

## اثر تغذیه‌ای کرم سفید (*Enchytraeus albidus*) بر رشد و بازماندگی پست‌لارو میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)

محمد رضا محمدشاهی، محمد امینی چرمهینی\*، سعید ضیایی‌نژاد

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الأنبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۳

### چکیده

تحقیق حاضر، به منظور بررسی اثر استفاده از سطوح مختلف کرم سفید (*Enchytraeus albidus*) در جیره پست‌لارو میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) و امکان جایگزینی آن به جای غذای فرموله صورت گرفت. بدین منظور، ۱۰۰ قطعه پست‌لارو مرحله PL<sub>12</sub> به طور کاملاً تصادفی در مخازن ۵۰۰ لیتری مجهز به سیستم هوادهی توزیع و به مدت ۱۹ روز با غذای تجاری و کرم سفید در ۴ تیمار به میزان پنج تا شش درصد وزن توده زنده تغذیه شدند. تیمار اول فقط با غذای تجاری (شاهد)، تیمار دوم با ۳۳ درصد کرم سفید و ۶۷ درصد غذای تجاری، تیمار سوم با ۶۶ درصد کرم سفید و ۳۴ درصد غذای تجاری و تیمار چهارم فقط با کرم سفید تغذیه گردید. با توجه به اینکه کرم به صورت زنده مورد استفاده قرار گرفت مقدار آن ۳ برابر غذای خشک در نظر گرفته شد. شاخص‌های افزایش وزن (WG)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR) و درصد بازماندگی (SR) محاسبه گردید. از نظر شاخص‌های افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی تفاوت معنی‌دار بین تیمارها مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). درصد بازماندگی به طور معنی‌داری در تیمارهای تغذیه شده با کرم سفید بالاتر از تیمار شاهد بود ( $P < 0.05$ ). با توجه به نتایج، هرچند جایگزینی غذای تجاری با کرم سفید باعث بهبود رشد میگو نمی‌شود، ولی با توجه به افزایش بازماندگی میگوها، همچنین مدیریت راحت‌تر کیفیت آب و هزینه تولید پایین کرم سفید، استفاده ترکیبی از کرم سفید و غذای تجاری توصیه می‌شود.

**کلید واژگان:** میگوی سفید غربی، کرم سفید، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی

## مقدمه

میگوی سفید غربی *Litopenaeus vannamei* یک گونه تجاری مهم در جهان محسوب می‌شود (FAO, 2022). میگوی سفید غربی بومی سواحل شرقی مکزیک و آمریکای جنوبی می‌باشد. به‌طور عمده در مناطق گلی تا عمق ۷۵ متر زیست می‌کند. به‌دلایل مختلف از جمله رشد مناسب، تحمل شرایط محیطی متنوع و مقاومت به بیماری نسبت به بسیاری از گونه‌های دیگر برای پرورش ترجیح داده می‌شود (Felix et al., 2021).

پودر ماهی به‌عنوان منبع اصلی پروتئین در رژیم غذایی انواع آبزیان از جمله میگوهای پرورشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Naylor et al., 2021). افزایش تقاضا برای پودر ماهی و گرم شدن زمین منجر به کمبود عرضه پودر ماهی و افزایش قیمت این ماده غذایی شده است. بنابراین، کاهش استفاده از پودر ماهی در آبی‌پروری و جستجوی منابع پروتئینی جایگزین امری حیاتی است (Amaya et al., 2007). متخصصین تغذیه آبزیان به‌دنبال جایگزین‌هایی برای پودر ماهی و غذای کنسانتره هستند تا سلامت میگو و سیستم ایمنی آن را نه تنها برای دستیابی به سود بیشتر، بلکه برای کیفیت بهتر گوشت بدون افزودن هیچ گونه ترکیبات سمی تقویت کنند (Samocha et al., 2004). ماهیانی که از سطوح پایین زنجیره غذایی تغذیه می‌نمایند (همانند کپور ماهیان و گربه ماهیان همه‌چیزخوار) در مقایسه با ماهیان و سخت‌پوستان دریایی از جمله میگو نسبت به ترکیب جیره انعطاف‌پذیری بیشتری دارند، در حالی که ماهیان دریایی و میگوها اغلب به اسیدهای چرب یا اسیدهای آمینه‌ای نیاز دارند که معمولاً در بدن موجودات خشکی یا آبی یافت می‌شوند (Tacon and Metian, 2015). محققان سعی کرده‌اند از دیگر منابع پروتئینی ارزان محلی موجود مانند پروتئین‌های گیاهی، محصولات جانبی کشاورزی، محصولات جانبی شیلات، محصولات جانبی حیوانات خشکی‌زی، حبوبات، غلات، گیاهان و دانه‌های روغنی استفاده کنند (Davis & Arnold, 2000). منابع پروتئینی گیاهی به‌ویژه حبوبات و غلات به‌عنوان جایگزینی برای پودر ماهی با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با این حال، بحث هزینه غذا هنوز به‌عنوان یک عامل اساسی در امر تولید مطرح می‌باشد (Bulbul et al., 2015). در میگوهای پرورشی خانواده پنائیده، راهکار اصلی در دستیابی

