مجله علمی شیلات ایران ۳۰(٤) ۱۱۹-۱۲۹ (DOI): 10.22092/ISFJ.2021.125226
(DOR): 20.1001.1.10261354.1400.30.4.10.1

مقاله علمی – پژوهشی:

بررسی اثرات تغذیه از لارو مگس خانگی بر میزان هماوری مولدین و تکامل لاروی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*)

کیومرث روحانی قادیکلایی*[۱]، عیسی عبدالعلیان[۱]، مریم معزی[۱]، محمدرضا زاهدی[۱]، محمد گرگیج جاسکی[۲]، فریبرز احتشامی[۳]، شهرام دادگر[۳]

*roohani2001ir@yahoo.com

۱-پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی بندرعباس، بندرعباس، ایران.
۳- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: شهریور ۱٤۰۰

چکیده

جهت بررسی اثرات تغذیه‌ای از لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار نرئیس (*Perinereis nuntia*) بر میزان هماوری مولدین و تکامل لاروی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*)، تعداد ۳۰ جفت مولد میگوی وانامی در ۳ مخزن ۵ تنی از جنس فایبرگلاس حاوی آب دریای فیلترشده، تحت شرایط یکسان ذخیره‌سازی گردیدند. مولدین با ۳ رژیم غذایی شامل غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر (کرم پرتار، اسکوئید، گوشت صدف و پلت غذایی) به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل (رژیم غذایی A)، غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار (رژیم غذایی B) و غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر نیز به عنوان شاهد (رژیم غذایی C) تغذیه گردیدند. نتایج نشان داد که هنگامی‌که مولدین میگو از غذای مرسوم کارگاهی به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل (رژیم غذایی A) استفاده نمودند، میزان هماوری، اختلاف معنی‌داری با دو تیمار دیگر نشان داد ($p<۰/۰۵$). میزان تفریخ تخم‌ها در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p>۰/۰۵$). تکامل لارو میگوی وانامی حاصل از تخم‌ریزی مولدین نشان داد که درصد بیشتری از لاروهایی حاصل از مولدین تغذیه‌شده با رژیم غذایی مرسوم کارگاهی به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی (رژیم غذایی A) نسبت به سایر تیمارها سریع‌تر به مرحله بعدی تکامل پیدا نمودند که به‌ویژه در مراحل پست لاروی، اختلاف معنی‌داری نیز نشان داد ($p<۰/۰۵$). به‌هرحال، استفاده از مگس خانگی به صورت مکمل غذای مرسوم کارگاهی می‌تواند باعث افزایش میزان هماوری مولدین میگو و تکامل سریع‌تر لاروها شود، اما به عنوان جایگزین کرم پرتار (*P. nuntia*) در ترکیب غذای مرسوم در کارگاه‌های تکثیر میگو، دارای کارایی لازم نمی‌باشد.

لغات کلیدی: پست لارو، میگوی وانامی، کرم پرتار، مگس خانگی

*نویسنده مسئول

مقدمه

میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) که به میگوی پاسفید[1] نیز معروف است، یکی از گونه‌های مهم اقتصادی میگو در جهان است که در آبزی‌پروری دارای ارزش اقتصادی بالا می‌باشد. میگوی وانامی به طور طبیعی در سواحل دریای مکزیک، مرکز و جنوب امریکا و جنوب پرو یافت می‌شود، ولی به شمال غربی سواحل امریکا و هاوایی تا کشورهای مکزیک، نیکاراگوئه و برزیل منتقل گردیده است. این گونه هم اکنون در آسیای جنوب شرق و کشورهایی مانند چین، تایوان، تایلند، فیلیپین و مالزی در حد گسترده پرورش داده می‌شود (Briggs *et al.*, 2004). در سال ۱۳۸۳ به دنبال شیوع گسترده بیماری لکه سفید (WSD) در مزارع پرورش میگوی جنوب کشور که باعث مرگ و میر شدید گونه بومی میگوی هندی (*Penaeus indicus*)گردید، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور این گونه را نخستین بار جهت انجام کارهای پژوهشی به صنعت آبزی‌پروری کشور معرفی نمود و اکنون در سواحل جنوبی و شمالی کشور در مقیاس تجاری پرورش داده می‌شود.

میگوی وانامی تحمل بسیار خوبی در مقابل تغییرات محیطی مثل درجه حرارت و شوری دارد. این گونه می‌تواند از آب نسبتاً شیرین تا شوری‌های بالاتر از ۵۰ قسمت در هزار را تحمل و رشد کند. علاوه‌برآن، تحمل آن در مقابل درجه حرارت‌های پایین نسبت به سایر گونه‌های گرمسیری بهتر است و می‌تواند در دمای کمتر از ۱۵درجه سانتی‌گراد نیز زنده بماند (Roy *et al.*, 2007). از دیگر خصوصیات پرورش این میگو نسبت به سایر گونه‌های میگو نیاز به مقادیرکمتر پروتئینی است و می‌توان در جیره غذایی این نوع میگو از پروتئین‌های گیاهی با نسبت بیشتری استفاده کرد (Xie *et al.*, 2014). این امر با توجه به این‌که بیش از ۵۰ درصد هزینه‌های تولید در آبزی‌پروری تجاری صرف تغذیه جانور می‌شود، می‌تواند به میزان قابل ملاحظه‌ای هزینه تولید را کاهش دهد (Thoman *et al.*, 1999).

