شاهد شد و بیشترین میزان پروتئین خام، چربی و خاکستر در پست لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر ریز جلبک (تیمار۳) مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). میزان پروتئین خام و چربی خام در بین تیمارهای ۱و ۲ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$). بیشترین میزان رطوبت در گروه شاهد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با بقیه تیمارها نشان داد ($P<۰/۰۵$).

ترکیب اسیدهای آمینه بدن: مقایسه ترکیب اسیدهای آمینه میگوی سفید غربی تغذیه شده با ناپلی آرتمیای غنی‌شده با تراکم مختلف ریز جلبک کیتوسروس در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در تمام اسیدهای آمینه به استثنای ترئونین، هیستیدین و فنیل‌آلانین در

تیمارهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیای غنی‌شده با تراکم های مختلف ریزجلبک اختلاف معنی‌داری را با گروه شاهد نشان دادند ($P<۰/۰۵$) و کمترین میزان مجموع اسیدهای آمینه‌ها در گروه شاهد مشاهده شد. بیشترین مجموع اسیدهای آمینه در تیمار ۳ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با بقیه تیمارها و گروه شاهد نشان داد ($P<۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

به‌منظور ر سیدن به تو سعه پایدار آبزی‌پروری و ا ستفاده از ترکیبات دوست‌دار طبیعت، تحقیقات زیادی در ارتباط با استفاده از عصاره و پودر جلبک‌های ماکروسکوپی و میکروسکوپی در تغذیه آبزیان صورت گرفته است. لذا هدف این مطالعه، بررسی اثر آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) غنی‌شده با ریزجلبک کیتوسروس (*Chaetoceros* sp.) بر عملکرد رشد و ترکیب شیمیایی بدن میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) بود. نتایج این مطالعه نشان داد که در بین سه تیمار مورد مطالعه، تیمار ۳ تغذیه شده با ناپلی آرتمیا غنی‌شده با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر ریزجلبک بیشترین وزن به‌دست آ مده (۸۸۷/۹۵±۰/۳۷ درصد)، وزن ن هایی (۲/۷۶±۰/۳۶ گرم)، متو سط وزن روزانه (۵/۲۰±۰/۴۱ گرم بر روز) و ضریب ر شد ویژه (۳/۷۹±۰/۱۴) ن شان داد. این نتایج با نتایج گزارش شده توسط خورشیدی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد. آن‌ها از ناپلی آرتمیای غنی‌شده با عصاره جلبک پادینا (*Padina* sp) برای میگوی سفید غربی استفاده کردند. مطالعه انجام شده توسط این گروه ن شان داد که تیمار تغذیه شده با ناپلی آرتمیای غنی شده با سطح ۰/۴ گرم در لیتر ع صاره جلبک بی شترین طول، وزن نهایی و نرخ ر شد ویژه در مقایسه با گروه شاهد ن شان داد. در مطالعه Hanel و همکاران (۲۰۰۷) و Radhakrishnan و همکاران (۲۰۱۶) م شاهده شد که جایگزینی پودرماهی با ریزجلبک ا سپیرولینا به‌ترتیب در جیره غذایی میگوی سفید غربی و میگوی آب شیرین منجر به افزایش ضریب ر شد ویژه، وزن به‌د ست آمده، کارایی تبدیل غذایی در مقایسه با گروه شاهد شد. Jaime و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که جایگزینی ریزجل بک کیتوسروس (*C. mulleri*) با ۲۵ درصد ریز جلبک اسپیرولینا منجر به بهبود طول و وزن به‌دست آمده در میگوی سفید (*L. schimitti*) شد. می‌توان گفت که تجمع رنگدانه آ ستاگزانتین موجود در ریزجلبک در بافت میگو، منجر به حفاظت سلول‌ها از اکسیداسیون حاصل از انرژی ساطع شده از نور می‌شود به‌طوری که افزایش وزن و بهبود نرخ رشد ویژه در گروه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف آرتمیای غنی‌شده با ریزجلبک کیتوسروس در این تحقیق ن سبت به گروه شاهد می‌تواند به‌همین دلیل باشد (Hanel *et al*., 2007). این مطالعه نشان داد که این افزایش وزن به‌دست آ مده با اس تفاده از ریزجل بک کیتوسروس وابسته به تراکم بوده و در تراکم‌های پایین (۳۴۸×۱۰^{۴} و ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر) نسبت به تراکم بالاتر (۴۴۲×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر) میزان افزایش رشد بیشتر بود. در مطالعات متعدد توسط برخی محققین نیز بیان شده است که استفاده از عصاره جلبک‌های یا پودر جلبک‌های مختلف می‌تواند باعث بهبود رشد میگوها شود که وابسته به غلظت است. برای مثال، در تحقیق د شتیان ن سب و همکاران (۱۳۹۳) م شاهده شد که استفاده از ناپلی آرتمیای غنی‌شده با غلظت ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ع صاره جلبک سارگا سوم (*Sargassum angustifolium*) ن سبت به غلظت بالاتر ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر منجر به افزایش وزن بی شتری در میگوی سفید غربی شدند. Radhakrishnan و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تأثیر جایگزینی پودر ماهی با ریز جل بک اسپیرولی نا (*Arthrospira platensis*) بر عملکرد ر شد و ترکیب بدن میگوی آب شیرین نشان دادند که جایگزینی ۵۰ درصد پودر ماهی با ریز جلبک منجر به افزایش ضریب رشد ویژه، وزن به‌د ست آمده و کارایی تبدیل غذا ن سبت به گروه‌های حاوی ۲۵، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ریزجلبک و شاهد شد و به‌ترتیب جایگزینی ۵۰، ۲۵، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ریزجلبک منجر به بهبود عملکرد رشد و ترکیب بدن میگوی آب شیرین شد. می‌توان بیان کرد که سودمندی جلبک‌ها در بهبود عملکرد جیره و افزایش رشد به‌دلیل وجود ویتامین‌ها، مواد معدنی، تعدیل متابولیسم لیپیدها و بهبود جذب مواد غذایی می‌باشد (Radhakrishnan *et al*., 2016).

