CC BY

مقاله علمی – ترویجی:

نقش غذای زنده در تکثیر و پرورش ماهیان زینتی دریایی

بهزاد سروی*[۱]، سجاد پور مظفر[۱]، طیبه علی‌بیگی[۲]

*bsarvi@ut.ac.ir

۱-پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

۲-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: دی ۱۴۰۲

چکیده

تکثیر و پرورش موفقیت‌آمیز ماهیان زینتی دریایی به میزان قابل‌توجهی به شکار، هضم و جذب مقادیر مکفی غذای زنده وابسته است. مهم‌ترین عامل محدود کننده در تولید ماهیان زینتی دریایی، نیاز به غذای زنده با اندازه مناسب به عنوان خوراک آغازین است. این موضوع به دلیل اندازه کوچک دهان در بسیاری از گونه‌ها با ارزش تجاری بالاست. بنابراین، نیاز به غذای زنده با اندازه مناسب از ضروریات اساسی در تولید ماهیان زینتی دریایی محسوب می‌گردد. در همین راستا، توسعه و پیشرفت در به‌کارگیری غذای زنده جدید برای گسترش این صنعت مورد نیاز است. متداول‌ترین غذای زنده استفاده گردیده در پرورش لارو ماهیان زینتی دریایی روتیفر و آرتمیاست. این طعمه‌ها از نظر اندازه به‌خصوص جنبه تغذیه‌ای ایده‌ال نیستند. پیشرفت‌های قابل‌توجهی در پرورش لارو ماهیان زینتی دریایی به‌وسیله فراهم‌آوری کوپه‌پودها و مژه‌داران جهت تغذیه آنها قابل دستیابی است. در حال حاضر، گونه‌های مختلف کوپه‌پودها می‌توانند با موفقیت تکثیر گردند. مشارکت کوپه‌پودها در برنامه تغذیه‌ای لاروها، به عنوان خوراک انحصاری یا مکمل طعمه‌های سنتی نظیر روتیفر و آرتمیا به سبب کیفیت تغذیه‌ای بالای آنها و دامنه گسترده‌تر تنوع اندازهی قابل دسترس کوپه‌پودها برای مراحل مختلف تکامل لاروی سودمند است. مژه‌داران به سبب دارا بودن اندازه کوچک، یک منبع غذایی مناسب جهت استفاده در تغذیه لارو ماهیان دریایی زینتی با اندازه دهان بسیار کوچک هستند. آنها از ویژگی‌های یک غذای زنده موثر مانند تولید مثل سریع، تحمل کشت‌های متراکم، مصرف انواع مواد غذایی و امکان غنی‌سازی برخوردارند.

کلمات کلیدی: لارو، ماهیان زینتی دریایی، تکثیر و پرورش، غذای زنده

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]

[DOI: 10.22034.11.1.11]

مقدمه

غذای زنده اصلی‌ترین جزء در خوراک لارو ماهیان پرورشی است به‌خصوص زمانی که لاروهای غیر تکامل یافته ماهیان دریایی[8] پرورش داده می‌شوند. لاروهای غیر تکامل یافته آنهایی هستند که با پایان جذب کیسه زرده، هنوز در یک وضعیت غیر تکامل یافته به‌سر می‌برند و باله‌ها در آنها به صورت کامل شکل نگرفته است. در این دسته از لاروها، سیستم گوارشی در این زمان در مرحله ابتدایی تکامل بوده و فاقد معده هستند. در فقدان معده هضم پروتئین در سلول‌های اپیتلیال بخش خلفی روده رخ می‌دهد. چنین سیستم هضمی در غالب موارد فاقد توانایی هضم و فرآوری خوراک‌های فرموله به شکلی است که سبب رشد و بازماندگی لاروها در مقایسه با زمان تغذیه آنها با غذای زنده گردد. بنابراین، استفاده از غذای زنده برای پرورش موفقیت‌آمیز لارو تقریباً همه گونه‌های دریایی پرورش‌یافته در شرایط اسارت، ضروری است (Olivotto *et al*., 2017c).

در واقع، به رغم پیشرفت‌های اخیر در تکامل خوراک‌های فرموله جهت پرورش لارو ماهیان، تغذیه اغلب گونه‌های مورد علاقه جهت آبزی‌پروری هنوز به غذای زنده در مراحل اولیه تکامل لاروها وابسته است. اگرچه کم بودن ظرفیت هضمی لاروهای غیر تکامل یافته تنها عامل وابستگی آنها به غذای زنده نیست. غذاهای زنده به سبب شنا کردن به صورت ثابت در پیکره آب در دسترس لاروها هستند درحالی‌که خوراک‌های فرموله یا در سطح آب تجمع می‌یابند یا در عرض چند دقیقه به کف مخازن سقوط می‌کنند. از این‌رو، در مقایسه با غذاهای زنده کمتر در دسترس لاروها هستند. به‌علاوه، تغذیه لاروها وابسته به بینایی است و آنها به صورت ذاتی به حمله کردن به ارگانیزیم‌های در حال حرکت، تطابق یافته‌اند و جنبش غذای زنده سبب تحریک پاسخ تغذیه‌ای لاروها می‌گردد (Rønnestad *et al*., 2013). همچنین غذای زنده دارای یک اسکلت خارجی نازک با محتوی آب زیاد (بیش از ۸۰ درصد) و مواد تغذیه‌ای خشک کمتر هستند و به همین علت ممکن است، برای لاروها دلپذیرتر باشند زمانی که وارد دهان آنها می‌شوند، در مقایسه با خوراک فرموله که سخت و خشک هستند (Langdon, 2003).

لارو ماهی باید طعمه‌ها را به طور کامل ببلعد، زیرا دندان‌ها در مراحل بعدی رشد در آنها ظاهر می‌گردند (Rønnestad *et al*., 2013)، به همین دلیل غذای زنده باید اندازه مناسبی داشته باشد (Moorhead and Zeng, 2017). عموماً، لاروها تمایل دارند که طعمه‌هایی با اندازه ۵۰-۲۰ درصد اندازه دهان خود را انتخاب کنند تا از سایش مری توسعه نیافته جلوگیری گردد. لارو ماهیانی که با طعمه‌های بزرگ در شرایط پرورشی تغذیه می‌شوند، به دلیل ناتوانی در بلع آنها، دارای میزان مرگ‌ومیر بالایی هستند (Yúfera and Darias, 2007). این امر نشان می‌دهد که برای جلوگیری از تلفات لارو در زمان پرورش آنها در شرایط محصور، باید از غذاهای زنده با اندازه متناسب با اندازه دهان آنها استفاده شود.

بسیاری از لاروهای ماهیان زینتی صخره‌های مرجانی مشخصاً دارای اندازه دهان کوچک هستند (Moorhead and Zeng, 2017). در نتیجه، تکثیر و پرورش موفق چنین گونه‌هایی مستلزم به‌کارگیری غذای زنده با اندازه کوچک و مناسب برای اندازه دهان آنهاست. به طور کلی، روتیفر به عنوان خوراک آغازین مورد استفاده قرار می‌گیرند، پس از آن ناپلی آرتمیا و در نهایت آرتمیا غنی شده با افزایش تدریجی اندازه دهان لاروها استفاده می‌شوند (DiMaggio *et al*., 2017). گونه‌های زینتی دریایی که در حال حاضر تکثیر می‌شوند، می‌توانند از خوراک‌های زنده متداول تغذیه نمایند. اما پرورش لارو برخی از گونه‌ها با ارزش تجاری بالا به‌خصوص آنهایی که ساکن صخره‌های مرجانی هستند، به دلیل اندازه کوچک دهان لارو آنها با استفاده از غذاهای زنده سنتی متداول امکان‌پذیر نیست. در واقع، ناتوانی در فراهم‌آوری غذای زنده با اندازه مناسب جهت پرورش چنین گونه‌هایی در مراحل اولیه رشد و تکامل لارو آنها، بزرگترین مانع برای توسعه بیشتر تکثیر ماهیان زینتی دریایی با ارزش تجاری بالا محسوب می‌گردد (Moorhead and Zeng, 2010). بنابراین، استفاده از غذاهای زنده جدید با اندازه و ارزش تغذیه‌ای مناسب و پیشرفت در زمینه تکنیک‌های تولید انبوه آنها بسیار ضروریست. این مرور استفاده از خوراک‌های زنده از جمله جلبک، روتیفر، آرتمیا، کوپه‌پود و مژه‌داران را بررسی می‌کند و مزایا و معایب هر کدام را هنگام استفاده برای پرورش ماهیان زینتی دریایی مورد بحث قرار می‌دهد.