پرورش میگو به عنوان یکی از فعالیت‌های مهم آبزی‌پروری در جهان و ایران، درحال توسعه و گسترش است. از این‌رو، به منظور تأمین بچه میگو باکیفیت و به تعداد کافی، کارگاه‌های تکثیر میگو بیش از پیش به مولدینی با کارایی تولید و هماوری بالا نیاز خواهند داشت (Subasinghe *et al.*, 2009). امروزه به‌خوبی مشخص گردیده است که تغذیه مناسب مولدین میگو باعث باروری بیشتر آنها می‌شود و یک جیره غذایی شامل موادی که بتواند نیازهای توسعه گنادی را تأمین نماید، اهمیت زیادی در مدیریت مولدین دارد. این امر می‌تواند مدت دوره پرورش مولدین را کاهش دهد و از هزینه‌های کارگاه‌های تکثیر بکاهد. تغذیه مولدین در کارگاه‌های تکثیر عمدتاً شامل غذای زنده به همراه غذای کنسانتره با پروتئین حیوانی است و استفاده بهینه از پروتئین مورد نیاز نیز تابع قابلیت هضم و الگوی اسیدهای آمینه ضروری محتوی آنهاست (Almeda *et al.*, 2009).

در حال حاضر، استفاده از کرم پرتار نرئیس در کارگاه‌های تکثیر میگو جهت تغذیه مولدین رایج است که در فصول خاص و به میزان محدود از محیط طبیعی جمع‌آوری می‌شود و مقدار قابل توجهی از این کرم عمدتاً از خارج کشور تأمین می‌گردد. این موضوع علاوه بر هزینه‌های بالای خرید، می‌تواند خطر انتقال بیماری از کرم‌ها به میگو را به‌دنبال داشته باشد (Poltana *et al.*, 2007). این مطلب به روشنی در تحقیقاتی که بر نحوه انتقال بیماری لکه سفید از کرم نرئیس به میگوی وانامی صورت گرفته، تائید گردیده است (Haryadi *et al.*, 2015; Shalini *et al.*, 2016).

در صنعت آبزی‌پروری استفاده از منابع پروتئینی ارزان‌قیمت رو به رشد است و در این میان استفاده از لارو یا شفیره مگس خانگی به عنوان مکمل غذایی در غذای آبزیان مورد توجه قرارگرفته است. میزان پروتئین لارو یا شفیره مگس خانگی بیش از ۵۴ درصد است و از لحاظ نوع اسیدآمینه ضروری نیز دارای مواد مغذی متعادل به‌خصوص گروه اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (HUFA) می‌باشد که استفاده از آن را نسبت به سایر منابع پروتئینی متمایز ساخته است (Adeniji, 2007).

[1] White leg shrimp

علاوه‌براین، مطالعات نشان می‌دهد که لارو یا شفیره مگس خانگی نه تنها از نظر میزان پروتئین نسبت به سایر منابع پروتئینی، بلکه از لحاظ نوع اسیدآمینه ضروری بالانس مناسبی از مواد مغذی به‌خصوص گروه اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره که جهت رسیدگی تخمدان میگوهای پرورشی لازم است، تأمین می‌کنند (Hussein *et al.*, 2017). در سال‌های اخیر استفاده از لارو مگس خانگی جهت اهداف آبزی‌پروری مورد توجه قرار گرفته است، ولی بیشتر مطالعات انجام شده در راستای استفاده از آن در جایگزینی با پودر ماهی در جیره غذایی آبزیانی همچون مارماهی (Xiang *et al.*, 2020)، تیلاپیای نیل (Wang *et al.*, 2017)، باس دریایی (Lin and Mui, 2017) و بچه ماهی *Oreochromis niloticus* (Alofa *et al.*, 2020) بوده است. از آن‌جایی‌که تاکنون اثرات تغذیه‌ای از لارو مگس خانگی بر میگوی وانامی صورت نگرفته است، لذا هدف اصلی این مطالعه تعیین میزان کارایی لارو مگس خانگی بر میزان هماوری مولدین و به دنبال آن تکامل لاروی میگوی وانامی بود.

مواد و روش کار

تهیه مولدین میگوی وانامی

تعداد ۳۰ جفت مولد میگوی وانامی از کارگاه تکثیر میگوی جاسک تهیه و پس از زیست‌سنجی به‌صورت تصادفی در ۳ مخزن ۵ تنی حاوی آب دریای فیلتر شده تحت شرایط یکسان (۳۰ درجه سانتی‌گراد و شوری۳۰ قسمت در هزار و pH ۸/۵) و با نسبت جنسی ۱:۱ ذخیره‌سازی گردیدند (Coman, 2006). نمونه‌ها در معرض نور طبیعی ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی قرار گرفتند و جهت روشنایی از یک عدد لامپ فلورسنت به رنگ سبز استفاده گردید (Hoang *et al.*, 2002). هوادهی با استفاده از چهار سنگ هوا تعبیه شده در کف تانک انجام گرفت. مخزن با پوشش سیاه‌رنگ جهت کاهش اضطراب و آشفتگی میگوها در مدت زمان ساعت تاریکی پوشانده شد (McLean, 2021).

