CC BY

مقاله علمی – ترویجی:

پلی‌کت‌ها در تغذیه ماهیان زینتی

محمد حسین خانجانی*[۱]، سعید حاجی رضایی[۱]

*m.h.khanjani@ujiroft.ac.ir; m.h.khanjani@gmail.com

۱- گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: مهر ۱۴۰۱

چکیده

امروزه آبزی پروری ماهیان زینتی یک صنعت جهانی با تجارت چندین میلیارد دلار است. با توجه به ارزش ماهیان زینتی تغذیه آنها نسبت به ماهیان خوراکی متفاوت است به‌طوری‌که در ماهیان زینتی کیفت رنگ بدن نسبت به تولید گوشت بیشتر حائز اهمیت است و به لحاظ قیمتی جیره غذایی ماهیان زینتی و خوراکی با هم تفاوت دارند. استفاده از جیره غذایی با کارایی مناسب و قیمت مطلوب، از اهداف پرورش‌دهندگان است. در سال‌های اخیر تلاش‌هایی برای استفاده از انواع جیره‌ها در تغذیه ماهیان آکواریومی شده است، استفاده از بی‌مهرگان نظیر حشرات، آرتمیا، پلی‌کت‌ها و کرم ها مورد مطالعه قرار گرفته است. پلی‌کت‌ها از جمله غذاهای زنده با ارزش غذایی بالا هستند که قابلیت استفاده از آنها در جیره غذایی ماهیان زینتی تایید شده است. ترکیبات بیوشیمیایی پلی‌کت‌ها (پروتئین، چربی و کربوهیدرات)، جهت تغذیه ماهیان زینتی مناسب بوده به‌طوری‌که هنگام استفاده از آنها عملکرد رشد، بقاء و کیفیت رنگ بدن نسبت به جیره‌های کنسانتره بهتر است. پلی‌کت‌ها حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره (دیکوزاهگزانوئیک اسید، ایکوزاپنتانوئیک اسید، اسید لینولئیک و آراشیدونیک اسید) جهت بهبود عملکرد رشد، بلوغ جنسی و کیفیت رنگ هستند که پرورش دهندگان را در استفاده از آنها برای ماهیان زینتی ترغیب می‌کند. در مطالعه ترویجی حاضر به اهمیت پلی‌کت به عنوان غذای زنده در تغذیه ماهیان زینتی پرداخته می شود.

کلمات کلیدی: ماهیان زینتی، غذای زنده، آبزی پروری، پلی‌کت

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

مقدمه

تجارت ماهیان زینتی یک صنعت رو به رشد چند میلیارد دلاری است. یکی از مشکلات اصلی در این صنعت کیفیت نامناسب خوراک است که منجر به توقف رشد، رنگ‌آمیزی ضعیف و مرگ و میر می‌شود. بنابراین، خوراک داده شده به ماهیان باید فاکتورهای مناسبی داشته باشد از جمله، الف) به‌راحتی برای ماهی قابل قبول باشد و ب) نیازهای غذایی را برآورده کند که باعث عملکرد رشد مطلوب و رنگ آمیزی مناسب شود. در آبزی‌پروری از خوراک‌هایی مانند گوشت ماهی مرکب، ضایعات ماهی، گوشت صدف، پلی‌کت و ... استفاده می شود. از نظر اکولوژیک، آکواریوم یک اکوسیستم مصنوعی بسته است. بنابراین، شرایط آن کاملاً وابسته به منابع خارجی است. ماده مغذی آزاد شده از تغذیه ماهی مستقیم یا غیر مستقیم، بر کیفیت آب تأثیر می‌گذارد و یک خوراک ماهی با ارزش برای ماهی زینتی باید آب آکواریوم را از نظر آلاینده‌ها و کدورت آب در بهترین شرایط ممکن نگه دارد که نشان‌دهنده اهمیت تغذیه در پرورش ماهیان زینتی است (Khanjani *et al*., 2020; Khanjani, 2022). پودر ماهی از منابع پروتئینی مهمی است که در جیره غذایی ماهیان آکواریومی استفاده می شود، با توجه به کاهش صید از دریا و کاهش توان دریا حداقل بایستی از منابع جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی استفاده کرد (Sicuro, 2018). مطالعات مختلفی در رابطه با جایگزینی موفقیت‌آمیز پودر ماهی نظیر پروتئین‌های گیاهی (کنجاله سویا) (Geurden *et al*., 2013)، fish silage (Madage *et al*., 2015)، trimming fish meal (Ytrestøyl *et al*., 2015) در جیره غذایی ماهی انجام شده است. در سال‌های اخیر، دانشمندان آبزی‌پروری علاقه نشان داده‌اند تا نقش اجزاء تغذیه‌ای خاص مانند اسیدهای چرب ضروری، فسفولیپیدها، ویتامین‌های C و E، کاروتنوئیدها و سایر اجزاء غذایی خوراک را در رشد ماهی‌ها بیابند (Murugesan *et al*., 2011). استفاده از غذاهای زنده در آبزی‌پروری ماهیان زینتی از جایگاه خاصی برخوردار است.