به تولید مطلوب پست‌لاروهای با کیفیت بالا، بهبود رژیم غذایی می‌باشد (Wilkenfeld et al., 1984; Kuban et al., 1985). یکی از چالش‌های اصلی پرورش انواع آبزیان دریایی، نگهداری و پرورش لارو آن‌ها می‌باشد (Pan et al., 2022). اگرچه آرتمیا به‌طور طبیعی در دسترس موجودات دریایی نیست ولی به‌دلایل متعدد از جمله ۱- سیستم مقاوم و تخم‌گشایی قابل دستکاری که باعث می‌شود در زمان لازم به ناپلی آرتمیا دسترسی وجود داشته باشد، ۲- اندازه مناسب (۴۰۰-۵۰۰ میکرومتر)، ۳- قابلیت غنی‌سازی و ناقل مواد مغذی و دارویی مختلف (Pan et al., 2022) در پرورش لارو آبزیان دریایی استفاده می‌شود. با این حال، آرتمیا برای تخم‌گشایی سیستم‌ها و رشد مطلوب، به امکانات و تجهیزات زیادی نیاز دارد، از نظر قابلیت تفریح و کیفیت تغذیه، سازش‌پذیری ندارد، خیلی سریع رشد می‌کند و جلبک‌ها را در مخازن پرورش لارو مصرف می‌کند و تولید آن گران می‌باشد. به دلایلی از این قبیل، امروزه دیگر منابع غذایی حیوانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Biedenbach et al., 1989). امروزه، با توجه به موفقیت کم در جایگزینی پودر ماهی با محصولات گیاهی، حشرات یا دیگر موجودات به‌عنوان منابع پروتئینی جایگزین امیدوارکننده جهت تغذیه آبزیان مطرح می‌باشند (Van Huis, 2013). یکی از موجوداتی که می‌تواند به‌عنوان غذا یا بخشی از جیره انواع آبزیان دریایی از جمله میگو استفاده شود، کرم سفید می‌باشد (Walsh, 2012a; Fairchild et al., 2017a).

کرم سفید، *Enchytraeus albidus* Henle, 1837 به‌عنوان یک خوراک (به‌صورت زنده، منجمد یا به‌عنوان یک عنصر در غذاهای فرآوری‌شده) برای مجموعه‌ای از موجودات پرورشی در طول دوره‌ای از رشد خود، از جمله ماهی‌های آب شیرین و دریایی و همچنین برخی سخت‌پوستان، خزندگان و پرندگان مطرح هستند (Fairchild et al., 2017a). کرم سفید در محیط‌های خاکی به طول ۲-۴ سانتی‌متر رشد می‌کند (Benbow, 2009) یوری‌هالین هستند و هم در آب شیرین و هم آب دریا با شوری بالا زنده می‌مانند، حرکت دارند و شکارچیان را به‌خود جذب می‌کنند و هنگامی که به‌عنوان غذا به سیستم‌های آبی‌پروری اضافه می‌شوند، کیفیت آب را به‌طور محسوسی کاهش نمی‌دهند و غذای زنده ایده‌آلی برای گونه‌های آبی‌پرورشی محسوب می‌شوند (Fairchild et

جدول ۱- نحوه تیمار بندی آزمایش

نوع غذای مورد استفاده	تیمارهای آزمایشی
تغذیه با غذای خشک (۱۰۰٪)	تیمار شاهد
۳۳٪ کرم سفید و ۶۷٪ غذای تجاری	تیمار ۳۳٪
۶۶٪ کرم سفید و ۳۴٪ غذای تجاری	تیمار ۶۶٪
تغذیه با کرم سفید (۱۰۰٪)	تیمار ۱۰۰٪

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در شرکت پرورش میگوی عامر دیلم واقع در سایت پرورش میگوی بویرات شهرستان دیلم استان بوشهر انجام شد. دمای آب در طول مدت انجام پروژه ساعت ۶ صبح ۳۰/۵ تا ۳۰/۸ و ساعت ۴ بعد از ظهر ۳۲/۱ تا ۳۲/۷ درجه سانتی‌گراد، pH ۷/۵ تا ۷/۷ و شوری ۴۵ در هزار ثبت شد. کاهش آب ناشی از تبخیر با افزایش آب شیرین جبران شد.

**آماده‌سازی سالن پرورش:** به‌منظور انجام این آزمایش، قبل از شروع کار، کلیه تانک‌ها، وسایل، و محیط سالن پرورش کاملاً شست و شو و ضد عفونی گردید. تانک‌ها طبق تیمار بندی طراحی شده، دسته‌بندی و آب‌گیری شدند همچنین هوادهی با استفاده از پمپ هوای بزرگ انجام شد. **سازگاری لاروهای میگو:** لاروهای میگوی مرحله پست‌لارو (PL<sub>12</sub>) تهیه شده از مرکز تکثیر میگوی پارس آبريسان واقع در شهرستان تنگستان استان بوشهر در کیسه‌های پلاستیکی (دو سوم حجم کیسه اکسیژن خالص تزریق شده و یک سوم آب و لارو میگو) به شرکت پرورش میگوی عامر دیلم منتقل گردید. ابتدا به‌منظور سازگاری با شرایط محیطی، لاروها به مدت دو ساعت در تانک‌های ۵۰۰ لیتری درون کیسه‌های پلاستیکی نگهداری شد و پس از هم دما شدن با محیط جدید، درب کیسه‌های پلاستیکی باز شد و وارد محیط جدید گردید. طی دوره سازگاری، دما، شوری و اکسیژن محلول در آب محیط پرورش به‌صورت مداوم کنترل گردید. همچنین هر سه روز یکبار ۲۰ درصد حجم آب مخازن تعویض شد.