ریزجلبک‌ها

ریزجلبک‌ها یک منبع غذایی مهم در پرورش تجاری تمامی مراحل رشد دو کفه‌ای‌ها و لاروهای میگوی خانواده پنائیده و غذای اولیه زئوپلانکتون‌های مورد استفاده در پرورش لارو و بچه

[8]. Altricial larvae

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]

[DOI: 10.22034.11.1.11]

ماهیان قلمداد می‌گردند. عامل‌هایی نظیر ترکیبات بیوشیمیایی، قابلیت هضم، اندازه و شکل در ارزش غذایی ریزجلبک‌ها دخیل است. مطالعات متعددی نشان می‌دهد که جلبک‌ها در انتهای مرحله رشد لگاریتمی در بردارنده ۴۰-۳۰ درصد پروتئین، ۲۰-۱۰ درصد چربی و ۱۵-۵ درصد کربوهیدرات هستند (Brown *et al*., 1997). اگرچه پرورش جلبک‌ها تا مرحله سکون سبب تغییر قابل ملاحظه این ترکیبات می‌شود (Brown *et al*., 1993). میزان ویتامین‌ها و آنتی اکسیدانت‌ها در میان ریزجلبک‌ها یکسان نیست. میزان ویتامین C دارای بالاترین نوسان است (۱۶-۱ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) (Brown and Miller, 1992). به عنوان تولیدکنندگان اولیه در زنجیره غذایی آبزیان، ریزجلبک‌ها منبع بسیاری از ترکیبات تغذیه‌ای مهم به‌خصوص اسیدهای چرب غیر اشباع نظیر DHA[8]، EPA[8] و ARA[8] هستند که این ترکیبات برای بسیاری از ارگانیزیم‌های آبزی دریایی ضروری هستند. اغلب گونه‌های جلبکی درصدهای متوسط تا بالای EPA را نمایش می‌دهند (۳۴-۷ درصد). Prymnesiophytes (Pavlova و Ischrysis) و Cryptomonads نسبتاً غنی از DHA هستند (۱۱-۰/۲ درصد) درحالی‌که Eustigmatophytes (نظیر Nannochloropsis)، Rhodophytes و Diatoms دارای بالاترین درصد ARA هستند (تا ۴ درصد). Chlorophytes (Dunaliella و Chlorella) از نظر EPA و DHA دارای کمبود هستند، اگرچه برخی از گونه‌های آن دارای مقادیر اندک EPA هستند (تا ۳/۲ درصد). به سبب کمبود اسیدهای چرب غیر اشباع، کلروفیت‌ها دارای ارزش تغذیه‌ای ضعیف هستند، بنابراین، استفاده از آنها به صورت انفرادی مناسب نیست. Prasinophytes حاوی مقادیر قابل ملاحظه EPA (نظیر Tetraselmis) و DHA (نظیر Micromonas) هستند، اما به‌ندرت حاوی هر دو هستند (Brown *et al*., 1997). حتی اگر لارو ماهیان به صورت فعال از ریزجلبک‌ها تغذیه نکنند، اسیدهای چرب آنها به صورت موثری از طریق میانجیگری زئوپلانکتون‌های مطرح به عنوان غذای زنده به لاروها منتقل می‌گردد. متداول‌ترین ریزجلبک‌های مورداستفاده برای غنی‌سازی زئوپلانکتوها به‌وسیله اسیدهای چرب غیر اشباع، آنهایی هستند که حاوی سطوح بالایی از DHA هستند (نظیر Ischrysis). به‌علاوه، ریزجلبک‌ها ممکن است فقط حاوی یک یا چند ماده غذایی کلیدی باشند. بنابراین، به منظور فراهم‌آوری یک مجموعه غذایی با تناسب بهتر، مخلوطی از ریزجلبک‌ها به صورت مستقیم یا از طریق غنی‌سازی زئوپلانکتون‌ها باید جهت تغذیه لاروها استفاده گردد.

یک روند متداول در پرورش لاروها افزودن ۵۰۰-۲۰۰ هزار سلول جلبکی به ازاء هر میلی‌لیتر به مخازن پرورش آنها به منظور بهبود تولید است (سیستم آب سبز[8]). نظریه‌های پیرامون استفاده از آب سبز جهت پرورش لاروها شامل، بهبود کیفیت آب به‌وسیله تولید اکسیژن، تثبیت اسیدیته، کاهش نفوذ نور به مخازن که دارای تأثیر سودمند روی لاروهاست (به‌خصوص در لاروهای که گرایش مثبت به نور دارند)، اثرات پروبیوتیک (تجمع باکترهای مفید در روده لاروها) و حفظ ارزش تغذیه‌ای زئوپلانکتون‌هاست.

مشکلات استفاده از جلبک

تولید ریزجلبک‌ها گران است و نیاز به نیروی انسانی زیاد و احداث تأسیسات زیر بنایی گران قیمت دارد. همچنین به دلیل وجود مواد مغذی در محیط کشت ریزجلبک‌ها، آنها بسیار مستعد به آلودگی‌های باکتریایی هستند که سبب کند شدن و از بین رفتن کشت آنها می‌گردد. همچنین آلودگی ریزجلبک‌ها به پروتوزوآ[8]، نظیر مژه‌داران[8] در طول دوره کشت آنها به سبب عدم رعایت نکات بهداشتی بسیار شایع است. این آلودگی‌های اخیر می‌تواند به سایر موجودات تغذیه کننده از ریزجلبک‌ها منتقل گردد و سبب بروز تلفات در آنها شود.

روتیفر

روتیفرها متازوئرهای کوچکی هستند که به صورت گسترده در آبزی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرند و به دلیل تراکم‌پذیر بودن در زمان کشت محبوب هستند (Le *et al*., 2017). روتیفرها معمولاً به صورت زنده نگهداری و کشت می‌شوند (Lawrence *et al*., 2012). با استفاده از روش‌های پیشرفته، تراکم کشت می‌تواند به ۱۶۰/۰۰۰ روتیفر در میلی‌لیتر برسد (Yoshimura *et al*., 2003). شناسایی دقیق نوع روتیفر مورد استفاده در آبزی‌پروری پیچیده است. قبلاً تصور می‌شد که همه

8. Docosahexaenoic acid
8. Eicosapentaenoic acid
8. Arachidonic acid

8. Green water
8. Protozoa
8. Ciliate

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]
[DOI: 10.22034.11.1.11]

روتیفرها نژادهای مختلف *Brachionus plicatilis* هستند. اما مشخص شده است که *B. plicatilis* به احتمال زیاد یک گونه مختلط است. گونه *Brachionus rotundiformis* نیز که به‌تازگی شناسایی شده است، یک گونه مختلط محسوب می‌گردد (Dhont *et al*., 2013). در آبزی‌پروری روتیفرها براساس اندازه به سه دسته شامل بزرگ[8] (L-type)، کوچک[8] (S-type) و بسیار کوچک[8] (SS-type) تقسیم می‌گردند (Le *et al*., 2017).

روتیفرهای بزرگ و کوچک

روتیفرهای بزرگ (۳۴۰-۱۳۰ میکرون) و کوچک (۱۲۰-۱۰۰ میکرون) همه *B. plicatilis* هستند که بر اساس اندازه بدن متمایز می‌شوند (Hagiwara *et al*., 2014). تنوع اندازه *B. plicatilis* آنها را به خوراک آغازین مناسب برای میزبانی از ماهیان زینتی دریایی با اندازه‌های متفاوت دهان تبدیل نموده است. لاروها با اندازه دهان بسیار کوچک اغلب پس از تغذیه با طعمه‌های کوچکتر به روتیفر تغییر رژیم غذایی داده می‌شوند (DiMaggio *et al*., 2017) که نشان می‌دهد نقش *B. plicatilis* ممکن است با پیشرفت صنعت مهم‌تر شود. روتیفر *B. plicatilis* به طور معمول به عنوان خوراک آغازین برای تغذیه دلقک ماهیان (*Amphiprion percula* و *Amphiprion ocellaris*) در تکثیر تجاری استفاده می‌شود (Avella *et al*., 2007). این روتیفر اخیر در تولید تجاری سایر گونه‌های زینتی دریایی محبوب مانند، دوشیزه ماهیان[8]، Blennies، Gobies و Dottybacks استفاده شده است (Olivotto *et al*., 2017a). با این‌حال، استفاده از *B. plicatilis* در پرورش لارو ماهیان زینتی دریایی دارای محدودیت است. این غذای آغازین مناسب برای بسیاری از ماهیان با تخم‌های کفزی و چسبنده است، اما برای لاروهای کوچک‌تر تولیدی از ماهیان دارای تخم‌های شناور (Olivotto *et al*., 2017a)، مانند پروانه‌ماهی[8]، فرشته‌ماهی[8]، هامور[8] (Olivotto *et al*., 2011) و فرشته‌ماهی کوتوله[8] بسیار بزرگ است (Leal *et al*., 2018). به رغم نقش سنتی *B. plicatilis* به عنوان خوراک برای لاروها با دهان کوچک (Dhont *et al*., 2013)، استفاده از آن مانع از تکثیر گونه‌های زینتی دریایی با اندازه‌های دهان بسیار کوچک شده است. برای تنوع بخشیدن به گونه‌های ماهیان زینتی دریایی جهت تکثیر، طعمه‌های کوچکتری مورد نیاز است (Calado *et al*., 2017).

روتیفرهای بسیار کوچک

در حال حاضر، روتیفرهای بسیار کوچک (۱۱۰-۹۰ میکرون) به عنوان *B. rotundiformis* طبقه‌بندی می‌شوند (Hagiwara *et al*., 2014)، اگرچه گاهی اوقات به عنوان بخشی از مجموعه گونه‌های *B. plicatilis* نیز شناخته می‌شوند (Leal *et al*., 2018). آنها به‌ویژه برای لاروها با اندازه کوچک دهان مفید هستند (Wullur *et al*., 2009) و برای تکثیر موفقیت‌آمیز ماهیان خوراکی مانند هامور استفاده شده‌اند (Ostrowski and Laidley, 2001). با این‌حال، منابع کمی در رابطه با استفاده از *B. rotundiformis* در تکثیر ماهیان زینتی دریایی وجود دارد، احتمالاً به این دلیل که برای برخی از لاروها نامناسب به‌نظر می‌رسد. *B. rotundiformis* مورد استفاده جهت تغذیه لاروهای سرخوی قرمز (*Lutjanus argentimaculatus*) به صورت زنده از روده آنها دفع گردید که نشان می‌دهد آنها در کانال گوارشی هضم نشدند (Schipp *et al*., 1999). نتایج ضعیفی نیز زمانی که *B. rotundiformis* جهت تغذیه لارو برخی گونه‌های زینتی دریایی استفاده شد نظیر فرشته ماهی عبوس[8] (*Centropyge ferrugata*)(Hagiwara *et al*., 2014) و فرشته‌ماهی نیم دایره[8] (*Pomacanthus semicirculatus*) مشاهده گردید (Leu *et al*., 2009). در حال حاضر، شواهد برگرفته از متون علمی نشان می‌دهد که عدم قابلیت هضم این گونه احتمالاً آن را به یک گزینه نامناسب جهت تغذیه لارو ماهیان زینتی دریایی تبدیل کرده است.