نتایج این تحقیق ن شان داد از ا ستفاده از ناپلی آرتمیای غنی شده با تراکم های مختلف ریز جلبک منجر به افزایش معنی‌دار پروتئین خام، چربی خام و خاکستر در مقایسه با گروه شاهد شد. این نتایج با نتایج گزارش شده توسط Hanel و همکاران (۲۰۰۷)، Radhakrishnan و همکاران

(۲۰۱۶) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند که جایگزینی ۵۰ درصد پودر ماهی با ریزجلبک اسپیرولینا (*Arthrospira platensis*) منجر به افزایش وزن به‌دست آمده و ترکیب شیمیایی بدن میگوی سفید غربی شد. آن‌ها پیشنهاد کردند که استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا به‌منظور بهبود رنگدانه‌سازی بدن و ترکیب شیمیایی بدن میگو بدون اضافه نمودن ترکیب مصنوعی در پرورش میگو حائز اهمیت است. همچنین Bhavan و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که استفاده از آرتمیای غنی شده با ریزجلبک اسپیرولینا منجر به بهبود ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای آمینه بدن میگوی آب شیرین شد. دلیل بهبود ترکیب شیمیایی بدن میگو در این تحقیق و تحقیق‌های مشابه را می‌توان به خوش‌طعم بودن و سطح بالای پروتئین (۵۳ در صد)، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و اسیدهای چرب این ریزجلبک ها مرتبط دانست که با قرار گرفتن در وعده غذایی میگو می‌تواند به‌طور مستقیم در بهبود سرعت رشد و ترکیب شیمیایی بدن نقش موثری ایفاء نماید (James *et al.*, 2006). به‌عبارت دیگر تغییر در میزان پروتئین و چربی خام بدن میگو می‌تواند ناشی از تغییر در سنتز این ترکیبات، میزان ذخیره در عضلات و میزان رشد مختلف میگوها نسبت داد (Radhakrishnan *et al.*, 2016).