تیمارهای غذایی و تغذیه مولدین

تغذیه مولدین میگوی وانامی با استفاده از تیمارهای غذایی ذیل صورت گرفت:

الف) غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر (کرم پرتار، اسکوئید، گوشت صدف و پلت غذایی) به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل (رژیم غذایی A)

ب) غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر (بدون کرم پرتار) به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار *P. nuntia* (رژیم غذایی B)

ج) غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شده است (رژیم غذایی C)

تغذیه مولدین به صورت روزانه با استفاده از تیمارهای غذایی در ۴ وعده غذایی در روز به میزان ۱۵-۱۰ درصد وزن بدن (بر اساس وزن تر بدن) در فواصل زمانی تقریباً مساوی (۳۰ درصد ساعت ۸ ، ۴۰ درصد ساعت ۱۳ ، ۲۰ درصد ساعت ۱۸ و ۱۰ درصد ساعت ۲۳) صورت گرفت (Antiporda, 1986). زمانی که میگوهای مولد به وزن تقریبی ۴۰ گرم رسیدند، یکی از پایه‌های چشمی میگوهای ماده قطع و شرایط رسیدگی تخمدان هر روز یک بار بین ساعت ۱۹-۱۸ با استفاده از نور یک لامپ کوچک متصل به انتهای یک چوب بررسی گردید (Panouse, 1943). مولدین ماده روز بعد از معرفی به تانک تخم‌ریزی حدود ساعت ۸-۵ صبح تخم‌ریزی نمودند و سپس به تانک نگهداری مولدین برگردانده شدند. پس از تخم‌ریزی میزان هوادهی را اندکی افزایش تا آب و تخم‌ها به‌آرامی با هم مخلوط شود تا عمل تخمه‌گشایی[1] به‌خوبی صورت پذیرد (Arcos *et al.*, 2011). شمارش تعداد کل تخم‌های هر مولد به کمک لام شمارش و در زیر لوپ آزمایشگاهی صورت گرفت.

تعیین میزان هماوری

میزان هماوری مولدین میگو پس از تغذیه از تیمارهای غذایی تعیین گردید. از لحاظ کمّی پارامترهایی از قبیل میزان هماوری مطلق، هماوری نسبی و درصد تفریخ

[1] Hatching

تخم‌های هر یک از مولدین، با استفاده از فرمول‌های ذیل محاسبه گردیدند (Cahu *et al.*, 1995):

تعداد کل تخم‌های استحصالی از هر یک از مولدین = میزان هماوری مطلق
$^{-1}$ واحد وزن مولد (گرم) × تعداد تخم هر مولد = هماوری نسبی
۱۰۰× $^{-1}$ تعداد تخمهای استحصالی × تعداد لارو = درصد تفریخ تخم‌ها

تعیین میزان بقاء (بازماندگی)(Adhikari *et al.*, 2007):

۱۰۰ × (تعداد میگوی اولیه ذخیره سازی شده/تعداد میگو در پایان آزمایش) = بازماندگی (درصد)

ذخیره‌سازی ناپلی میگوی وانامی

تعداد ۳۰۰۰۰۰ ناپلی سالم حاصل از تکثیر هر تیمار تغذیه‌ای مولدین (مجموعاً ۹۰۰۰۰۰ عدد ناپلی) انتخاب و پس از بسته‌بندی در کیسه‌های نایلونی به بخش آبزی‌پروری پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان (محل اجرای فاز دوم) آزمایش انتقال یافت و پس از آداپتاسیون، در ۹ تانک ۱ تنی ضدعفونی شده (در هر تانک ۱۰۰۰۰۰ عدد ناپلی) حاوی ۵۰۰ لیتر آب دریا فیلترشده و استریل (شرایط دمایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد و شوری ۳۰ قسمت در هزار) با تراکم ۲۰۰ ناپلی در هر لیتر ذخیره سازی گردیدند.

غذادهی لاروهای پس از تفریخ

به منظور بررسی روند تکامل لاروی در مراحل مختلف رشد (مرحله ناپلئوس ۵ تا پست لارو ۹) تغذیه لارو میگوی وانامی با استفاده از غذاهای مختلف شامل ریزجلبک *Chaetceros muelleri*، ناپلی آرتمیای مرده، غذای فرموله شده (اندازه ۸۰-۱۰ و ۱۵۰-۵۰ میکرون)، ناپلی آرتمیای زنده، غذای فرموله شده به شکل پلت (سایزهای ۳۰۰ - ۲۰۰ و ۵۰۰ -۳۰۰ میکرون) در زمان‌های مختلف صورت گرفت.

تکامل لاروی

برای تعیین تکامل مراحل لاروی میگوی وانامی از روش Ronquillo و همکاران (۲۰۰۶) که برای تعیین مراحل لاروی *P. semisulcatus* به‌کار برده شده است، استفاده گردید. در این روش به صورت تصادفی ۵ عدد لارو میگو از هر تیمار انتخاب و در زیر میکروسکوپ اینورت مراحل تکامل لاروی با توجه به تعداد خارهای روی روستروم و نیز تعداد پاها مشخص گردید.