روتیفر *Proales similis*

این روتیفر یک گونه یوری هالین با اندازه بدن کوچک (تقریباً ۸۳ میکرون طول و ۴۰ میکرون عرض) است (Wullur *et al*., 2009). این روتیفر یک گونه جدید است که پس از کشف در سال ۲۰۰۴ به عنوان غذای زنده در آبزی‌پروری به‌کار گرفته شده است. *P. similis* با موفقیت در پرورش فرشته ماهی

[8]. Large type
[8]. Small type
[8]. Super small type
[8]. Damselfish
[8]. Butterflyfish
[8]. Angelfish
[8]. Grouper
[8]. Dwarf angelfish
[8]. Rusty angelfish
[8]. Semicircle angelfish

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]
[DOI: 10.22034.11.1.11]

عبوس، گونه‌ای با لاروها با اندازه اولیه شکاف دهان تقریباً ۱۶۰ میکرون، استفاده شده است (Hagiwara *et al*., 2014). به رغم نتایج مثبت به‌دست آمده از کاربرد این روتیفر در پرورش یک خانواده از ماهیان زینتی دریایی بسیار ارزشمند (فرشته ماهیان) (Baensch, 2017)، کاربرد گسترده‌تر *P. similis* نیاز به تحقیق بیشتر با کار بر ماهیان زینتی با ارزش بالاتر، از جمله گونه‌هایی نظیر فرشته ماهی کوتوله، برای ارزیابی پتانسیل استفاده از آن در صنعت پرورش ماهیان زینتی دریایی دارد.

مشکلات استفاده از روتیفر

روتیفرها به صورت زنده جهت تغذیه لارو استفاده می‌شوند و به‌راحتی قابل مدیریت هستند، اما به منابع غذایی نیاز دارند و می‌توانند مشکلات بالقوه‌ای داشته باشند. برای جلوگیری از کاهش رشد جمعیت، محیط کشت به تعویض منظم آب نیاز دارد تا آمونیاک زیر یک میلی‌گرم در لیتر حفظ گردد (Lawrence *et al*., 2012). نمونه‌های کشت روتیفر باید به صورت منظم شمارش شوند تا سطح جمعیت کنترل گردد و بتوان حجم صحیح تغذیه لارو را محاسبه نمود (Dhont *et al*., 2013). علاوه‌براین، هنگامی که برای پرورش ماهیان زینتی دریایی استفاده می‌شود، روتیفرها باید با رژیم غذایی صحیح تغذیه شوند. روتیفرهای غنی‌نشده فاقد ویتامین‌های C و E هستند و دارای ۱۳-۷ درصد محتوای چربی کل، با حداکثر ۱۳/۸ درصد EPA و ۱۳/۷درصد DHA هستند. بنابراین، روتیفرها باید با ریزجلبک‌ها یا سایر محصولات غنی‌سازی تغذیه شوند تا ارزش غذایی آنها بهبود یابد (Hamre, 2016). غنی‌سازی روتیفر فرآیند ساده‌ای است زیرا آنها می‌توانند ریزجلبک‌ها را مصرف کنند که در صورت استفاده از گونه‌های صحیح جلبکی، سطوح کافی از اسیدهای چرب را فراهم می‌کند (Thépot *et al*., 2016). با این‌حال، تولید ریزجلبک‌ها گران است (Conceição *et al*., 2010) و اگرچه خوراک‌های فرموله با ارزش غذایی بالا برای روتیفرها وجود دارد (Hamre, 2016)، آنها گران‌تر از خوراک‌های با کیفیت پایین‌تر مانند مخمر هستند. علاوه‌براین، مقدار خوراک داده شده به روتیفر بسیار مهم است. مقدار بیش از حد باعث کاهش نرخ رشد می‌شود زیرا تولید کافی آنزیم گوارشی برای استخراج مواد مغذی حفظ نمی‌شود درحالی‌که مقدار پایین خوراک از رشد جمعیت جلوگیری می‌کند (Dhont *et al*., 2013).

به عنوان یک غذای زنده، آنها همچنین در برابر آلودگی به‌ویژه توسط مژه‌داران آسیب‌پذیر هستند که با روتیفرها برای تغذیه رقابت کرده و برداشت آنها را محدود می‌کنند (Reguera, 1984). آلودگی کشت به‌وسیله گونه‌های مختلف روتیفر نیز محتمل است زیرا تکنیک‌های کشت مختص یک سویه نیستند (Dhont *et al*., 2013).

آرتمیا

آرتمیا سخت پوستان کوچکی هستند که پراکنش سراسری در زیستگاه‌های لب‌شور دارند (Kumar and Babu, 2015). نژادهای متعددی در هشت گونه وجود دارد (Hou *et al*., 2006)، اگرچه ۹۰ درصد تجارت جهانی آرتمیا از دریاچه بزرگ نمک (آرتمیای GLS[8])در ایالت Utta (آمریکا) سرچشمه می‌گیرد (Ruebhart *et al*., 2008). آرتمیا می‌تواند سیست‌هایی تولید کند که در صورت خشک شدن، برای مدت طولانی غیرفعال می‌مانند. با این‌حال، تفریخ به‌راحتی از طریق آب‌گیری مجدد، قرار گرفتن در معرض نور و هوادهی زیاد به مدت ۲۴ ساعت آغاز می‌شود. توانایی تولید میلیون‌ها آرتمیا بر حسب تقاضا، بدون زیرساخت مورد نیاز برای تکثیر، آنها را به رایج‌ترین غذای زنده در صنعت آبزی‌پروری تبدیل کرده است (Bengtson *et al*., 2018).

آرتمیای تازه تفریخ شده

ناپلی‌های آرتمیا، معروف به آرتمیای تازه تفریخ شده (Kumar and Babu, 2015) مرحله‌ای است که معمولاً در تکثیر ماهیان زینتی دریایی جهت تغذیه مورد استفاده قرار می‌گیرند(Oliver *et al*., 2017). آرتمیای تازه تفریخ شده با توجه به نوع گونه از نظر اندازه متفاوت است. با این‌حال، آنها معمولاً ۵۰۰-۴۰۰ میکرون هستند (Conceição *et al*., 2010). اندازه ناپلی آرتمیا اغلب استفاده از آنها را به عنوان خوراک آغازین برای اکثر گونه‌های ماهیان زینتی دریایی محدود می‌کند، زیرا اندازه دهان لارو باید حداقل ۸۰۰ میکرون باشد. ناپلی آرتمیا معمولاً پس از بزرگتر شدن لاروها و افزایش اندازه دهان آنها استفاده می‌شود. با این‌حال، کاهش بازماندگی مشاهده گردیده در لاروهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیا می‌تواند ناشی از این واقعیت باشد که آنها ممکن است دارای ارزش تغذیه‌ای ناکافی برای لاروها باشند.

[8]. Great Salt Lake Artemia

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]

[DOI: 10.22034.11.1.11]

اسیدهای چرب غیراشباع n-3 HUFA باید ۲-۱ درصد از رژیم غذایی لارو ماهیان دریایی را تشکیل دهند تا امکان رشد و تکامل نرمال فراهم گردد (Kanazawa, 2003). علاوه‌براین، سطوح مناسب DHA، EPA و ARA در جیره مورد نیاز است. اسید چرب DHA برای توسعه سیستم عصبی مرکزی بسیار مهم است (Oberg and Fuiman, 2015). اسید چرب EPA در سیستم ایمنی، رشد و بازماندگی لاروها اثر گذار بوده و دارای یک نقش مهم در تنظیم استرس در آنهاست. اسید چرب ARA در بازماندگی، مقاومت به استرس و رنگ‌گیری نرمال درگیر است و در رشد ماهیان در مقایسه با DHA و EPA نقش کمرنگ‌تری ایفاء می‌نماید (Copeman *et al*., 2002). نسبت دو به یک DHA/EPA به طور کلی برای رژیم غذایی لارو استفاده می‌شود و این نسبت در گونه‌های دریایی نیز یکسان است. با این‌حال، بهینه چربی کل و مقادیر هر یک از اسیدهای چرب یک ویژگی اختصاصی هر گونه است (Hamre *et al*., 2013). ناپلی آرتمیا غنی نشده بخش اعظم اسیدهای چرب غیر اشباع آن از EPA تشکیل شده و تنها دارای مقدار اندکی DHA است (Abedian Kenari and Mirzakhani, 2005). بنابراین، به‌نظر می‌رسد، آرتمیای تازه تفریخ شده از توانایی برآورده کردن نیازهای غذایی بسیاری از لاروهای ماهیان زینتی دریایی برخوردار نیست.

در حال حاضر، ناپلی آرتمیا غالباً برای دوره‌های کوتاه یا همراه با سایر خوراک‌ها استفاده می‌شود که در این صورت می‌تواند تغذیه مناسبی را فراهم کند. این روش با موفقیت در پرورش گونه‌های زینتی مختلف از ماهیان با تکثیر ساده مانند دلقک ماهیان (*Amphiprion* sp.) (Olivotto and Geffroy, 2017b)، کاردینال‌ها (*Apogonidae* sp.)، گوبی‌ها (*Elacatinus* sp.) و بلنی‌ها (*Blennidae* sp.) (Wittenrich, 2007)، تا گونه‌ها با پیچیدگی تکثیر بیشتر مانند فرشته ماهی آتشین[8] (*Centropyge loriculus*) استفاده شده است (Laidley *et al*., 2008). این مثال‌ها اهمیت و تأثیر آرتمیای تازه تفریخ شده را در پرورش ماهیان زینتی دریایی نشان می‌دهد. با این‌حال، نیاز به تحقیق برای شناسایی روش‌هایی برای تقویت ارزش غذایی آرتمیا تازه تفریخ شده برای افزایش دامنه گونه‌هایی که می‌توان از ناپلی آرتمیا جهت تغذیه آنها استفاده نمود، وجود دارد. در صورت امکان، لاروها باید به تغذیه از آرتمیا غنی شده تغییر رژیم غذایی یابند که به عنوان یک رژیم غذایی کامل عمل می‌کند (Conceição *et al*., 2010).