حضور پروتئین به‌عنوان یکی از مواد غذایی به‌منظور تأمین انرژی، رشد و نمو، تولید هورمون‌ها، آنتی‌بادی‌ها، آنزیم‌ها و سنتز بافت‌ها در رژیم غذایی آبزیان ضروری است و نیاز به پروتئین، تحت تأثیر مستقیم ترکیب اسیدهای آمینه رژیم غذایی متفاوت است (Bhavan *et al.*, 2010). تحقیق حاضر، مجموع اسیدهای چرب در تیمارهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیای غنی‌شده با تراکم مختلف ریزجلبک کیتوسروس بیشتر از گروه شاهد گزارش شد و اختلاف معنی‌داری بین تمام تیمارها با گروه شاهد مشاهده شد، که با نتایج به‌دست آمده توسط Bhavan و همکاران (۲۰۱۰) و Radhakrishnan و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد.

Carcea و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که ریزجلبک‌ها ماده اولیه خوبی برای اهداف تغذیه آبزیان هستند و از آنجا که غنی از ۱۵ اسید آمینه مانند ترئونین، هیستیدین، سرین، گلوتامین، پرولین، گلیسین، آلانین سیستین، والین، متیونین، ایزولوسین، لوسین، تیزوزین، فنیل‌آلانین، لیزین، آرژنین هستند می‌توانند نقش مؤثری در رشد آبزیان ایفاء نمایند. می‌توان گفت که وجود آرژنین، آلانین و گلیسین در ریزجلبک کیتوسروس منجر به تحریک بلع غذا توسط میگو در این تحقیق شده است. همچنین تریپتوفان موجود در ریزجلبک، نقش مهمی در ترشح سروتونین که نقش عمده‌ای در رفتار تغذیه‌ای میگو دارد، شده است (Bhavan *et al.*, 2010).

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از ناپلی آرتمیای غنی‌شده با تراکم‌های ۴۴۲×۱۰^{۳}، ۳۴۸×۱۰^{۳} و ۱۲۰×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر ریزجلبک کیتوسروس منجر به بهبود عملکرد رشد، تغذیه ، ترکیب شیمیایی بدن و پروفایل اسیدهای آمینه بدن میگوی سفید غربی شد و بیشترین شاخص‌های رشد، ترکیب شیمیایی بدن و مجموع اسیدهای آمینه بدن در میگوهای تغذیه‌شده با ناپلی آرتمیای غنی‌شده با ۱۲۰×۱۰^{۳} سلول در هر میلی‌لیتر ریزجلبک کیتوسروس مشاهده شد. بنابراین استفاده از ناپلی آرتمیای غنی‌شده با تراکم ۱۰۳×۱۲۰ سلول در هر میلی‌لیتر ریزجلبک کیتوسروس به‌منظور بهبود شاخص‌های رشد، تغذیه، کیفیت شیمیایی بدن و پروفایل اسیدهای آمینه در تغذیه پست لارو میگوی سفید غربی پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات کلیه پرسنل مرکز تحقیقات علوم شیلاتی آب‌های دور چابهار که امکانات و تجهیزات لازم را فراهم نمودند کمال تشکر و قدردانی را می‌نماییم.

منابع

خورشیدی د.، کامرانی ا.، سالارزاده ع.، دشتیان نسبع.، نفیسی بهابادی م.، خورشیدیانک.، موحد ع. ۱۳۹۳. اثرات غنی‌سازی آرتمیا با عصاره جلبک دریایی پادینا (*Padina* sp) بر بقاء و رشد پست لارو میگوی‌پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*). *مجله بهره برداری و پرورش آبزیان*. ۳(۲): ۴۶-۳۳.

دشتیان نسب ع.، مصباح م.، پیغان ر.، و کاکولکی ش. ۱۳۹۳. اثر عصاره اتانولی جلبک قهوه‌ای *Sargassum*

angustifolium بر عملکرد رشد، درصد بقا، و مقاومت در برابر ویبریوزیس (*Vibrio harveyi*) در میگوی پا سفید غربی (Litopenaeus). *مجله علمی شیلات ایران*. ۲۳(۳): ۳۷-۳۴.

سلطانیان م.، فغانی لنگرودی ح.، محمدنژاد م. ۱۳۹۹. تاثیر عصاره زنجبیل (*Zingiber officinale*) بر شاخص های رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). *فصلنامه محیط زیست جانوری*. ۱۲(۲۴): ۳۳۴-۳۲۷.