**نحوه تیمار بندی و انجام آزمایش:** جهت انجام این تحقیق، از تانک‌های ۵۰۰ لیتری مجهز به سیستم هوادهی استفاده گردید. در مجموع ۴ تیمار و به ازای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد (۱۲ تانک). تیمار اول (شاهد) فقط با غذای تجاری، تیمار دوم با ۳۳ درصد (یک سوم) کرم سفید و ۶۷ درصد (دوسوم) غذای تجاری، تیمار سوم با ۶۶

(al., 2017b). علاوه بر این، این کرم در سیستم‌های آبی‌پروری برای مدت طولانی‌تری باقی می‌ماند، زیرا در کف محیط پرورش ساکن می‌شوند و مانند سایر غذاهای زنده مرسوم مثل آرتمیا، به‌راحتی از مخازن پرورش شسته نمی‌شوند. پرورش کرم‌های سفید در مقیاس کوچک آسان و ارزان است، و محتوای غذایی عالی (۷۵ درصد پروتئین، ۱۵ درصد لیپید) دارند (Walsh, 2012b). تأمین‌کنندگان موجودات زنده جهت اهداف تحقیقاتی، کرم‌ها را برای مطالعات زیست‌شناختی و سم‌شناسی پرورش می‌دهند، زیرا بافت کرم به ترکیب شیمیایی حساس است (Amorim & Scott-Fordsmand, 2012). علی‌رغم بسیاری از ویژگی‌های مثبت و ارزش ثابت شده آن‌ها به‌عنوان غذای زنده برای انواع آبزیان، کشت تجاری کرم‌های سفید در مقیاس بزرگ هنوز برای همه انواع آبزیان توسعه نیافته است (Fairchild et al., 2017b). این کرم عمدتاً به‌دلیل قابلیت در دسترس بودن و مشکلاتی از قبیل دسترسی به دستورالعمل‌های پرورش و استانداردسازی برای تولید در مقیاس بزرگ، هنوز کاملاً به‌عنوان خوراک ماهی تجاری سازی نشده است (Tamilarasu et al., 2020). البته از سال‌های دور یکی از غذاهای مرسوم برای پرورش انواع ماهیان خاویاری در کشورهایی مثل روسیه (شوروی سابق) و ایران بوده است و گاهی تا چندین تن در یک دوره پرورش بچه ماهیان خاویاری تولید شده‌اند (حسین‌نیا و همکاران، ۱۳۹۲؛ Vedrasco et al., 2002).

هرچند مطالعات مختلفی درخصوص جایگزینی پودر ماهی با مواد گیاهی یا دیگر منابع حیوانی صورت گرفته است، با این حال، اثر تغذیه‌ای کرم سفید بر عملکرد رشد و بازماندگی میگوی سفید غربی (*E. albidus*) تا حدود زیادی ناشناخته است. بنابراین، هدف از این مطالعه تعیین اثر جایگزینی غذای تجاری میگو با کرم سفید بر عملکرد رشد و بازماندگی این میگو می‌باشد.

پوشانده می‌شد، استفاده گردید. با گرم کردن ورق آلومینیوم گرم‌ها از زیر توری خارج و در ظرف جمع‌آوری می‌شدند. جهت تهیه اقلام مورد نیاز جیره از جمله غذای تجاری و گرم‌های سفید زنده، از ترازوی دیجیتال استفاده شد.

**بررسی عملکرد رشد و بازماندگی میگوهای مورد آزمایش:** در انتهای ۱۹ روز دوره غذادهی، به‌طور تصادفی تعداد ۶ قطعه میگو از هر تانک صید و با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ گرم) توزین شد. در نهایت، فاکتورهای افزایش وزن (WG)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR) و درصد بازماندگی (SR) با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد (Choi *et al.*, 2018). ضریب تبدیل غذایی بر مبنای وزن خشک کرم سفید محاسبه شد.

#### افزایش وزن (Weight Gain):

WG = (متوسط وزن اولیه (گرم) - متوسط وزن نهایی (گرم))

#### ضریب تبدیل غذا (Food Conversion Ratio):

FCR = میزان کل وزن تر کسب شده (گرم) / میزان غذای دریافت شده (گرم)

#### نرخ رشد ویژه (Specific Growth Rate):

SGR =  $\frac{\ln w_2 - \ln w_1}{\text{دوره پرورش به روز}} \times 100$  (گرم) =  $w_1$  (وزن اولیه (گرم))