آرتمیای غنی شده

غنی‌سازی آرتمیا تنها زمانی می‌تواند انجام شود که ناپلی‌ها در مرحله ناپلی اینستار ۲ باشند (۳۲-۲۷ ساعت پس از تفریخ) (Sorgeloos *et al*., 2001). با پایان جذب کیسه زرده ناپلی اینستار ۲ قادر به تغذیه است و می‌تواند مشخصات تغذیه‌ای رژیم غذایی دریافتی را منعکس نماید (de Sá, 2016). مزیت استفاده از آرتمیا غنی شده این است که محصولات غنی‌سازی در ناپلی‌ها کپسوله می‌شوند و بدین‌ترتیب،مواد مغذی مورد نظر را برای لارو فراهم می‌کنند (Sorgeloos *et al*., 2001)، اندازه آرتمیای GLS تقریباً ۶۶۰ میکرون پس از ۱۲ ساعت و ۷۹۰ میکرون پس از ۲۴ ساعت غنی‌سازی است (Conceição *et al*., 2010). بنابراین، لاروهایی با اندازه دهان بیش از ۱۰۰۰ میکرون می‌توانند آنها را مصرف کنند. تکثیر انتخابی و به‌گزینی، اندازه ناپلی آرتمیا فرانسیسکانا را ۱۲/۴ درصد پس از ۱۳ نسل کشت کاهش داده است که تولید آرتمیای غنی شده کوچکتر را امکان‌پذیر می‌کند (Sajesh Kumar *et al*., 2014).

اگرچه ناپلی آرتمیا غنی شده معمولاً به عنوان خوراک آغازین در تکثیر ماهیان زینتی دریایی استفاده نمی‌شود، آنها در پرورش اولیه گونه‌های زینتی بدون مرحله لاروی مانند اسب‌های دریایی[8] مفید هستند (Koldeweyand Martin-Smith, 2010). در این گونه تکامل مستقیم به مرحله بچه ماهی امکان استفاده از مواد غذایی آغازین بزرگتر مانند ناپلی آرتمیا غنی شده را فراهم می‌کند همان‌طوری‌که در تکثیر موفق گونه‌های مختلف اسب ماهیان مشاهده شده است (Vite-Garcia *et al*., 2014). اگرچه اسب‌های دریایی را می‌توان با موفقیت به مواد غذایی فرموله تغییر رژیم غذایی داد، استفاده از ناپلی آرتمیا غنی‌شده جهت تغذیه آنها تا زمانی که آنها نتوانند جریان‌های سریع آب مورد نیاز برای معلق نگه داشتن خوراک فرموله را تحمل کنند، ضروری است (Woods and Valentino, 2003). به‌طور مشابه، ماهی Banggai cardinal (*Pterapogon kauderni*) تخم‌ها را تا زمانی که بچه ماهیان تفریخ شوند در دهان نگهداری می‌کند و بچه ماهیان در زمان تفریخ به اندازه‌ای بزرگ هستند

[8]. Flame angelfish

[8]. Seahorse

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]

[DOI: 10.22034.11.1.11]

که ناپلی آرتمیا غنی‌شده را به عنوان خوراک آغازین بپذیرند (Vagelli, 2004).

غذای بسیاری از ماهیان زینتی دریایی نظیر دلقک ماهیان (*Amphiprion* sp.)، داتی بک‌ها (*Pseudochromidae* sp.)، کاردینال‌ها، گوبی‌ها، بلنی‌ها، جراح زرد[8] (*Zebrazoma flavescens*) و دوشیزه ماهیان (*Dascyllus* spp.) را هنگامی که لاروهای آنها به اندازه مناسب دست یابند و بتوانند از طعمه‌های بزرگتر تغذیه نمایند، ناپلی آرتمیای غنی شده تشکیل می‌دهد. حتی گونه‌هایی با اندازه‌های بسیار کوچک دهان، مانند جراح آبی[8] اقیانوس آرام (*Paracanthurus hepatus*) در انتهای برنامه پرورش لاروها با ناپلی آرتمیا غنی شده تغذیه می‌شوند (DiMaggio *et al*., 2017). بنابراین، با وجود اندازه بزرگ ناپلی آرتمیا غنی شده، آنها هنوز هم یک غذای حیاتی برای تقریباً همه لاروهای زینتی دریایی در مقطعی از پرورش آنها در شرایط اسارت هستند.

مشکلات استفاده از آرتمیا

اگرچه استفاده از آرتمیا در پرورش ماهیان زینتی دریایی در همه جا وجود دارد، اما در کاربرد عملی آن مشکلاتی وجود دارد. نگرانی اصلی این واقعیت است که وقتی ناپلی‌ها رشد می‌کنند، ماده غنی کننده را متابولیزه می‌کنند که منجر به افزایش اندازه و کاهش ارزش غذایی آنها می‌شود. دمای پایین می‌تواند توسعه را آهسته کند و ماده غنی کننده را از متابولیته شدن حفظ نمایند (Figueiredo *et al*., 2009). این موقتی است و با رشد اجتناب ناپذیر ناپلی‌ها مقابله نمی‌کند (ارزش غذایی آنها محدود به زمان است.).

علاوه‌براین، سیست‌ها از جمعیت‌های وحشی برداشت می‌شوند که اکثریت آنها از دریاچه‌های نمک در برخی نقاط جهان نظیر ایران، چین، سیبری، ترکمنستان و آرژانتین سرچشمه می‌گیرند (Ruebhart *et al*., 2008). بنابراین، تقریباً تمام پروژه‌های آبزی‌پروری به‌نوعی به جمعیت‌های وحشی متکی هستند. این امر باعث ایجاد مشکلاتی در عرضه شده است. برای مثال، با بدتر شدن تغییرات آب و هوایی جهانی، این امکان وجود دارد که حجم انبوهی آب شیرین بتواند به دریاچه‌ها وارد شود یا برعکس، دریاچه‌ها دچار کم آبی و خشکی گردند و بدین‌ترتیب، تولید سیست آرتمیا محدود گردد (Lavens and Sorgeloos, 2000). همچنین تولید مداوم ناپلی آرتمیا در مراکز آبزی‌پروری به سرمایه، نیروی کار و زیرساخت نیاز دارد (García *et al*., 2011).

کوپه‌پود

کوپه‌پودها فراوان‌ترین جانوران در محیط‌های اقیانوسی هستند (Humes, 1994). ناپلی آنها غذای طبیعی اکثر لارو ماهیان در محیط‌های طبیعی را تشکیل می‌دهد که باعث می‌شود ناپلی کوپه‌پودها به رژیم غذایی مناسب‌تری نسبت به روتیفر یا ناپلی آرتمیا برای پرورش لارو ماهی تبدیل شوند (Figueiredo *et al*., 2009). یک مزیت بسیار مهم کوپه‌پودها در مقایسه با روتیفر و آرتمیا این است که آنها قادر به زنده ماندن در محیط کشت با اندکی غذا یا در شرایط گرسنگی برای چندین روز هستند بدون این‌که تغییری در ترکیبات بیوشیمیایی پیکره آنها (فسفولیپیدها و تری‌گلیسیریدها) ایجاد گردد که سبب حفظ ارزش غذایی آنها در این شرایط می‌گردد. کوپه‌پودها دارای طیف گسترده تغییرات اندازه در چرخه زندگی خود از مرحله ناپلی تا بالغین هستند که آنها را به یک غذای ایده‌ال جهت پوشش کل چرخه زندگی لاروها تبدیل می‌کند. ناپلی کوپه‌پودها یک طعمه جذاب برای لارو ماهی محسوب می‌گردند، زیرا حرکت نامنظم (زیگ زاگ) آنها یک محرک بصری برای موجودات جستجوگر فراهم می‌کند (Barroso *et al*., 2013). همچنین ناپلی کوپه‌پودها به عنوان غذای زنده عالی در نظر گرفته می‌شوند زیرا به دلیل دارا بودن سطوح مناسب اسیدهای چرب غیر اشباع و کارتنوئیدها نیازی به غنی‌سازی آنها نیست. ترکیب اسیدهای چرب کوپه‌پودها با توجه به خوراک مورد استفاده متفاوت است (Arndt and Sommer, 2014). کوپه‌ها علاوه بر تأمین اسیدهای چرب غیر اشباع، دارای مزایای تغذیه‌ای دیگری نیز هستند. برای مثال، ۷۰۰ برابر بیشتر از آرتمیا حاوی ید هستند. این به تولید هورمون تیروئید منجر می‌شود که به تنظیم متامورفیسم در ماهی کمک می‌نماید (Alajmi and Zeng, 2015).

کوپه‌پودهای Calanoid توجه زیادی را در آبزی‌پروری به‌خود جلب کرده‌اند، زیرا آنها کاملاً شناور هستند و برخی از آنها از توانایی تولید تخم‌هایی برخوردارند که می‌توانند ذخیره شوند (Støttrup, 2006). تغییر سریع شرایط زیستی، تخم‌ها را در

[8]. Yellow tang
[8]. Blue tang

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]
[DOI: 10.22034.11.1.11]

حالت سکون قرار می‌دهد و برعکس با مساعد شدن شرایط، تفریخ آغاز می‌گردد (Jørgensen *et al.*, 2019)، در نتیجه، نیاز به کشت با امکانات گسترده از بین می‌رود. در کنار کوپه‌پودهای Calanoid، گونه‌هایی از کوپه‌پودهای Harpacticoid و Cyclopid وجود دارند که در صنعت آبزی‌پروری جهت پرورش گونه‌هایی از ماهیان با لاروهای بسیار کوچک استفاده می‌شوند (Støttrup, 2006).