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

اطلاعات و داده‌های به‌دست آمده در نرم‌افزار Excel وارد شده و نتایج توصیفی به‌صورت جدول تهیه گردیدند. تحلیل آماری نتایج در برنامه SPSS و با به‌کارگیری آزمون‌های پارامتری (آنالیز و واریانس یک‌راهه) و همچنین از آزمون‌های تفریقی دانکن جهت مقایسه داده‌ها انجام گردید. همگن بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov Smirnov در نرم‌افزار SPSS مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف استاندارد بیان شده و سطح معنی‌دار برای داده‌ها $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج

شاخص‌های هماوری مولدین میگوی وانامی

در جدول ۱ شاخص‌های تولیدمثلی (درصد تفریخ تخم، میزان هماوری نسبی و مطلق) مولدین میگوی وانامی را در تیمارهای مختلف تغذیه‌ای ارائه شده است. با توجه به جدول، میزان هماوری نسبی و مطلق در تیمار شاهد و نیز مولدینی که از غذای مرسوم کارگاهی به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به‌عنوان مکمل استفاده نمودند، اختلاف معنی‌داری با تیمار غذایی B که شامل غذای مرسوم بدون

کرم پرتار و به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی بود، به عنوان جایگزین کرم پرتار نشان دادند ($p<۰/۰۵$). همچنین میزان تفریخ تخم‌ها در تیمارهای مورد آزمایش نیز فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($p>۰/۰۵$).

جدول ۱: میزان هماوری و تفریخ در مولدین میگوی وانامی

Table 1: Fecundity and Hatching Rate of *L. vannamei* brooders

تیمارها	میزان هماوری		میزان تفریخ (درصد)
	مطلق	نسبی (g^{-1})	
رژیم غذایی A	۲۶۴۰۰۰±۱۲۵۰۰ [a]*	۷۵۴۰±۳۵۷ [a]	۷۹±۶
رژیم غذایی B	۲۰۵۰۰۰±۱۲۰۰۰ [b]	۵۸۵۷±۳۴۲ [b]	۷۲±۱۱
رژیم غذایی C	۲۵۲۰۰۰±۱۵۳۰۰ [a]	۷۲۰۵±۴۳۵ [a]	۷۶±۸

*حروف غیر مشابه بر روی اعداد هر ستون جدول، بیانگر تفاوت معنی‌دار بودن میانگین‌ها می‌باشد ($p<۰/۰۵$) .

رژیم غذایی A : غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل

رژیم غذایی B: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار

رژیم غذایی C: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به عنوان شاهد

مراحل تکامل لاروی

ترکیب تکامل لاروی و میزان بقای لارو میگوی وانامی از مرحله ناپلئوس ۵ تا پروتوزوآی ۳ ($N_V - PZ_{III}$) نشان می‌دهد که درصد بیشتری از لاروها پس از ۴۸ ساعت وارد مرحله پروتوزوآی ۳ شدند و این روند در لاروهایی که از تیمار غذایی مرسوم کارگاهی به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل غذای تغذیه شدند، اندکی سریع‌تر از دیگر تیمار غذایی بود، ولیکن اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). همچنین میزان بقای لاروی نیز در لاروهایی که از تیمار غذایی مرسوم کارگاهی به همراه و ۵ درصد از لارو مگس خانگی تغذیه نمودند، اندکی بیشتر از دو تیمار دیگر بوده است (جدول ۲).

جدول ۲: ترکیب تکامل لاروی و میزان بقای لارو میگوی وانامی از مرحله ناپلئوس ۵ تا پروتوزوا ۳

Table 2: Larval stages development and survival rate of *L. vannamei* from N_V to Pz_{III}

تیمارها	تکامل لاروی (درصد)*				میزان بقاء لاروی
	ناپلی ۵	پروتوزوآ ۱	پروتوزوآ ۲	پروتوزوآ ۳	(درصد)
رژیم غذایی A	۵	۸۴	۱۰	۷۹	۸۴
رژیم غذایی B	۵	۸۳	۱۱	۷۵	۸۳
رژیم غذایی C	۵	۸۶	۹	۷۸	۸۶

* ترکیب تکامل لاروی با توجه به درصد کل لارو زنده

رژیم غذایی A : غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل

رژیم غذایی B: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار

رژیم غذایی C: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به عنوان شاهد

ترکیب تکامل لاروی و میزان بقای لارو میگوی وانامی از مرحله مایسیس ۱ تا پست لارو ۱ ($My_I - PL_I$) نشان داد که ۸۰-۷۳ درصد از لاروها پس از ۱۲۰ ساعت وارد مرحله پست لارو ۱ شدند و این روند در لاروهایی که از تیمار غذایی مرسوم کارگاهی به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل غذای تغذیه شدند، به طور

معنی‌داری بیشتر از غذای مرسوم کارگاه تکثیر و دیگر تیمار غذایی بود ($p<۰/۰۵$). همچنین بیشترین میزان بازماندگی (۶۸ درصد) در لاروهایی مشاهده شد که از تیمار غذایی مرسوم کارگاهی به همراه و ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل تغذیه نموده بودند (جدول ۳).