#### درصد بقا یا بازماندگی (Survival Rate):

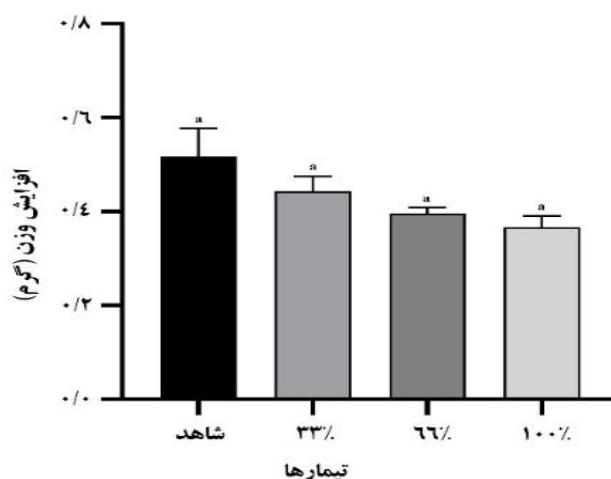
SR =  $(N_f / N_0) \times 100$

$N_f$ : تعداد میگو در انتهای آزمایش و  $N_0$ : تعداد میگو در ابتدای آزمایش

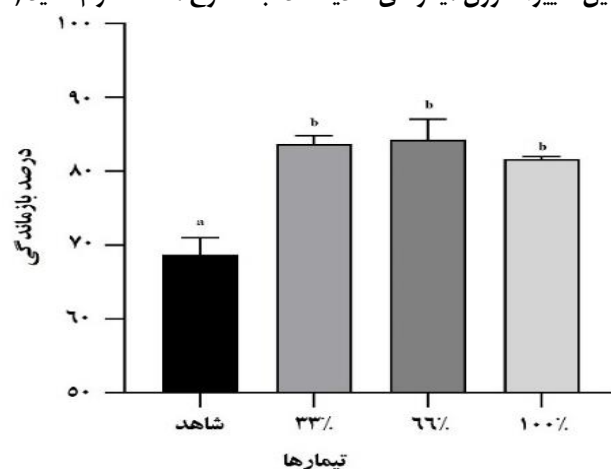
**تجزیه و تحلیل آماری:** پس از ثبت داده‌ها، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی، کلیه محاسبات با استفاده از نرم‌افزار GraphPad Prism 8.3 و Excel نسخه ۲۰۱۳ انجام شد. به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها و همگن بودن واریانس، از آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف و لون استفاده شد. سپس برای مقایسه کلی بین تیمارها، از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و برای مقایسه میانگین بین تیمارها و بررسی روند معنی‌داری از پس‌آزمون توکی استفاده شد. در تمامی موارد نتایج براساس میانگین و خطای استاندارد (Mean±SE) ارائه شد. سطح معنی‌داری در همه آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

درصد کرم سفید و ۳۴ درصد غذای تجاری و تیمار چهارم فقط با کرم سفید تغذیه گردید. لاروها به‌طور تصادفی از مخزن ذخیره انتخاب شدند و به هر یک از مخازن پرورش ۵۰۰ لیتری مجهز به سیستم هوادهی منتقل شدند (۱۰۰ قطعه در هر تکرار). لارو میگوها در ابتدا و انتهای دوره در سه تکرار توزین گردیدند. لاروها به مدت ۱۹ روز در تانک‌های ۵۰۰ لیتری نگهداری و گروه‌های آزمایشی چهار بار در روز در ساعات هشت، دوازده، هفده و بیست و دو با نسبت‌های از قبل تعیین شده جیره و به میزان پنج تا شش درصد وزن توده زنده در هر تیمار، غذادهی شد. تغذیه با غذای تجاری و کرم به صورت متناوب انجام شد (Zheng *et al.*, 2008). ترکیب بدنی کرم سفید با توجه به نوع غذای مصرف شده بسیار متغیر می‌باشد (Fairchild *et al.*, 2017b). طبق منابع مختلف کرم سفید ۸۰-۷۰ درصد آب، ۷۵-۵۰ درصد پروتئین (بر اساس وزن خشک)، ۲۸-۱۰ درصد چربی و ۸-۵ درصد خاکستر دارد (Walsh, 2015; Oz *et al.*, 2012). با توجه به اینکه از کرم زنده (رطوبت حدود ۷۵٪) استفاده می‌شد و حدود سه چهارم وزن کرم زنده را آب تشکیل می‌دهد، مقدار کرم مورد نیاز ۳ برابر غذای خشک ذکر شده در جداول تغذیه‌ای مر سوم در نظر گرفته شد. یعنی اگر براساس درصد وزن لاروها ۳ گرم غذای خشک نیاز بود، در تیمار دوم (۳۳٪) باید ۱ گرم کرم خشک استفاده می‌شد که ۳ برابر شده و در مجموع ۳ گرم کرم زنده به اضافه ۲ گرم غذای خشک استفاده می‌شد. کرم‌های آماده شده در هر مرحله، تا زمان استفاده در دمای چهار درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شد. به‌طور روزانه همه تیمارهای آزمایشی از لحاظ تلفات احتمالی و فاکتورهای فیزیکی-شیمیایی آب محیط پرورش کنترل و تلفات احتمالی ثبت شد. همچنین هر سه روز یکبار به میزان ۲۰ درصد حجم آب مخازن تعویض گردید.