کوپه‌پود *Euterpina acutifrons*

E. acutifrons اگرچه به عنوان Harpacticoid طبقه‌بندی می‌شود، اما یک Harpacticoid غیر معمول است زیرا در بین پلانکتون‌ها یافت شده است (Camus and Zeng, 2012). با وجود این، Gopakumar و Santhosh (۲۰۰۹) اظهار می‌کنند که بزرگسالان این گونه کف‌زی هستند، اما ناپلی‌ها در ستون آب وجود دارند که مشخصه برخی از گونه‌های Harpacticoid است (Støttrup, 2006). همچنین به‌نظر می‌رسد، اختلاف نظرهایی در مورد اندازه این کوپه‌پود وجود دارد. ناپلی‌های تازه تفریخ شده با طول ۶۰-۵۰ میکرون و عرض ۴۵-۴۰ میکرون ثبت شده‌اند (Gopakumar and Santhosh, 2009). برعکس، سایر مقالات اشاره می‌کنند که این گونه بزرگتر است. برخی محققین کوچکترین طول ناپلی‌ها را ۸۹ میکرون ثبت کرده و بعضی دیگر طول آن را ۱۰۷ میکرون اندازه‌گیری نموده‌اند. ناپلی‌های *E. acutifrons* برای پرورش موفقیت‌آمیز طیف وسیعی از ماهیان زینتی دریایی نظیر باربر گوبی[8] (*Elactinus figaro*) de Freitas (Côrtes *et al.*, 2012)، فرشته ماهی آبی راه[8] (*Chaetodontoplus septentrionalis*) (اندازه دهان لارو این گونه ۴۳۷-۲۹۳ میکرون اندازه‌گیری گردیده و اندازه خوراک آغازین مناسب برای آن ۱۷۰-۶۸ میکرون محاسبه شده است) (Leu *et al.*, 2015)، دوشیزه ماهی سه نقطه‌ای[8] (*Dascyllus trimaculatus*)، دوشیزه ماهی هوماگ[8] (*Dascyllus aruanus*) و دوشیزه ماهی آبی[8] (*Pomacentrus caeruleus*) استفاده شده است . اندازه دهان لارو این سه گونه اخیر ۲۰۰-۱۵۰ میکرون است. استفاده از ۵۰-۲۰ درصد از اندازه دهان لارو برای محاسبه حداکثر اندازه خوراک برای این گونه‌ها نشان می‌دهد که آنها می‌توانند مواد غذایی با اندازه ۷۵-۳۰ میکرون را شکار نمایند. بنابراین، *E. acutifrons* در محدوده طعمه‌ها با اندازه مناسب برای آنها قرار دارد (Gopakumar and Santhosh, 2009). همچنین ارجاعاتی به استفاده از *E. acutifrons* در تغذیه لاروهای گونه ارزشمند جراح آبی در مراحل اولیه خروج از تخم وجود دارد (Olivotto *et al.*, 2017b). این گونه دارای اندازه دهان بسیار کوچک بوده و پرورش موفقیت‌آمیز آن تا مرحله متامورفیسم با استفاده از ناپلی‌های کوپه‌پود با اندازه کوچکتر از ۷۵ میکرون به عنوان غذای آغازین صورت گرفته است (DiMaggio *et al.*, 2017). اندکی تناقض در اندازه ناپلی‌های *E. acutifrons* یا حداقل تنوع زیاد در دامنه اندازهی آن وجود دارد. در نتیجه، نیاز به تحقیق بیشتر برای یافتن گونه‌های ناشناخته یا مورفوتیپ‌های کوتوله وجود دارد که ممکن است در آبزی‌پروری مفید باشند.

کوپه‌پود *Parvocalanus crassirostris*

کوپه‌پود کالانوئید *P. crassirostris* ناپلی‌های کوچکی دارد، با اندازه‌های ثبت شده ۶۲ میکرون طول و ۳۸ میکرون عرض (McKinnon (*et al.*, 2003 یا ۶۸ میکرون طول و ۵۶ میکرون عرض (Burgess and Callan, 2018) که این گونه را به صورت بالقوه مناسب به‌کارگیری جهت تغذیه لاروها با کوچکترین اندازه دهان می‌نماید. این سبب شده است که ناپلی *P. crassirostris* تا حدودی مسئول یک‌سری از اولین کارهای صنعتی انجام گرفته در زمینه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی دریایی باشد. استفاده از ناپلی *P. crassirostris* منجر به تکثیر موفق فرشته ماهی آتشین برای نخستین بار شد (Laidley *et al.*, 2008). لاروهای این گونه در شروع تغذیه فعال به‌وسیله ناپلی‌های کوپه‌پود با اندازه ۷۰-۶۰ میکرون تغذیه گردیدند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که *P. crassirostris* ممکن است برای پرورش انبوه بسیاری از گونه‌های دیگر فرشته ماهیان کوتوله که بیشترین تجارت فرشته ماهیان زینتی را به‌خود اختصاص داده‌اند، مناسب باشد (Baensch, 2017). ناپلی *P. crassirostris* در یکی دیگر از دستاوردهای مهم آبزی‌پروری که پرورش موفقیت‌آمیز جراح زرد بود، نقش کلیدی ایفاء نموده است. لاروهای جراح زرد به صورت ترجیحی ناپلی‌های *P. crassirostris* را از سایر نمونه‌های پلانکتونی انتخاب کردند و زمانی‌که فقط این گونه جهت تغذیه آنها استفاده

[8]. Barber goby
[8]. Blue striped angelfish
[8] . Three spot damselfish
[8] . Humbug damselfish
[8] . Blue damselfish

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]
[DOI: 10.22034.11.1.11]

شد، عملکرد قابل‌توجه بهتری داشتند. اندازه اولیه دهان در لاروهای جراح زرد تقریباً ۲۶۰ میکرون طول و ۱۲۶ میکرون عرض داشت، اما پس از ۶ روز لاروها می‌توانند طعمه‌های بزرگ‌تری را مصرف کنند (Burgess and Callan, 2018). همچنین ناپلی *P. crassirostris* اثرات مثبت در رشد و متامورفیسم موفقیت‌آمیز لاروهای جراح آبی در شرایط اسارت داشت (DiMaggio *et al*., 2017). هر سه گونه اخیر دارای نقش اقتصادی بسیار مهم در تجارت ماهیان زینتی دریایی در سرتاسر جهان هستند. بنابراین، سهم و پتانسیل آینده ناپلی‌های کوپه‌پود *P. crassirostris* را در توسعه موفقیت‌آمیز تکثیر و پرورش این گونه‌ها نمی‌توان نادیده گرفت. این کوپه‌پود یک غذای زنده حیاتی برای لارو ماهیان با دهان بسیار کوچک قبل از انتقال به تغذیه از خوراک‌های بزرگتر است.

مشکلات مربوط به ناپلی کوپه‌پودها

مزایای استفاده از ناپلی کوپه‌پودها در پرورش ماهیان زینتی دریایی آشکار است. با این‌حال، ناپلی‌های کوچکتر ممکن است اثربخشی مناسبی در رشد لاروهای بزرگتر نداشته باشند. بنابراین، گونه‌های کوپه‌پود باید به طور مناسب انتخاب شوند. بزرگترین مانع در به‌کارگیری آنها در صنعت آبزی‌پروری، کاربرد عملی آنها در تولید انبوه و تجاری ماهیان است. مگر اینکه دسترسی به جمعیت پلانکتون وحشی یا تخم وجود داشته باشد، یا روش کشت پایدار آن توسعه یابد تا منبع ثابتی برای تأمین ناپلی‌ها فراهم گردد. کشت کوپه‌پودها تراکم بسیار کمی را در اسارت نشان می‌دهند (Olivotto *et al*., 2017b)، به‌ندرت تراکم از ۲ بزرگسال یا ۱۰ ناپلی در میلی‌لیتر بیشتر می‌شود. هنگامی که با تراکم کشت‌های روتیفر مقایسه می‌شود، واضح است که مقیاس کشت باید به طور قابل‌توجهی برای برداشتی معادل کشت روتیفر افزایش یابد که منجر به زمان نگهداری، مواد مصرفی و نیاز به هزینه‌های زیرساختی بالاتر می‌شود. با این‌حال، حفظ کوپه‌پود در تراکم کشت بالا ممکن است، نرخ تولید را بهبود نبخشد. بنابراین، برای بهینه‌سازی خروجی، کشت‌ها باید زیر حداکثر تراکم نگهداری شوند. به‌علاوه، اکثر کوپه‌پودهای کالانوئیدی هنگام تغذیه با فیتوپلانکتون عملکرد مطلوبی دارند (Dhont *et al*., 2013). تولید فیتوپلانکتون به‌خودی خود پرهزینه و پیچیده است که امکان تولید آن را برای تأسیسات آبزی‌پروری کوچک محدود می‌کند (Conceição *et al*., 2010).

فرآیند جداسازی ناپلی‌ها از محیط کشت کار دشواری است. از الک می‌توان برای برداشت ناپلی گونه‌های کالانوئید استفاده کرد، اما در Harpacticoid که ناپلی‌ها در مجاورت بزرگسالان و نزدیک کف و دیواره مخازن زندگی می‌کنند، جداسازی آنها دشوار و وقت‌گیر است (Støttrup, 2006). بنابراین، در مقایسه با روش‌های برداشت روتیفر یا ناپلی آرتمیا که در آن کل جمعیت برداشت می‌گردد، افزایش حجم کار آشکار است. جداسازی ناپلی‌ها به تنهایی ممکن است بر پویایی جمعیت کشت تأثیر بگذارد. برداشت بیش از حد به احتمال زیاد جمعیت را کاهش می‌دهد که به صورت بالقوه منجر به سقوط کشت می‌گردد (Cutts, 2003). شرایط زیستی کنترل شده و یک جمعیت شناخته شده ممکن است این تکنیک را بهینه کند. این می‌تواند در عین حفظ یکپارچگی کشت، امکان حداکثر برداشت را فراهم کند. با این‌حال، پارامترهای دقیق چنین سیستمی ناشناخته باقی مانده است.