جدول ۳: ترکیب تکامل لاروی و میزان بقای لارو میگوی وانامی از مرحله مایسیس ۱ تا پست لاروی ۱

Table 3: Larval stages development and survival rate of *L. vannamei* from My_I to PL_I

تیمارها	تکامل لاروی (درصد)*				میزان بقاء لاروی
	ماسیس ۱	ماسیس ۲	ماسیس ۳	پست لارو ۱	(درصد)
رژیم غذایی A	۳	۵	۱۲	۸۰^{a}	۶۸^{a}
رژیم غذایی B	۵	۷	۱۵	۷۳^{c}	۶۰^{b}
رژیم غذایی C	۲	۸	۱۳	۷۷^{b}	۶۶^{a}

* ترکیب تکامل لاروی با توجه به درصد کل لارو زنده

رژیم غذایی A: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل

رژیم غذایی B: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار

رژیم غذایی C: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به عنوان شاهد

ترکیب مراحل لاروی و میزان بقای لارو از مرحله پست لارو ۲ تا پست لارو ۵ ($PL_{II} - PL_{v}$) نشان داد که تنها ۷۱ درصد از لاروهایی که از تیماری غذایی شامل غذای مرسوم کارگاهی به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار *P. nuntia* تغذیه نمودند، وارد مرحله پست لارو ۵ شدند که اختلاف معنی‌داری با دو تیمار دیگر داشتند ($p<۰/۰۵$). همچنین بیشینه میزان بقاء لاروی (۵۹ درصد) نیز در لاروهایی که از تیمار غذایی شامل غذای مرسوم کارگاهی به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل تغذیه نمودند، مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با سایر تیمارها داشتند (جدول ۴).

جدول ٤: ترکیب تکامل لاروی و میزان بقای لارو میگوی وانامی از مرحله پست لارو ۲ تا پست لارو ۵

Table 4: Larval stages development and survival rate of *L. vannamei* from PL_{II} to PL_{V}

تیمارها	تکامل لاروی (درصد)*				میزان بقاء لاروی
	پست لارو ۲	پست لارو ۳	پست لارو ٤	پست لارو ۵	(درصد)
رژیم غذایی A	۲	۹	۱۲	۷۹^{a}	۵۹^{a}
رژیم غذایی B	۵	۱۰	۱۴	۷۱^{b}	۴۷^{c}
رژیم غذایی C	۴	۷	۱۰	۷۷^{a}	۵۴^{b}

*ترکیب تکامل لاروی با توجه به درصد کل لارو زنده

رژیم غذایی A: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل

رژیم غذایی B: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار

رژیم غذایی C: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به عنوان شاهد

ترکیب تکامل لاروی و میزان بقاء آن طی مراحل پست لارو ۶ الی پست لارو ۹ ($PL_{VI} - PL_{IX}$) نشان داد که اگرچه همانند روند پیشین، بیشترین درصد از لاروهایی که وارد مرحله پست لارو ۹ گردیدند و شامل آن دسته از

لاروهایی بود که از تیمار غذایی شامل غذای مرسوم کارگاهی به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل تغذیه نمودند ($p>0/05$). از سویی، بیشینه میزان بقاء لاروی (۴۸ درصد) در لاروهایی مشاهده شد که از تیمار غذایی شامل غذای مرسوم کارگاهی به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به‌عنوان مکمل و نیز غذای مرسوم تغذیه نمودند و کمترین در آن دسته از لاروهایی که از تیماری غذایی شامل غذای مرسوم کارگاهی به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار *P. nuntia* تغذیه شدند، مشاهده گردید (جدول ۵).

جدول ۵: ترکیب تکامل لاروی و میزان بقای لارو میگوی وانامی از مرحله پست لارو ٦ تا پست لارو ۹

Table 5: Larval stages development and survival rate of *L. vannamei* from PL_{VI} to PL_{IX}

تیمارها	تکامل لاروی (درصد)*			میزان بقاء لاروی
	پست لارو ٦	پست لارو ۷	پست لارو ۸	پست لارو ۹	(درصد)
رژیم غذایی A	۱	۷	۱۲	۸۰	۴۸[a]
رژیم غذایی B	۵	۹	۱۰	۷۶	۳۹[b]
رژیم غذایی C	۳	۶	۱۳	۷۸	۴۶[a]

*ترکیب تکامل لاروی با توجه به درصد کل لارو زنده

رژیم غذایی A : غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل

رژیم غذایی B: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار

رژیم غذایی C: غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر به عنوان شاهد