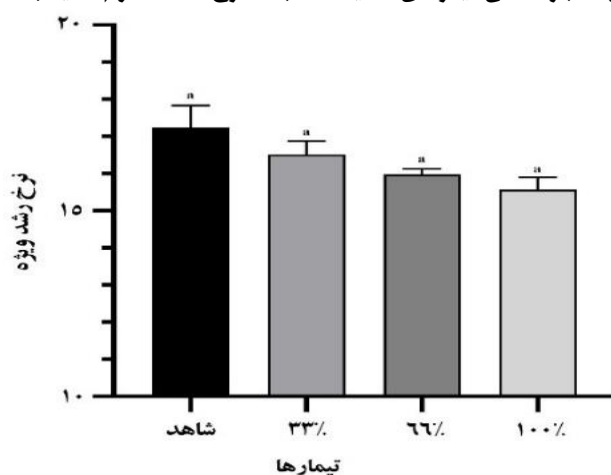
**تهیه و آماده سازی کرم سفید جهت تغذیه لاروهای میگو:** بدین‌منظور، کرم سفید مورد استفاده در این تحقیق از کارگاه پرورش ماهیان خاویاری سد سنگر استان گیلان خریداری و در جعبه‌های پلاستیکی به ابعاد ۳۰×۴۰ سانتی‌متر و با عمق خاک حدود ۱۲-۱۰ سانتی‌متر نگهداری شدند. برای استخراج کرم‌ها از خاک، از یک قاب دست‌ساز به ابعاد ۳۰ در ۳۰ سانتی‌متر که زیر آن توری با قطر چشمه دو میلی‌متر و روی آن با ورق آلومینیومی



شکل ۱- میانگین تغییرات وزن میگوهای تغذیه شده با سطوح مختلف کرم سفید (Mean±SD)



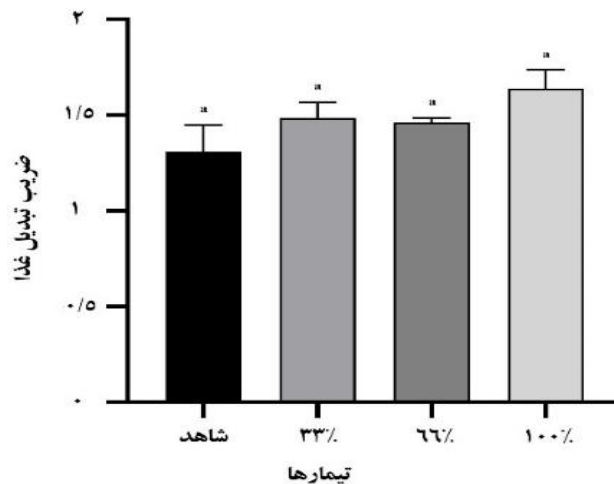
شکل ۲- درصد بازماندگی میگوهای تغذیه شده با سطوح مختلف کرم سفید (Mean±SD)



شکل ۳- نرخ رشد ویژه میگوهای تغذیه شده با سطوح مختلف کرم سفید (Mean±SD)

**درصد بازماندگی:** در شکل ۲، نتایج مربوط به درصد بازماندگی میگوهای تغذیه شده با سطوح مختلف کرم سفید مشاهده می‌شود. براساس نتایج، همه تیمارهای تغذیه شده با کرم سفید میزان بازماندگی بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشتند ( $P < 0.05$ ).  
**نرخ رشد ویژه:** در شکل ۳ نتایج نرخ رشد ویژه میگوهای

**نتایج عملکرد رشد و بازماندگی**  
**افزایش وزن:** نتایج مربوط به میزان افزایش وزن میگوهای تغذیه شده با سطوح مختلف کرم سفید در شکل ۱ ارائه شده است. تیمارهای مختلف در این شاخص اختلاف معنی‌دار نداشتند ( $P > 0.05$ ).



شکل ۴- ضریب تبدیل غذایی میگوهای تغذیه شده با سطوح مختلف کرم سفید (Mean±SD)

برود و بازده تبدیل غذای مربوطه کاملاً رضایت‌بخش نباشد. بنابراین، اجتناب از هدر رفتن مواد غذایی و افزایش بازدهی تبدیل غذا، به کلید اصلی این امر که آیا اصل تغذیه با جیره‌های ترکیبی می‌تواند در امر تکثیر و پرورش عملی میگو اعمال شود یا خیر، تبدیل شده است. Zheng و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان می‌کنند که تغذیه متناوب با جیره‌های مختلف می‌تواند باعث افزایش رشد، و بهبود ضریب تبدیل غذایی شود و در آبی‌پروری عملی‌تر و مفیدتر است. اما در تحقیق حاضر در تیمار تغذیه شده با ۱۰۰٪ کرم نیز کاهش جزئی رشد مشاهده شد؛ این کاهش رشد هرچند معنی‌دار نبود ولی احتمالاً به دلیل دریافت کمتر غذا بوده است. زیرا مقدار کرم براساس جداول تغذیه‌ای که براساس غذای خشک نوشته می‌شود محاسبه شد، یعنی غذا به میزان مشخص در اختیار لاروها قرار گرفت. باید میزان رشد در حالت تغذیه به میزان سیری نیز اندازه‌گیری شود و میزان بهینه تغذیه با کرم سفید محاسبه شود. در پژوهش‌های مختلف افزودن لارو سوسک زرد (*Tenebrio molitor*) به جیره میگوی آب شیرین (*Palaemon adspersus*) (Mastoraki et al., 2020)، افزودن مگس سرباز سیاه (*Hermetia illucens*) به جیره میگوی سفید غربی (Richardson et al., 2021) و میگوی آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) (He et al., 2022)، میزان شاخص‌های رشد و بقاء از جمله نرخ رشد ویژه و میزان افزایش وزن کاهش پیدا کرد.