اگرچه گونه‌های کوپه‌پود می‌توانند جمعیت غالب زئوپلانکتون‌ها را در محیط‌های طبیعی تشکیل دهند، آلودگی یک خطر بالقوه جدی در مراکز تکثیر است به‌طوری‌که می‌تواند سبب از بین رفتن کشت کوپه‌پودها گردد (Barroeta *et al*., 2017). نه‌تنها مخازن کشت کوپه‌پودها در برابر هجوم مژه‌داران آسیب‌پذیر هستند بلکه غالباً به‌وسیله روتیفرها که معمولاً در مراکز تکثیر نگهداری می‌شوند، ممکن است آلوده گردند (Conceição *et al*., 2010). بعید است که جمعیت کوپه‌پودها از مهاجمانی مانند مژه‌داران سبقت بگیرند، زیرا آنها به‌سرعت غذای موجود را مصرف می‌کنند (Drillet and Dutz, 2014).

مژه‌داران *Euplotes* sp.

مژه‌داران ارگانیزیم‌های یوکاریوتی تک سلولی هستند و به صورت معمول به دو دسته پوسته‌دار[8] و بدون پوسته[8] تقسیم می‌شوند. چون مژه‌داران با پوسته اغلب در روده لارو ماهیان دریایی صید گردیده از طبیعت یافت شده است، به‌نظر می‌رسد که آنها در مرحله تغذیه آغازین لاروها دارای اهمیت هستند. مژه‌داران بدون پوسته در مراکز آبزی‌پروری در همه جا حضور دارند و فراوان

[8] . Tintinnid
[8] . Naked

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]
[DOI: 10.22034.11.1.11]

هستند، از باکتری‌ها و فیتوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند و به صورت بالقوه یک منبع غذایی برای لارو ماهیان هستند.

مژه‌داران ثابت کرده‌اند که در تکثیر ماهیان زینتی دریایی مفید هستند، اگرچه نسبت به سایر گروه‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. آنها از ویژگی‌های یک غذای زنده موثر مانند تولید مثل سریع، تحمل کشت‌های متراکم، مصرف انواع مواد غذایی و امکان غنی‌سازی برخوردارند (de Freitas Côrtes *et al*., 2012). اندازه آنها از ۳۰-۲۰ میکرون الی ۱۳۵-۱۰۰ میکرون متغیر است. بنابراین، آنها کوچکتر یا حداقل قابل مقایسه با ناپلی کوپه‌پودها هستند (Lee *et al*., 2018).

در کنار ناپلی کوپه‌پودها، *Euplotes* sp. در روده لاروهای سه روزه فرشته ماهی آبی راه راه در طول آزمایش‌های تغذیه‌ای یافت شد (Leu *et al*., 2015) که نشان می‌دهد آنها یک غذای زنده مناسب برای این گونه هستند. با این‌حال، برخی از گونه‌ها به طور فعال مژه‌داران را انتخاب می‌کنند. برای مثال، پروانه ماهی صخره‌ای[8] (*Chaetodon sedentarius*) نشان داده شده است که به صورت انتخابی از *Euplotes* sp. تغذیه می‌کند و آن‌را به ناپلی کوپه‌پود *P. crassirostris* ترجیح می‌دهد (Lee *et al*., 2018).

همانند ناپلی کوپه‌پودها، مژه‌داران نیز تنها به عنوان خوراک آغازین در چند روز اول رشد لاروها مطرح هستند. در حال حاضر، اجماع روشنی در مورد اثر بخشی *Euplotes* sp. در مقایسه با ناپلی کوپه‌پودها وجود ندارد. اگر مژه‌داران‌ها در تغذیه لاروها موثر باشند، ممکن است نیاز به پرورش برخی از گونه‌های کوپه‌پود که دارای کشت دشواری هستند، برطرف سازند. برخی محققین معتقدند مژه‌داران چون لاروها را به‌راحتی صید می‌کنند، دارای اهمیت هستند درحالی‌که شکار سایر طعمه‌ها برای لاروهای تازه تفریخ شده دشوارتر است (Burgess and Callan, 2018). همسو با این موضوع اخیر، نشان داده شده است که مژه‌داران نقش مهمی در میزان بقاء لاروهای وحشی ایفاء می‌کنند، زیرا آنها از جنبه تغذیه‌ای، شکاف بین انتهای ذخایر کیسه زرده و مواجهه با طعمه‌های گریزان‌تر مانند ناپلی‌های کوپه‌پودها را پر می‌کنند (Leu *et al*., 2015). این امر گنجاندن آنها را در رژیم غذایی موجودات پرورش یافته از طریق آبزی‌پروری، توجیه می‌کند زیرا ممکن است به عنوان خوراک آغازین ایده‌آل عمل نمایند.

جهت‌گیری مطالعات آینده

برنامه فعلی برای تغذیه لاروهای ماهیان زینتی دریایی اکثر گونه‌های پرورش‌یافته تجاری، با انتقال از روتیفر به ناپلی آرتمیا و سپس به ناپلی آرتمیا غنی‌شده، توسعه صنعت تکثیر و پرورش ماهیان زینتی دریایی را محدود کرده است. به منظور تنوع بخشیدن در تعداد گونه‌های تکثیر شده در تجارت ماهیان زینتی دریایی، نیاز به افزایش دسترسی به طیف وسیع‌تری از خوراک‌های زنده با اندازه کوچک وجود دارد. ناپلی‌های کوپه‌پود یک انتخاب عالی برای لاروها قبل از انتقال آنها به روتیفرهاست. با این‌حال، محدودیت‌های فعلی کشت آنها باید برطرف شود. همچنین باید به تحولات لازم برای غلبه بر تنگناهایی که در حال حاضر در تکثیر تجاری ماهیان زینتی دریایی با آن روبرو هستیم، توجه گردد. مهم‌ترین بخشی که کمبود اطلاعات در آن وجود دارد، ابعاد اولیه دهان لاروهاست. تعیین ابعاد اولیه دهان هر گونه تکثیر شده به منظور انتخاب غذای زنده با اندازه مناسب جهت به حداکثر رساندن شانس پرورش موفقیت‌آمیز لاروهای آن ضروری است. تحقیقات بیشتر باید بر جایگزینی یا حداقل به‌کارگیری هم‌زمان روتیفر و ناپلی آرتمیا با ناپلی کوپه‌پودها با اندازه‌های مختلف که از تخم‌های خفته تفریخ گردیده‌اند، متمرکز گردد. این مهم‌ترین پیشرفت در تکثیر ماهیان زینتی دریایی خواهد بود. علاوه‌براین، به طور قابل‌توجهی کار بیشتری برای توسعه روش‌هایی برای ایجاد و ذخیره تخم‌های خفته از کوپه‌پودها مورد نیاز است. برای دستیابی به این هدف، تحقیقات بیشتری برای تعیین این‌که کدام گونه‌ها تخم‌های خفته تولید می‌کنند، مورد نیاز است. پیشرفت در تکنیک‌های ذخیره‌سازی کوپه‌پودها برای اجازه دادن به استفاده هم‌زمان این منبع غذایی با غذاهای زنده متداول به‌کار گرفته شده در آبزی‌پروری و تنوع بخشیدن به گونه‌های کشت شده کوپه‌پودها مورد نیاز است. استفاده از تخم‌های خفته کوپه‌پود امکان استفاده از غذای زنده مؤثرتر را بدون منابع و خطرات مرتبط با خوراک فعلی فراهم می‌کند.

استفاده از مژه‌داران نیز باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد، زیرا این طعمه‌های طبیعی ممکن است همراه عالی برای ناپلی کوپه‌پودها باشند و به پرورش ماهیان با اندازه‌های دهان کوچک کمک کنند. آزمایش‌های تغذیه‌ای بیشتر بر تراکم مژه‌داران شناخته شده همراه با سایر خوراک‌های کوچک مانند ناپلی

[8]. Reef butterflyfish

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]

[DOI: 10.22034.11.1.11]

کوپه‌پودها، پتانسیل آنها را در پرورش گونه‌های زینتی دریایی آشکار می‌کند.

در کنار این پیشرفت‌ها، نیاز به بهینه‌سازی خوراک‌های زنده مورد استفاده فعلی نیز وجود دارد. مراکز تکثیر باید در انتخاب گونه و سویه روتیفر مورد استفاده اختصاصی‌تر عمل نمایند که به طور بالقوه منجر به بهبود بقاء لاروها از طریق فراهم‌آوری غذای زنده متناسب با اندازه دهان آنها، به جای طیف وسیعی از اندازه‌های مختلف طعمه می‌شود. این عوامل در کنار هم باعث بهینه‌سازی و پیشرفت تکثیر ماهیان زینتی دریایی می‌شود و متعاقباً به حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی کمک می‌کند.

منابع

Abedian Kenari, A., Kazem Mirzakhani, M., 2005. Effects of Using Artemia urmiana Enriched with N-3 HUFA in First Feeding of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Larvae. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 3, 123–129.