بحث

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه اخیر، به‌نظر می‌رسد که استفاده از مگس خانگی به صورت مکمل غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر می‌تواند تأثیر مثبتی بر میزان هماوری و تکامل سریع‌تر لاروها در مولدین میگوی وانامی نسبت به غذای مرسوم کارگاه‌های تکثیر که به‌تنهایی استفاده شود، داشته باشد. زیرا مگس خانگی به همراه غذای مرسوم، مواد مغذی (اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب) متعادلی را برای رسیدگی جنسی و بلوغ مولدین میگو فراهم می‌آورد. این در حالی است که جایگزینی کرم پرتار با مگس خانگی در غذای مرسوم کارگاهی، میزان هماوری را کاهش داد. Huang (۲۰۰۸) طی بررسی مولدین میگوی ببری سیاه *P. monodon* بیان نمود که بیشترین میزان تخم‌ریزی، میزان تفریخ و دفعات تخم‌ریزی در مولدینی مشاهده گردید که با رژیم‌های غذایی حاوی بالاترین مقادیر گروه اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (HUFA) همانند آراشیدونیک اسید (AA)، ایکوزا پنتانویک اسید (EPA) و دیکوزا هگزانویک اسید (DHA) مورد تغذیه قرار گرفتند (Meunpol *et al*., 2010).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که جایگزینی کرم پرتار با مگس خانگی در غذای مرسوم کارگاهی باعث کاهش میزان هماوری مولدین گردید. Alofa و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که جایگزینی پودر ماهی به میزان ۶۲/۵۶ درصد با لارو مگس خانگی در جیره غذایی تیلاپیای نیل (*O. niloticus*)، هیچ‌گونه اثرات منفی بر میزان رشد یا کیفیت این ماهی ندارد. از سوی دیگر، اثر تغذیه‌ای لارو مگس بر میزان رشد و سیستم ایمنی مارماهی (*Monopterus albus*) نیز نشان داد که رژیم غذایی حاوی لارو مگس به صورت مکمل و سه روز یک‌بار می‌تواند اثرات مثبت بر رشد بالا و سیستم ایمنی به‌دنبال داشته باشد (Xiang *et al.*, 2020). همچنین استفاده از لارو مگس سرباز سیاه (*Hermetia illucens*) به میزان ۲۵ درصد جایگزینی مناسبی برای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلا (Hilaire *et al.*, 2007)، گربه ماهی و تیلاپیا (Bondari and Sheppard, 1987) بوده است. لیکن این مسئله در مورد مولدین میگو در این مطالعه موفقیت چندانی در برنداشته است. به‌هرحال، میزان هماوری بیشتر که به‌وسیله میگوهای تغذیه شده با کرم

پرتار و لارو مگس خانگی به‌دست آمد، احتمالاً به‌واسطه HUFA و مواد مغذی ضروری بوده که جهت ساخته شدن بافت بدن مورد نیاز بوده است، ولی به‌هرحال هر چه رژیم غذایی از نظر اسیدهای چرب و میزان پروتئین غنی‌تر باشد، قطعاً رسیدگی جنسی تسریع و میزان تخم تولیدی و درصد تفریخ نیز بالاتر می‌رود (Sarac *et al.*, 1993; Merican and Shim, 1996).

ترکیب لارو میگوی وانامی (از نظر تکاملی) حاصل از تخم‌ریزی مولدین تغذیه شده با تیمارهای مختلف نشان داد که درصد بیشتری از لاروهایی که از مولدین تغذیه شده با تیمار غذایی شامل غذای مرسوم کارگاهی به همراه ۵ درصد از لارو مگس خانگی به عنوان مکمل غذای تغذیه شده‌اند، نسبت به آن دسته‌ای که از غذای مرسوم کارگاه تکثیر تغذیه نموده‌اند، سریع‌تر به مرحله بعدی تکامل پیدا نمودند که به‌ویژه در مراحل پست لاروی این اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). از سوی دیگر، در همین زمان لاروهای میگوی حاصل از مولدین تغذیه شده با تیماری غذایی شامل غذای مرسوم کارگاهی به همراه ۱۰ درصد لارو مگس خانگی به عنوان جایگزین کرم پرتار *P. nuntia* دیرتر به مرحله بعدی نسبت به سایر تیمارها تکامل یافتند. از آن‌جایی‌که مگس خانگی به همراه غذای مرسوم کارگاهی بالانسی از اسیدهای چرب به‌ویژه اسیدهای چرب اشباع نشده گروه امگا ۳ و ۶ را برای رسیدگی جنسی و بلوغ مولدین میگو فراهم می‌کند، گمان می‌رود که لاروهای حاصله نیز از تکامل لاروی بهتری برخوردار باشند (Merican and Shim, 1996). نتایج نشان داد که حتی با افزایش میزان لارو مگس خانگی از ۵ درصد به ۱۰ درصد، باز هم میزان هماوری میگو کاهش محسوسی نشان داد، زیرا میزان لارو مگس اضافه شده جایگزین کرم پرتار گردید و به‌نظر می‌رسد هماوری پائین و تأخیر در تکامل لاروی به‌دست آمده در خلال مراحل مختلف لاروی می‌تواند ناشی از کاهش مواد غذایی به‌خصوص اسیدهای چرب EPA، DHA و آراشیدونیک اسید باشد که به میزان زیادی در ترکیبات کرم وجود دارد و تغذیه مگس نمی‌تواند آن را جبران کند (Techaprempreecha *et al*., 2011; Asghari *et al*., 2017). به‌هرحال، نتایج به‌دست آمده از این مطالعه به روشنی نشان داد که استفاده از مگس خانگی به صورت مکمل غذای مرسوم کارگاهی می‌تواند باعث افزایش میزان هماوری مولدین میگو و تکامل سریع‌تر لاروها گردد، اما به عنوان جایگزین کرم پرتار در ترکیب غذای مرسوم کارگاهی، کارایی لازم را در کارگاه‌های تکثیر میگو ندارد.

منابع

Adeniji, A., 2007. Effect of replacing groundnut cake with maggot meal in the diet of broilers. International *Journal of Poultry Science*, 6: 822–825. DOI:10.3923/IJPS.2007.822.825.