بررسی درصد بازماندگی در پایان آزمایش ۱۹ روزه تغذیه لارو میگوی سفید غربی با غذای حاوی سطوح مختلف کرم سفید، نشان داد که جیره حاوی کرم سفید، نسبت به جیره

تغذیه شده با سطوح مختلف کرم سفید ارائه شده است. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف از نظر نرخ رشد ویژه نیز اختلاف معنی‌دار نداشتند ( $P > 0.05$ ).

**ضریب تبدیل غذایی:** نتایج مربوط ضریب تبدیل غذایی میگوهای تغذیه شده با سطوح مختلف کرم سفید نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ، شکل ۴).

## بحث

به‌منظور بهبود تولید میگو و بازدهی تبدیل خوراک، مطالعات فراوانی به بررسی دفعات تغذیه (Sedgewick, 1979; Robertson et al., 1993; Akiyama and Chwang, 1989)، اندازه غذا (Sedgewick, 1979; Mohanty, 2001) و ریتم رژیم غذایی (Akiyama and Chwang, 2001) پرداخته‌اند. در تحقیق حاضر اثر تغذیه با جیره‌های حاوی مقادیر مختلف غذای زنده و تجاری بررسی شد. از نظر شاخص‌های افزایش وزن و نرخ رشد ویژه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. گزارش شده است که تغذیه میگو با جیره‌های ترکیبی باعث رشد سریع‌تری نسبت به جیره‌های تک ماده‌ای می‌شود (Chamberlain and Lawrence, 1981; Huang et al., 2005). این نتایج با نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر مغایرت دارد، به‌طوری که میگوهای تغذیه شده با غذای تجاری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای تغذیه شده با کرم سفید نداشت. با این حال، همان‌طور که Huang و همکاران (۲۰۰۵) گزارش داده‌اند، ممکن است میزان قابل توجهی از جیره غذایی مخلوط به دلیل رفتار ترجیحی غذایی میگو هدر

خشک شده باعث افزایش ایمنی (Choi et al., 2018; Torres et al., 2019; Motte et al., 2019; Mastoraki et al., 2020; He et al., 2022)، افزایش مقاومت به بیماری (Richardson, 2021) و افزایش مقاومت میگو نسبت به استرس‌های محیطی (مرحمتی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴) می‌شود. ضریب تبدیل غذایی نیز بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار نداشت. در حالی که Choi و همکاران (۲۰۱۸) در جیره میگوی سفید غربی پروراری پودر لارو سوسک زرد را به میزان ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد جایگزین پودر ماهی کردند و ضریب تبدیل غذا بهبود یافت.

### نتیجه‌گیری

به‌طور کلی افزودن کرم سفید به جیره اثر منفی قابل توجهی بر شاخص‌های افزایش وزن، و نرخ رشد ویژه نداشت. هرچند افزایش رشد نیز مشاهده نشد. درصد بازماندگی در تمام تیمارهای تغذیه شده با کرم سفید نسبت به تیمار تغذیه شده با غذای تجاری بهبود پیدا کرد. براساس نتایج به‌دست آمده، در صورت دسترسی به کرم سفید، به‌دلیل هزینه پایین پرورش این کرم و همچنین بهبود بازماندگی لارو میگو استفاده از این کرم در کنار غذای تجاری باعث افزایش بازدهی پرورش خواهد شد.

تجاری موجب بقای بیشتر لاروهای میگو می‌شود. مطالعات زیادی بهبود شاخص‌های مختلف از جمله درصد بازماندگی را با افزودن غذاهای زنده مختلف از جمله کرم پلی‌کیت (*Neanthes japonicus*) به جیره میگوی سفید غربی (Zheng et al., 2008)، میکروورم (نماتود) *Panagrellus redivivus* به جیره خرچنگ شناگر آبی (*Portunus pelagicus*) (Affandi et al., 2019)، میکروورم و لارو سوسک زرد و کرم دریایی (*Nereis* sp.) (Biedenbach et al., 1989; Choi et al., 2018; Pinandoyoa et al., 2021; Motte et al., 2019)، و کرم خاکی (*caliginosa*) به میگوی آب شیرین (Habashy, 2012) گزارش دادند. از طرف دیگر در پژوهش Mastoraki و همکاران (۲۰۲۰) در رابطه با استفاده از لارو مگس *Musca domestica* در جیره غذایی میگوی آب شیرین (*Palaemon adspersus*) درصد بازماندگی کاهش پیدا کرد. به‌نظر می‌رسد استفاده از کرم سفید احتمالاً از طریق کاهش باقیمانده مواد غذایی در محیط و بهبود کیفیت آب، باعث افزایش بازماندگی لاروها می‌شود. چنانچه Sommer (۲۰۱۹) گزارش می‌کند که استفاده از نماتود در جیره سفید غربی باعث بهبود کیفیت آب و سیستم بایوفلاک و همچنین میزان بقاء حدود دو برابری میگوها نسبت به جیره معمولی شد. از طرف دیگر در پژوهش‌های متعددی مشخص شده است که استفاده از برخی غذای‌های زنده به‌صورت تازه یا