Alajmi, F., Zeng, C., 2015. Evaluation of microalgal diets for the intensive cultivation of the tropical calanoid copepod, *Parvocalanus crassirostris*. *Aquaculture Research*, 46, 1025–1038. DOI:10.1111/are.12254

Arndt, C., Sommer, U., 2014. Effect of algal species and concentration on development and fatty acid composition of two harpacticoid copepods, *Tisbe* sp. and *Tachidius discipes*, and a discussion about their suitability for marine fish larvae. *Aquaculture Nutrition*, 20, 44–59. DOI:10.1111/anu.12051

Avella, M.A., Olivotto, I., Gioacchini, G., Maradonna, F., Carnevali, O., 2007. The role of fatty acids enrichments in the larviculture of false percula clownfish *Amphiprion ocellaris*. *Aquaculture*, 273, 87–95. DOI:10.1016/j.aquaculture.2007.09.032

Baensch, F., 2017. Dwarf angelfish, in: Marine ornamental species aquaculture. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 279–298. DOI:10.1002/9781119169147.ch16

Barroeta, Z., Olivar, M.P., Palomera, I., 2017. Energy density of zooplankton and fish larvae in the southern Catalan Sea (NW Mediterranean). *Journal of Sea Research*, 124, 1–9. DOI:10.1016/j.seares.2017.04.008

Barroso, M. V, de Carvalho, C.V.A., Antoniassi, R., Cerqueira, V.R., 2013. Use of the copepod *Acartia tonsa* as the first live food for larvae of the fat snook *Centropomus parallelus*. *Aquaculture*, 388–391, 153–158. DOI:10.1016/j.aquaculture.2013.01.022

Bengtson, D.A., Léger, P., Sorgeloos, P., 2018. Use of Artemia As a Food Source for Aquaculture. *Artemia Biology*, 255–286. DOI:10.1201/9781351069892-11

Brown, M.R., Miller, K.A., 1992. The ascorbic acid content of eleven species of microalgae used in mariculture. *Journal of Applied Phycology*, 4, 205–215. DOI:10.1007/BF02161206

Brown, M.R., Garland, C.D., Jeffrey, S.W., Jameson, I.D., Leroi, J.M., 1993. The gross and amino acid compositions of batch and semi-continuous cultures of *Isochrysis* sp. (clone T.ISO), *Pavlova lutheri* and *Nannochloropsis oculata*. *Journal of Applied Phycology*, 5, 285–296. DOI:10.1007/BF02186231

Brown, M.R., Jeffrey, S.W., Volkman, J.K., Dunstan, G.A., 1997. Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 151, 315–331. DOI:10.1016/S0044-8486(96)01501-3

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]

[DOI: 10.22034.11.1.11]

Burgess, A.I., Callan, C.K., 2018. Effects of supplemental wild zooplankton on prey preference, mouth gape, osteological development and survival in first feeding cultured larval yellow tang (*Zebrasoma flavescens*). *Aquaculture*, 495, 738–748. DOI:10.1016/j.aquaculture.2018.06.046

Calado, R., Olivotto, I., Oliver, M.P., Holt, J., others, 2017. Marine ornamental species aquaculture. Wiley Online Library.

Camus, T., Zeng, C., 2012. Reproductive performance, survival and development of nauplii and copepodites, sex ratio and adult life expectancy of the harpacticoid copepod, *Euterpina acutifrons*, fed different microalgal diets. *Aquaculture Research*, 43, 1159–1169. DOI:DOI:10.1111/j.1365-2109.2011.02919.x

Conceição, L.E.C., Yúfera, M., Makridis, P., Morais, S., Dinis, M.T., 2010. Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research*, 41, 613–640. DOI:10.1111/j.1365-2109.2009.02242.x

Copeman, L.A., Parrish, C.C., Brown, J.A., Harel, M., 2002. Effects of docosahexaenoic, eicosapentaenoic, and arachidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*): a live food enrichment experiment. *Aquaculture*, 210, 285–304. DOI:10.1016/S0044-8486(01)00849-3

Cutts, C.J., 2003. Culture of Harpacticoid Copepods: Potential as Live Feed for Rearing Marine Fish, in: Southward, A.J., Tyler, P.A., Young, C.M., Fuiman, L.A. (Eds.). *Advances in Marine Biology*. Academic Press, pp. 295–316. DOI:10.1016/S0065-2881(03)44005-4

de Freitas Côrtes, G., Tsuzuki, M.Y., 2012. Effect of different live food on survival and growth of first feeding barber goby, *Elacatinus figaro* (Sazima, Moura & Rosa 1997) larvae. *Aquaculture Research*, 43, 831–834. DOI:10.1111/j.1365-2109.2011.02896.x

de Freitas Côrtes, G., Tsuzuki, M.Y., Melo, E.M.C., 2012. Monoculture of the ciliate protozoan *Euplots* sp. (Ciliophora; Hypotrichia) fed with different diets. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 35, 15–19. DOI:10.4025/actascibiolsci.v35i1.11795

de Sá, T.L.F., 2016. Internship at the sole hatchery Safiestela, SA Substitution of Instar I with enriched Instar II artemia in the first days of *Solea senegalensis* rearing. Masters thesis, Institute of Biomedical Sciences Abel Salazar, University of Porto, Portugal. 93P. https://repositorio-aberto.up.pt /handle/10216/89555

Dhont, J., Dierckens, K., Støttrup, J., Van Stappen, G., Wille, M., Sorgeloos, P., 2013. Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. *Advances in Aquaculture Hatchery Technology*, DOI:10.1533/9780857097460.1.157

DiMaggio, M.A., Cassiano, E.J., Barden, K.P., Ramee, S.W., Ohs, C.L., Watson, C.A., 2017. First Record of Captive Larval Culture and Metamorphosis of the Pacific Blue Tang, *Paracanthurus hepatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 48, 393–401. DOI:10.1111/jwas.12426

Drillet, G., Dutz, J., 2014. Dealing with the presence of the ciliate *Euplotes* sp. in cultures of the copepod *Acartia tonsa*. *Aquaculture International*, 22, 391–398. DOI:10.1007/s10499-013-9647-4

Figueiredo, J., van Woesik, R., Lin, J., Narciso, L., 2009. *Artemia franciscana* enrichment model

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]

[DOI: 10.22034.11.1.11]

— How to keep them small, rich and alive? *Aquaculture*, 294, 212–220. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.05.007

García, V., Celada, J.D., Carral, J.M., González, R., González, Á., Sáez-Royuela, M., 2011. A comparative study of different preparations of decapsulated Artemia cysts as food for tench (*Tinca tinca* L.) larvae. *Animal Feed Science and Technology*, 170, 72–77. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2011.08.005

Gopakumar, G., Santhosh, I., 2009. Use of Copepods as Live Feed for Larviculture of Damselfishes. *Asian Fisheries Science*, 22, 1–6.

Hagiwara, A., Wullur, S., Marcial, H.S., Hirai, N., Sakakura, Y., 2014. Euryhaline rotifer *Proales similis* as initial live food for rearing fish with small mouth. *Aquaculture*, 432, 470–474. DOI:10.1016/j.aquaculture.2014.03.034

Hamre, K., Yúfera, M., Rønnestad, I., Boglione, C., Conceição, L.E.C., Izquierdo, M., 2013. Fish larval nutrition and feed formulation: Knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Reviews in Aquaculture*, 5. DOI:10.1111/j.1753-5131.2012.01086.x

Hamre, K., 2016. Nutrient profiles of rotifers (*Brachionus* sp.) and rotifer diets from four different marine fish hatcheries. *Aquaculture*, 450, 136–142. DOI:10.1016/j.aquaculture.2015.07.016

Hou, L., Bi, X., Zou, X., He, C., Yang, L., Qu, R., Liu, Z., 2006. Molecular systematics of bisexual Artemia populations. *Aquaculture Research*, 37, 671–680. DOI:10.1111/j.1365-2109.2006.01480.x

Humes, A.G., 1994. How many copepods? *Hydrobiologia*, 292–293, 1–7. DOI:10.1007/BF00229916

Jørgensen, T.S., Jepsen, P.M., Petersen, H.C.B., Friis, D.S., Hansen, B.W., 2019. Eggs of the copepod *Acartia tonsa* Dana require hypoxic conditions to tolerate prolonged embryonic development arrest. *BMC Ecology*, 19, 1. DOI:10.1186/s12898-018-0217-5

Kanazawa, A., 2003. Nutrition of Marine Fish Larvae. *Journal of Applied Aquaculture*, 13, 103–143. DOI:10.1300/J028v13n01_05

Koldewey, H.J., Martin-Smith, K.M., 2010. A global review of seahorse aquaculture. *Aquaculture* ,302, 131–152. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.11.010

Kumar, G.R., Babu, P.D.E., 2015. Effect of Light, Temperature and salinity on the growth of Artemia. *International Journal of Engineering Science Invention*, 4, 7-14.

Laidley, C.W., Callan, C.K., Burnell, A., Liu, K.M., Bradley, C.J., Bou Mira, M., Shields, R.J., 2008. Development of aquaculture technology for the flame angelfish (*Centropyge loriculus*). *Center for Tropical and Subtropical Aquaculture*: *Regional Notes*, 19, 4–7.