Adhikari, S., Chaurasia, V., Naqvi, A.A. and Pillai, B., 2007. Survival and growth of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) juvenile in relation to calcium hardness and bicarbonate alkalinity. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 23–26. Corpus ID: 86236947

Almeda, R., Pedersen, T.M., Jakobsen, H.H., Alcaraz, M., Calbet, A. and Hansen, B.W., 2009. Feeding and growth kinetics of the planktotrophic larvae of the spionid polychaete *Polydora ciliata*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 382:61–68. DOI: 10.1016/j.jembe.2009.09.017

Alofa, C.S., Adite A. and Abou, Y., 2020. Evaluation of Spirulina (*Spirulina platensis*) wastes and live housefly (*Musca domestica*) larvae as dietary protein sources in diets of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) fingerlings. *Aquatic Research*, 1: 24-35. DOI: 10.3153/ar20003.

Antiporda, J.L., 1986. Optimum dietary protein requirement for *Macrobrachium rosenbergii* juveniles. Fisheries/Project Reports (not in a Series), Network of Aquaculture Centers in Asia, Bangkok, Thailand: pp. 1–20.

Arcos, F.G., Ibarra, A.M. and Racotta, I.S., 2011. Vitellogenin in hemolymph predicts gonad maturity in adult female *Litopenaeus vannamei* shrimp. *Aquaculture*, 316: 93–98. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2011.02.045.

Asghari, S., Salarzadeh, A.R., Rohani, K, Yahyavi, M. and Mohammadizadeh, F., 2017. Fatty Acid Profile of Wild and Farmed Sandworms, *Perinereis nuntia*, in the Coast of Bandar Abbas, Iran. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*s, 17:1049–1053. DOI:10.4194/1303-2712-v17-5-21.

Bondari, K. and Sheppard, D.C., 1987. Soldier fly *Hermetia illucens* L., as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Aquaculture and Fisheries Management*, 18: 209–220. DOI: 10.1111/j. 1365-2109.1987.tb00141.x**.**

Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R. and Phillips, M., 2004. Introduction and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. RAP publication, Bangkok. 79 P. Corpus ID: 108288834.

Cahu, C.L., Cuzon, G. and Quazuguel, P., 1995. Effect of highly unsaturated fatty acids, α-tocopherol and ascorbic acid in broodstock diet on egg composition and development of *Penaeus indicus*. *Biochemistry Physiology*, 112: 417–424. DOI: 10.1016/0300-9629(95) 02009-8.

Coman, G.J., 2006. Effect of two maturation diet combinations on reproductive performance of domesticated *Penaeus monodon. Aquaculture*, 263:75–83. DOI:10.1016/j.aquaculture. 2006.10.016.

Haryadi, D., Verreth, J.A., Verdegem, M.C. and Vlak, J.M., 2015. Transmission of white spot syndrome virus (WSSV) from *Dendronereis* spp. (Peters) (Nereididae) to penaeid shrimp. *Journal of Fish Disease*, 38:419–28. DOI: 10.1111/jfd.12247.

Hilaire, S., Sheppard, C., Tomberlin, J.K., Irving, S., McGuire, M.A., Mosley, E.E., Hardy, R.W. and Sealey, W., 2007. Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38: 59–67. DOI:10.1111/j.1749-7345. 2006.00073.x.

Hoang, T., Keenan, C.P. and Marsden, G.T., 2002. Effect of light intensity on maturation and spawning of ablated female *Penaeus merguiensis*. *Aquaculture*, 209: 347–358. DOI:10.1016/S0044-8486(01)00814-6.

Huang, J., Jiang, S., Lin, H., Zhou, F. and Ye, L., 2008. Effect of dietary highly unsaturated fatty acids and astaxanthin on the fecundity and lipid content of pond reared *Penaeus monodon* (Fabricius) broodstock. *Aquaculture Research*, 39: 240–251. DOI : 10.1111/j. 1365-2109.2007.01868.x.

Hussein, M., Pillai, V.V., Goddard, J.M., Park, H.G., Kothapalli, K.S. and Ross, D.A., 2017. Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *PLOS ONE*, 12*: e0171708.* DOI:10.1371/ journal.pone.0171708.

Lin, Y.H. and Mui, J.J., 2017. Evaluation of dietary inclusion of housefly maggot (*Musca domestica*) meal on growth, fillet composition and physiological responses for barramundi, *Lates calcarifer*. *Aquaculture Research*, 48: 2478-2485. DOI.org/10.1111/ are.13085**.**

McLean, E., 2021. Background color and cultured invertebrates – A review. *Aquaculture*, 537: 1276–1289. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2021.736523.

Merican, Z.O. and Shim, K.F., 1996. Qualitative requirements of essential fatty acids for juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 174: 275–291.DOI: 10.1016/S0044-8486 (96)01379-8.

Meunpol, O., Duangjai, E., Yoonpun, R. and Piyatiratitivorakul, S., 2010. Detection of prostaglandin E_2 in polychaete *Perinereis* sp. and its effect on *Penaeus monodon* oocyte development in vitro. *Fisheries Science*, 76: 281–286. DOI:10.1007/s12562-009-0208-8.

Panouse, J.B., 1943. Influence of eyestalk ablation on the growth ovarian of cancer shrimp *Leander serratus*. *Renderings of the Academy of Sciences Paris*, 217: 553–555. DOI: 10.4194/trjfas.2010.0314.