منابع

- حسین‌نیا ا.، آذری‌تاکامی ق.، یوسفی‌جووردهی ا.، بهمنی م. ۱۳۹۲. فرمولاسیون نوین جیره‌های مختلف غذایی جهت تغذیه، تکثیر و پرورش کرم سفید (*Enchytraeus albidus* Henle, 1837). مجله علوم و فنون دریایی. ۱۳(۴): ۳۰-۴۰.
- مرحمتی‌زاده ل.، سجادی م.م.، سوری‌نژاد ا.، دریا م. ۱۳۹۴. تأثیر مقادیر مختلف کرم پرتار (*Perinereis nuntia*) در جیره غذایی مولدین میگوی سفید غربی (*Penaeus vannamei*) بر رشد، بازماندگی و مقاومت لاروهای حاصل در برابر استرس‌های محیطی. پاتوبیولوژی مقایسه‌ای. ۱۲(۳): ۱۷۰۷-۱۷۱۴.
- Affandi I., Ikhwanuddin M., Syahnnon M., Abol-Munafi A.B. 2019.** Growth and survival of enriched free-living nematode, *Panagrellus redivivus* as exogenous feeding for larvae of blue swimming crab, *Portunus pelagicus*. *Journal of Aquaculture Reports* 15, 100211.
- Akiyama D.M., Chwang N.L.M. 1989.** Shrimp feed requirement and feed management. In, D. M. Akiyama (ed.), *Proceedings of the S-E Asia Shrimp Farm Management Workshop American Soybean Association* (pp. 75-82), Singapore.
- Amaya E.A., Davis D.A., Rouse D.B. 2007.** Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions. *Journal of Aquaculture* 262(2-4), 393-401.
- Amorim M.J., Scott-Fordsmand J.J. 2012.** Toxicity of copper nanoparticles and CuCl<sub>2</sub> salt to *Enchytraeus albidus* worms: survival, reproduction and avoidance responses. *Environmental Pollution* 164, 164-168.
- Benbow M.E. 2009.** Annelida, Oligochaeta and Polychaeta. *Encyclopedia of Inland Waters* 55:124-127.
- Bulbul M., Koshio S., Ishikawa M., Yokoyama S., Kader A. 2015.** Growth performance of juvenile kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus* (Bate) fed diets replacing fishmeal with soybean meal. *Journal of Aquaculture Research* 46(3), 572-580.
- Biedenbach J.M., Smith L.L., Thomsen T.K., Lawrence A.L. 1989.** Use of the Nematode *Panagrellus redivivus* as an Artemia Replacement in a Larval Penaeid Diet. *Journal of the World Aquaculture Society* 20(2), 61-71.
- Chamberlain G.W., Lawrence A.L. 1981.** Maturation reproduction and growth of *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris* fed natural diet. *Journal of the World Mariculture Society* 12(1), 207-224.
- Choi I.H., Kim J.M., Kim N.J., Kim J.D., Park C., Park J.H., Chung T.H. 2018.** Replacing fish meal by mealworm (*Tenebrio molitor*) on the growth performance and immunologic responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 40(1), 39077.
- Davis D.A., Arnold C.R. 2000.** Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Aquaculture* 185(3-4), 291-298.
- FAO. 2022.** The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO.
- Fairchild E.A., Walsh M.L., Trushenski J.T., Cullen K.L., Chambers M. 2017a.** White worms – a low cost live feed for the ornamental industry. NRAC Fact Sheet No. pp. 224-2017.
- Fairchild E.A., Bergman A.M., Trushenski J T. 2017b.** Production and nutritional composition of white worms *Enchytraeus albidus* fed different low-cost feeds. *Journal of Aquaculture* 481 (1-2), 16-24.
- Felix S., Samocha T., Menaga M. (Eds.). (2020).** Vannamei Shrimp Farming (1<sup>st</sup> Ed.). CRC Press.
- Habashy M.M. 2012.** Effect of dried earth worm (*Aporrectodea caliginosa*) as replacement of fish meal on growth and survival rate of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN 1879) larvae. *Egyptian Journal of Aquatic Biolology & Fisheries* 16(1), 105-114.
- He Y., Liu X., Zhang N., Wang S., Wang A., Zuo R., Jiang Y. 2022.** Replacement of Commercial Feed with Fresh Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae in Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Nutrition* 98(15), 5776-5784.
- Huang G.Q., Dong S.L., Wang F., Ma S. 2005.** Growth, energy allocation, and biochemical composition of the body of Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*, fed different diets. *Crustaceana* 78(2), 141-162.
- Kuban F.D., Lawrence A.L., Wilkenfeld J.S. 1985.** Survival, metamorphosis and growth of larvae from four penaeid species fed six food combinations. *Journal of Aquaculture* 47(2-3), 151-162.