Langdon, C., 2003. Microparticle types for delivering nutrients to marine fish larvae. *Aquaculture*, 227, 259–275. DOI:10.1016/S0044-8486(03)00508-8

Lavens, P., Sorgeloos, P., 2000. The history, present status and prospects of the availability of Artemia cysts for aquaculture. *Aquaculture*, 181, 397–403. DOI:10.1016/S0044-8486(99)00233-1

Lawrence, C., Sanders, E., Henry, E., 2012. Methods for Culturing Saltwater Rotifers (*Brachionus plicatilis*) for Rearing Larval Zebrafish. *Zebrafish*, 9, 140–146. DOI:10.1089/zeb.2012.0771

Le, D.V.B., Nguyen, P.N., Dierckens, K., Nguyen,

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]
[DOI: 10.22034.11.1.11]

D. V, De Schryver, P., Hagiwara, A., Bossier, P., 2017. Growth performance of the very small rotifer *Proales similis* is more dependent on proliferating bacterial community than the bigger rotifer *Brachionus rotundiformis*. *Aquaculture*, 476, 185–193. DOI:10.1016/j.aquaculture.2017.03.046

Leal, M.C., Rocha, R.J.M., Rosa, R., Calado, R., 2018. Aquaculture of marine non-food organisms: what, why and how? *Reviews in Aquaculture*, 10, 400–423. DOI:10.1111/raq.12168

Lee, I.S., Ohs, C.L., Broach, J.S., DiMaggio, M.A., Watson, C.A., 2018. Determining live prey preferences of larval ornamental marine fish utilizing fluorescent microspheres. *Aquaculture*, 490, 125–135. DOI:10.1016/j.aquaculture.2018.01.035

Leu, M.Y., Liou, C.H., Wang, W.H., Yang, S. Der, Meng, P.J., 2009. Natural spawning, early development and first feeding of the semicircle angelfish [*Pomacanthus semicirculatus* (Cuvier, 1831)] in captivity. *Aquaculture Research*, 40, 1019–1030. DOI:10.1111/j.1365-2109.2009.02192.x

Leu, M.Y., Sune, Y.H., Meng, P.J., 2015. First results of larval rearing and development of the bluestriped angelfish *Chaetodontoplus septentrionalis* (Temminck & Schlegel) from hatching through juvenile stage with notes on its potential for aquaculture. *Aquaculture Research*, 46, 1087–1100. DOI:10.1111/are.12265

McKinnon, A.D., Duggan, S., Nichols, P.D., Rimmer, M.A., Semmens, G., Robino, B., 2003. The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in aquaculture. *Aquaculture*, 223, 89–106. DOI:10.1016/S0044-8486(03)00161-3

Moorhead, J.A., Zeng, C., 2010. Development of Captive Breeding Techniques for Marine Ornamental Fish: A Review. *Reviews in Fisheries Science*, 18, 315–343. DOI:10.1080/10641262.2010.516035

Moorhead, J.A., Zeng, C., 2017. Weaning captive bred forktail blenny, *Meiacanthus atrodorsalis*, to a commercial formulated diet: Optimizing timing, feeding frequency and ration. *Aquaculture*, 473, 259–265. DOI:10.1016/j.aquaculture.2017.01.032

Oberg, E.W., Fuiman, L.A., 2015. Linking fatty acids in the diet and tissues to quality of larval southern flounder (*Paralichthys lethostigma*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ec ology*, 467, 7–15. DOI:10.1016/j.jembe.2015.02.021

Oliver, M.P., Olivotto, I., Turchi, C., 2017. Live Prey Production Systems, in: Marine Ornamental Species Aquaculture. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 111–124. DOI:DOI:10.1002/9781119169147.ch8

Olivotto, I., Planas, M., Simões, N., Holt, G.J., Avella, M.A., Calado, R., 2011. Advances in Breeding and Rearing Marine Ornamentals. *Journal of the World Aquaculture Society*, 42, 135–166. DOI:10.1111/j.1749-7345.2011.00453.x

Olivotto, I., Chemello, G., Vargas, A., Randazzo, B., Piccinetti, C.C., Carnevali, O., 2017a. Marine ornamental species culture: From the past to "Finding Dory." Gen. Comp. Endocrinol. 245, 116–121. DOI:10.1016/j.ygcen.2016.03.004

Olivotto, I., Geffroy, B., 2017b. Clownfish. *Marine Ornamental Species Aquacculture*, 177–199. DOI:10.1002/9781119169147.ch12

Olivotto, I., Oliver, M.P., Turchi, C., 2017c.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]
[DOI: 10.22034.11.1.11]

Larval Diets and Nutrition. *Marine Ornamental Species Aquacculture*, 125–137. DOI:10.1002/9781119169147.CH9

Ostrowski, A.C., Laidley, C.W., 2001. Application of Marine Foodfish Techniques in Marine Ornamental Aquaculture: Reproduction and Larval First Feeding. *Aquarium Sciences and Conservation*, 3, 191–204. DOI:10.1023/A:1011349931035

Reguera, B., 1984. The effect of ciliate contamination in mass cultures of the rotifer, *Brachionus plicatilis* O.F. Müller. *Aquaculture*, 40, 103–108. DOI:10.1016/0044-8486(84)90348-X

Rønnestad, I., Yúfera, M., Ueberschär, B., Ribeiro, L., Sæle, Ø., Boglione, C., 2013. Feeding behaviour and digestive physiology in larval fish: Current knowledge, and gaps and bottlenecks in research. Rev. Aquac. 5. DOI:10.1111/raq.12010

Ruebhart, D.R., Cock, I.E., Shaw, G.R., 2008. Brine shrimp bioassay: Importance of correct taxonomic identification of Artemia (Anostraca) species. *Environmental Toxicology*, 23, 555–560. DOI:10.1002/tox.20358

Sajesh Kumar, N.K., Vikas, P.A., Thomas, P.C., Chakraborty, K., Jayasankar, J., Vijayan, K.K., 2014. Quantitative genetic manipulation for nauplii size reduction of *Artemia franciscana* Kellogg, 1906 from Indian salinas and correlated changes in the polyunsaturated fatty acids (PUFA) profile. *Indian Journal of Fisheries*, 61, 69–73.

Schipp, G.R., Bosmans, J.M.P., Marshall, A.J., 1999. A method for hatchery culture of tropical calanoid copepods, *Acartia* spp. *Aquaculture*, 174, 81–88. DOI:10.1016/S0044-8486(98)00508-0

Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P., 2001. Use of the brine shrimp, Artemia spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture*, 200, 147–159. DOI:10.1016/S0044-8486(01)00698-6

Støttrup, J.G., 2006. A Review on the status and progress in rearing copepods for marine larviculture. Advantages and disadvantages. Among calanoid, harpacticoid and cyclopoid copepods. *Avances en Nutrición. Acuícola* VIII .VIII *Simposio Internacional de Nutricion Acuicola*, 62–83.

Thépot, V., Mangott, A., Pirozzi, I., 2016. Rotifers enriched with a mixed algal diet promote survival, growth and development of barramundi larvae, *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture Reports*,3, 147–158. DOI:10.1016/j.aqrep.2016.02.003

Vagelli, A.A., 2004. Significant Increase in Survival of Captive-bred Juvenile Banggai Cardinalfish *Pterapogon kauderni* with an Essential Fatty Acid-Enriched Diet. *Journal of the World Aquaculture Society*, 35, 61–69. DOI:10.1111/j.1749-7345.2004.tb01060.x

Vite-Garcia, N., Simoes, N., Arjona, O., Mascaro, M., Palacios, E., 2014. Growth and survival of *hippocampus erectus* (Perry, 1810) juveniles fed on artemia with different HUFA levels. *Latin American Journal* of *Aquatic Research*, 42, 150–159. DOI:10.3856/VOL42-ISSUE1-FULLTEXT-12

Wittenrich, M.L., 2007. The Complete Illustrated Breeder's Guide to Marine Aquarium Fishes: Mating, Spawning & Rearing Methods for Over 90 Species. TFH Publications, Incorporated.

Woods, C.M.C., Valentino, F., 2003. Frozen mysids as an alternative to live Artemia in

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]
[DOI: 10.22034.11.1.11]

culturing seahorses *Hippocampus abdominalis*. *Aquaculture Research*, 34, 757–763. DOI:10.1046/j.1365-2109.2003.00882.x

Wullur, S., Sakakura, Y., Hagiwara, A., 2009. The minute monogonont rotifer *Proales similis* de Beauchamp: Culture and feeding to small mouth marine fish larvae. *Aquaculture*, 293, 62–67. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.04.011

Yoshimura, K., Tanaka, K., Yoshimatsu, T., 2003. A novel culture system for the ultra-high-density production of the rotifer, *Brachionus rotundiformis*—a preliminary report. *Aquaculture*, 227, 165–172. DOI:10.1016/S0044-8486(03)00501-5

Yúfera, M., Darias, M.J., 2007. The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. *Aquaculture*.
DOI:10.1016/j.aquaculture.2007.04.050.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]

[DOI: 10.22034.11.1.11]

The role of live food in reproduction and rearing of marine ornamental fish

Sarvi B.[1*]; Pourmozaffar S.[1]; Alibeygi T.[2]

*bsarvi@ut.ac.ir

1-Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran
2-Department of Fisheries, Faculty of Natural Resource, Urmia University, Urmia, Iran

Abstract

Successful reproduction and rearing of marine ornamental fish significantly depend on capturing, digesting, and assimilating sufficient amounts of live food. The most limiting factor in producing marine ornamental fish is the requirement for appropriately sized live food as a first feed. This issue is due to the small mouth size of many high commercial-value species. Therefore, the need for prey with the right size is one of the necessities in producing marine ornamental fish. In this regard, development and progress in the usage of new live food are required to expand this industry. The most common live food used in the rearing of marine ornamental fish larvae is rotifer and *Artemia*. These preys are not ideal in terms of size and especially nutritional aspects. Significant improvements in rearing marine ornamental fish larvae can be achieved by providing copepods and ciliates to feed them. Currently, various species of copepods can be successfully cultivated. The participation of copepods in the nutritional scheme of larvae, as exclusive feed or as a supplement to traditional prey such as rotifer and *Artemia*, is beneficial due to their high nutritional quality and a wider range of available sizes for different stages of larval development. Due to their small size, ciliates are a suitable food source for feeding the larvae of ornamental marine fish with very small mouth sizes. They have the characteristics of an effective live food, such as rapid reproduction, tolerance to high-density cultures, consumption of various food items, and the possibility of enrichment.

Keywords: Larvae, Marine ornamental fish, Reproduction and rearing, Live food

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-07-16]

[DOI: 10.22034.11.1.11]