سید مرتضایی س.ر.، هوشمند ح.، آهنگرزاده م.، محمدی دوست م.، افشار نسب م. ۱۳۹۹. مقایسه آسیب شناسی میگوهای تغذیه شده با جلبک گراسیلاریا کورتیکاتا با میگوهای تغذیه شده با غذای تجاری قبل و بعد از مواجه با ویروس لکه سفید در میگوهای سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*). *فصلنامه محیط زیست جانوری*. ۱۲(۲۴): ۴۹۴-۴۸۷.

معزی م.، زاهدی م.ر.، فروغی فرد ح.، روحانی قادیکلاییک.، عبدالعیان ع. ۱۳۹۸. اثر تغذیه گونه جلبکی *Isochrysis galbana* و *Pavlova lutheri* به‌صورت ترکیب و جایگزین با *Cheatoceros mulleri* بر رشد و باز ماندگی لارو میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*). *مجله بوم شناسی آبزیان*. ۹(۱): ۸-۱.

مناف‌فر ر. ۱۳۸۰. غنی‌سازی ناپلئوس *Artemia urmiana* با امولسیون اسیدهای چرب و جلبک دونالیلا و بررسی متابولیسم HUFA تحت انکوباسیون سرد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. ۳۴۵ صفحه.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2000. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA

Atanasoff A.P. 2014.Replacement of fish meal by ribotricin in diets of carp *Cyprinus carpio*. *Macedonian Veterinary Review* 37, 55-59.

BengtsonD.A., Léger P., Sorgeloos P., 1991. Use of Artemia as a food source for aquaculture. *Artemia Boilogy* 11, 255-285.

Bhavan P.S., Devi V.G., Shanthi R., Radhakrishnan S., Poongodi R. 2010. Basic biochemical constituents and profiles of amino acids in the post larvae of *Macrobrachium rosenbergii* fed with Spirulina and yeast enriched Artemia. *Journal of Science Research* 2(3), 539-549

Carcea M., Sorto M., Batello C., Narducci V., Aguzzi A., Azzini E., FantauzziP., Finotti E.,Gabrielli P., Galli V., Gambelli L., Maintha K.M., Namba F., Ruggeri S., Turfani V. 2015. Nutritional characterization of traditional and improveddihe, alimentary blue–green algae from the Lake Chad region in Africa. *LWT-Food Science and Technology* 62, 753–763.

Divya K.R., Isamma, A., Arunjith T.S., Sureshkumar S., Krishnakumar, V. 2014. Effect of Enriched *Artemia franciscana* on Production, Survival, Growth and Biochemical Composition of the Freshwater Fish *Catla catla* (Hamilton, 1922). *International Journal of Recent Biotechnology* 2(3), 15-24.

Girri S.S., Sahoo S.K., Sahu B.B., Sahu A.K., Mohanty S.N., Mohanty P.K., Ayyappan S. 2002. Larval survival and growth in *Wallago attu* (Bloch and Scheider) effects of light. Photoperiod and feeding regim. *Aquaculture* 213,157-161.

García N., López-Elías J.A., Miranda A., Martínez-Porchas M., Huerta N., García A. 2012. Effect of salinity on growth and chemical composition of the diatom *Thalassiosira weissflogii* at three culture phases. *Latin American Journal of Aquatic Research* 40(2), 435-440

Ghaeni M., Matinfar A., Soltani M., Rabbani M., Vosoughi A. 2011. Comparative effects of pure Spirulinapowder and other diets on larval growth and survival of green tiger shrimp, *Peneaus semisulcatus*. *Iranian Journal of Fisheries Science* 10, 208-217.

Hanel H., Broekman D., de Graaf S., Schnack D. 2007. Partial replacement of fishmeal by lyophilized powder of the microalgae *Spirulina platensis* in pacific white shrimp diets. *Open Marine Biology Journal* 1, 1-5.

Iba W., Rice M.A., Wikfors G.H. 2014. Microalgae in eastern pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) hatcheries: a review on roles and culture environments. *Asian Fisheries Science* 27(3), 212-233.