- Mastoraki M., Vlahos N., Patsea E., Chatzifotis S., Mente E., Antonopoulou E. 2020.** The effect of insect meal as a feed ingredient on survival, growth, and metabolic and antioxidant response of juvenile prawn *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837). *Aquaculture Research* 00, 1-12.
- Mohanty R.K. 2001.** Feeding management and waste production in semi-intensive farming of *Penaeus monodon* (fab.) at different stocking densities. *Aquaculture International* 9, 345-355.
- Motte C., Rios A., Lefebvre T., Do H., Henry M., Jintasataporn O. 2019.** Replacing fish meal with defatted insect meal (Yellow Mealworm *Tenebrio molitor*) improves the growth and immunity of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Animals* 9(258), 2-17.
- Naylor R.L., Hardy R.W., Buschmann A.H. Bush S.R., Cao L., Klinger D.H., Little D.C., Lubchenco J., Shumway S.E., Troell, M. 2021.** A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature* 591, 551-563.
- Oz M., Bahtiyar M., Sahin D., Karsli Z., Oz, U. 2016.** Using white worm (*Enchytraeus* spp.) as a live feed in aquarium fish culture. *Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture* 1, 165-168.
- Pan Y.J., Dahms H.U., Hwang J.S., Souissi S. 2022.** Recent Trends in Live Feeds for Marine Larviculture: A Mini Review. *Frontiers in Marine Science* 9, 864165.
- Pinandoyoa, Meisitab D., Widowatic L.L., Herawati V.E. 2021.** Effect of Fish Meal Substitution with Sea Worm Flour (*Nereis* sp.) in Diet on Growth and Survival Rate of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Post Larvae. *Journal of Aquacultura Indonesiana* 22(2), 61-75.
- Richardson A., Dantas-Lima J., Lefranc M., Walraven M. 2021.** Effect of a Black Soldier Fly Ingredient on the Growth Performance and Disease Resistance of Juvenile Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Animals* 11(5), 1-11.
- Samocha T.M., Davis D.A., Saoud I.P., DeBault K. 2004.** Substitution of fish meal by co-extruded soybean poultry by-product meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Aquaculture* 231(1-4), 197-203.
- Sedgewick R.W. 1979.** Effect of ration size and feeding frequency on the growth and food conversion of juvenile *Penaeus merguensis*, Demand. *Aquaculture* 16(4), 279-298.
- Sommer N.P. 2019.** Evaluation of Nematodes and Artificial Artemia as Feed for Pacific White Shrimp in a Biofloc Nursery System. A Master Thesis in Aquaculture and Fisheries, Universidade do Algarve, 59p.
- Tacon A.G.J. Metian M. 2015.** Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* 23(1), 1-10.
- Tamilarasu A., Nethaji A., Bharathi M., Lioid Chrispin C., Somu Sander Lingam, R. 2020.** Significance of White Worm in Aquaculture as A Source of Protein-Rich Live Feed. *Journal of Biotica Research Today* 2(12), 1298-1301.
- Torres A.P. Quiroz G.R. 2109.** The use of liquid vermicompost microcapsules as a complement in food for juvenile white shrimp. *Journal of Aquaculture & Marine Biology* 8(6), 212-214.
- Van Huis A. 2013.** Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Journal of Annual Review of Entomology* 58, 563-583.
- Walsh M.L. 2012a.** Examining conditioning strategies for flatfish stock enhancement to promote feeding success. Ph.D. dissertation, University of New Hampshire, Durham, NH, USA.
- Walsh M.L. 2012b.** White Worms *Enchytraeus albidus* as a Live Feed and in Formulated Aquafeeds. *World Aquaculture Magazine* 43(3), 44-46.
- Wilkenfeld J.S., Lawrence A.L., Kuban F.D. 1984.** Survival, metamorphosis, and growth of penaeid shrimp larvae reared on a variety of algal and animal foods. *Journal of the World Mariculture Society* 15(1-4), 31-49.
- Zheng Z.H., Dong S.L. Tian X.L. 2008.** Effects of intermitent feeding on growth of *Litopenaeus vanannei*. *Journal of Crustacean Biology* 28(1), 21-26.

## Nutritional effect of white worm (*Enchytraeus albidus*) on the growth and survival of Pacific white shrimp post larvae (*Litopenaeus vannamei*)

Mohammad Reza Mohammadshahi<sup>1</sup>, Mohammad Amini Chermahini\*, Saeed Ziaei-Nejad

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

\*Corresponding author: mamini57@yahoo.com

Received: 03.May.2023

Accepted: 12.Jul.2023

### Abstract

The present study was conducted to investigate the effect of different levels of white worm, *Enchytraeus albidus*, in the diet of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae and the possibility of its replacement instead of a formulated diet. For this purpose, 100 PL12 stage larvae were completely randomly distributed into 500-liter tanks equipped with an aeration system and fed for 19 days with commercial food and white worm in 4 treatments at the rate of five to six percent of the biomass. The first treatment was fed only with commercial food (control), the second with 33% white worm and 67% commercial food, the third one with 66% white worm and 34% commercial food, and the fourth treatment only with the white worm. Considering that the worm was used as alive, its amount was 3 times that of dry food. Weight gain (WG), food conversion ratio (FCR), specific growth rate (SGR), and survival percentage (SR) were calculated. In terms of weight gain, specific growth rate, and food conversion ratio, no significant differences were found between the treatments ( $P>0.05$ ). The SR was significantly higher in the treatments fed with white worm than in the control one ( $P<0.05$ ). According to the results, although the replacement of commercial food with white worm does not improve shrimp growth, considering the increase in survival of shrimps, the easier management of water quality, and the low cost of white worm production, the combined use of white worm and commercial food is recommended.

**Keywords:** Pacific White Shrimp, White worm, Specific growth rate, Food conversation ratio