Poltana, P., Lerkitkul T., Pongtippatee-Taweepreda, P., Asuvapongpattana, S., Wongprasert, K., Sriurairatana, S., Chavadej, J., Sobhon, P., Olive, P.J.W. and Withyachumnarnkul, B., 2007. Culture and development of the polychaete *Perinereis* cf. *nuntia*. *Invertebrate Reproduction and Development*, 50: 13–20. DOI: 10.1080/07924259. 2007.9652222

Ronquillo, J.D., Saisho, T. and McKinley, R.S., 2006. Early developmental stages of the green tiger prawn, *Penaeus semisulcatus* de Haan (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Hydrobiologia*, 560: 175–196. DOI:10.1007/s10750-005-1448-y.

Roy, L.A., Davis, D.A., Saoud, I.P. and Henry, R.P., 2007. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific White shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. *Aquaculture*, 262: 461-469. DOI:10.1016/j.aquaculture.2006.10.011.

Sarac, Z., Thaggard, H., Saunders, J., Gravel, M., Neill, A. and Cowan, R.T., 1993. Observations on the chemical composition of some commercial prawn feeds and associated growth responses in *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 115:97–110. DOI:10.1016/0044-8486(93)90361-2.

Shalini, R., Badhul Haq, M.A., Sajith Ahamed, A., Kumar, P., Sedhuraman, V. and Nirosh Banu, M., 2016. WSSV Transmission Studies on Polychaete *Pereneris cultifera* to Pacific White Shrimp

SPF *Litopenaeus vannamei* in Captivity. *International Journal of Pure Applied Bioscience*, 4: 59–75. DOI:10.18782/2320-7051.2366.

Subasinghe, R., Soto, D. and Jiansan, J., 2009. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*, 1: 2–9. DOI:10.1111/j.1753-5131.2008.01002.x.

Techaprempreecha, S., Khongchareonporn, N., Chaicharoenpong, C., Aranyakananda, P., Chunhabundit, S. and Petsom, A., 2011. Nutritional composition of farmed and wild sandworms, *Perinereis nuntia*. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 169: 265–269. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2011.06.007.

Thoman, E.S., Allen Davids, .D. and Arnold, C.R., 1999. Evaluation of growth out diets with varying energy levels for drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 176: 343-353. DOI:10.1016/S0044-8486(99)00118-0.

Wang, L., Li, J., Jin, J.N., Zhu, F., Roffeis, M. and Zhang, X.Z., 2017. A comprehensive evaluation of replacing fishmeal with housefly (*Musca domestica*) maggot meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): growth performance, flesh quality, innate immunity and water environment. *Aquaculture Nutrition*, 23: 983-993. DOI:10.1111/anu.12466.

Xiang, J., Qin, L., Zhao, D., Xiong, F., Wang, G., Zou, H., Li, W., Li, M., Song, K. and Wu, S., 2020. Growth performance, immunity and intestinal microbiota of swamp eel (*Monopterus albus*) fed a diet supplemented with house fly larvae (*Musca domestica*). *Aquaculture Nutrition*, 26: 693-704. DOI:10.1111/anu.13029**.**

Xie, S.W., Tian, L.X., Jin, Y., Yang, H.J., Liang, G.Y. and Liu, Y.J., 2014. Effect of glycine supplementation on growth performance, body composition and salinity stress of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* fed low fishmeal diet. *Aquaculture*, 418: 159-164. DOI:10.1016/j.aquaculture.2013.10.023.

Study on the dietary effects of Housefly larvae (*Musca domestica*) on fecundity and growth rate of *Litopenaeus vannamei* spawners

Rohani-Ghadikolaei K.[1*]; Abdolalian E.[1]; Moezzi M.[1]; Zahedi M.R.[1]; Gorgij Jaski M.[2]; Ehteshami F.[3]; Dadgar S.[3]

*roohani2001ir@yahoo.com

1-Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran.REEO), Bandar Abbas, Iran.
2- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Bandar Abbass Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran.
3- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Abstract

In order to evaluate the dietary effects of housefly larvae (*Musca domestica*) as an alternative to *Perinereis nuntia*, on fecundity rate and larval stages development of Pacific white leg shrimp *Litopenaeus vannamei*, 30 pairs of *L. vannamei* shrimp were stocked in 3 fiberglass tanks of 5 tones containing filtered seawater under identical conditions. The brooders were fed with 3 diets including conventional diets of hatchery (*P. nuntia*, squid, oysters and food pellets), along with 5% of housefly larvae as a supplement (Diet A), conventional diets of hatchery along with 10% of housefly larvae as an alternative to *P. nuntia* (Diet B) and conventional diets of hatchery as a control (Diet C). The experiment results showed that diet A presented significant differences in promoting fecundity rates of shrimp broodstocks with the other treatments ($p<0.05$). The number of hatching eggs (hatching) in the treatments did not show any significant difference ($p>0.05$). The larval development stages of hatched eggs produced with different treatments showed that a greater percentage of larvae from broodstocks fed with diet A have developed faster to the next stage than the other two treatments, which has shown a significant difference ($p<0.05$), especially in post-larvae stages. However, the use of housefly larvae diet as a supplement to conventional diets of hatchery can increase the fecundity rates of shrimp broodstocks and result in faster larval development; but as an alternative to the polychaete worm (*P. nuntia*) in conventional diets of the hatchery, have no effect on shrimp broodstock hatcheries.

Keywords: Post larvae, Vannamei shrimp, Polychaete worm, Housefly

*Corresponding author