James R., Sampath K., Thangarathinam R., Vasudevan I. 2006. Effect of dietary spirulina level on growth, fertility, coloration and leucocyte count in red swordtail, *Xiphophorus helleri*. Journal of Aquaculture 58, 97-104

Kim H.J., Miyazaki M., Ntambi J.M. 2002. Dietary cholesterol opposes PUFA-mediated repression

of the stearoyl-CoA desaturase-1 gene by SREBP-1 independent mechanism. *Journal of Lipid Research* 43(10), 1750-1757.

Kiron V., Phromkunthong W., Huntley M., Archibald I., De Scheemaker G. 2012. Marine microalgae from biorefinery as a potential feed protein source for Atlantic salmon, common carp and whiteleg shrimp. *Aquaculure Nutrition* 18(5), 521-531

Lindroth P., Mopper K. 1979. High performance liquid chromatographic determination of subpicomole amounts of amino acids by precolumn fluorescence derivatization with ophthaldialdehyde. *Analytical Chemistry* 51(11), 1667-1674

Navarro J.C., Sargent J.R. 1992. Behavioural differences in starving herring *Clupea harengus* L. Larvae correlate with body levels of essential fatty acids. *Journal of Fish Biology* 41(3), 509-513.

Prusiñska M., Chepurkina M., Wiszniewski G., Duda A., Kolman R. 2011. Preliminary results of rearing larval Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) fed live enriched feed–In: New species in aquaculture. Reproduction, rearing, prophylactics. (Eds.) Z. Zakêœ, K. Demska-Zakêœ, A. Kowalska, Wyd. IRS, Olsztyn, pp. 45-52.

Radhakrishnan S., BelalI.E.H., Seenivasan C., Muralisankar T.,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 Report* 3, 35-44.

Sorgeloos P., Dhert P., Candreva P. 2001. Use of brine shrimp *Artemia* spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture* 200, 147-159

Treece G.D., Fox J.M. 1999. Design, operation and training manual for an intensive culture shrimp hatchery. DIANE Publishing.

Journal of Aquaculture Sciences Vol. 11, No 21, 74-84
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

Effect of *Artemia urmiana* enriched with *Chaetoceros* sp. microalgae on growth performance and body chemical composition of *Litopenaeus vannamei*

Paria Akbary[1*], Javad Amiri[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran.
[2]Agricultural Research Educations and Extension Organization (AREEO), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Chabahar Offshore Fisheries Research Center, Chabahar, Iran.

*Corresponding author: paria.akbary@gmail.com
Received: 15.Nov.2023 **Accepted: 20.Dec.2023**

Abstract
One of the factors that have led to the explosive development of shrimp farming, promoting normal growth and maintaining shrimp health in the last two decades is the use of a high-quality proper diet. The present study was conducted to investigate the effect of *Artemia urmiana* enriched with *Chaetoceros* sp. on the growth function and body chemical composition of *Litopenaeus vannamei.* The experiments were performed in a completely randomized design as 4 food treatments, each consisting three replications in 12 tanks (60 liters). *Artemia* nauplii were enriched with *Chaetoceros* sp microalgae with a density of 120×10^3, 348×10^3, 448×10^3 cell/mL, and the shrimp larvae were enriched with *Artemia* 4 times a day for two months and the control group fed only unenriched *Artemia* nauplii. The results showed that the obtained weight (887.95±0.37%), final weight (2.76±0.36g), average daily weight (5.20±0.41g/day), and coefficient Specific growth (3.79±0.14) of post-larvae fed with *Artemia* enriched with a density of 120×10^3 cells per ml of microalgae showed a significant increase compared to treatments fed with a density of 348×10^3, 448×10^3 cell/mL of microalgae and control (P<0.05). Also, there was a significant difference between the growth indices and feed conversion ratio of treatments fed different densities of microalgae compared to the control group (P<0.05). In addition, the treatment fed with a density of 120×10^4 cell/mL of microalgae had the highest crude protein (35.97±1%), crude fat (6.54±0.56%), ash (11.23±0.33%) and total amino acids (10.02±.15g amino acid/g sample) (P<0.05). Based on the results, feeding of shrimp post-larvae with enriched *Artemia* nauplii with a density of 120×10^3 cell/mL of *Chaetoceros* sp. microalgae is recommended to improve growth performance, nutrition, body quality and amino acids profile.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, *Chaetoceros* sp. microalgae, Growth performance, *Artemia* nauplii, Body chemical composition