گزارش شده است که چندین خانواده پلی‌کت (Arenicolidae، Glyceridae، Lumbrineridae، Nereididae، Nephtyidae، Onuphidae، Eunicidae)، دارای قابلیت استفاده در جیره غذایی آبزیان هستند (Carvalho *et al*., 2013; Mosbahi *et al*., 2015; Sa *et al*., 2017; Font *et al*., 2018). پلی‌کت‌ها حاوی اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (PUFAs) بوده که برای کمک به بلوغ و میزان تخم‌دهی مناسب به‌ویژه در محیط اسارات ضروری هستند (Cardinaletti *et al*. 2009; Stewart *et al*., 2023). در این میان، پلی‌کت‌ها به طور خاص Nereids به عنوان خوراک زنده برای پرورش‌دهندگان میگو و ماهیان زینتی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Olive, 1999; Murugesan *et al*., 2011; Fujii *et al*., 2023). کرم‌های Nereids به دلیل محتوای بالای اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳، معمولاً کرم‌های امگا نامیده می‌شوند (Lytle *et al*., 1990; Deias *et al*., 2023). کرم نرئیس دارای ارزش غذایی بالایی است به‌طوری‌که تغذیه میگو/ ماهی با نرئیس منجر به افزایش تعداد تخم‌ها در هر تخم‌ریزی، افزایش بقاء تخم‌ها و لارو در میگو شد (Briggs *et al*., 1994)، همچنین بلوغ سریع در میگو و ماهی‌های زینتی گزارش شده است (Luis and Ponte, 1993; Gopakumar *et al*., 2001; Murugesan *et al*., 2011; Wang *et al*., 2019). بنابراین، جیره های غذایی حاوی کرم نرئیس به طور بالقوه تولید مثل آبزیان پرورشی را بهبود می‌بخشد. در مطالعه ترویجی حاضر به اهمیت پلی‌کت‌ها در آبزی‌پروری به‌ویژه ماهیان زینتی پرداخته می شود.

پتانسیل آبزی‌پروری پلی‌کت‌ها

پلی‌کت‌ها کرم‌های حلقوی دریایی هستند که می‌توانند به آبزی‌پروری کمک کنند. پرورش تجاری و متراکم آن در تعداد محدودی از کشورها رواج یافته است. مطالعات مختلفی در زمینه نیازهای تغذیه‌ای و تولیدمثل برخی از گونه‌ها انجام شده است (Pombo *et al*., 2020). برخی از گونه‌های پلی‌کت (*Hediste diversicolor*، *Alitta virens*) کاندیدای خوبی برای آبزی‌پروری چند تروفیک یکپارچه (IMTA) هستند. پرورش گونه‌های بومی راه‌حل جذابی برای تولید پایدار پلی‌کت‌هاست (Olive, 1999; Nesto *et al*., 2012; Santos *et al*., 2016). همان‌طوری‌که Olive (۱۹۹۹) گزارش کرده است، این تولید نیازهای مختلفی از جمله: (۱) کاهش برداشت بی‌رویه، (۲) کمک به کاهش واردات گونه‌های غیر بومی، (۳) ترویج توسعه محصولات جدید آبزی‌پروری، (۴) بهبود تنوع گونه‌ای در صنعت آبزی‌پروری و ۵) کمک به توسعه بازارهای جدید را برآورده می‌کند. تقاضا برای تولید پلی‌کت‌ها در نتیجه استفاده ازآنها در

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

آبزی‌پروری افزایش یافته است. استفاده از پلی‌کت‌ها در تغذیه میگو، ماهیان زینتی و لارو ماهیان مناسب است. تولید پلی‌کت‌ها در مقایسه با نوع طبیعی آن باید از نظر قیمت، کیفیت و تنوع محصول به‌نحوی باشد که مزرعه‌داران از قابلیت استفاده از برخوردار باشند. مطالعات نشان داده است، پلی‌کت‌ها منابع مفیدی از پروتئین و چربی هستند که می‌توانند در جیره غذایی ماهیان و سخت پوستان در برخی از مراحل چرخه زندگی آنها، استفاده شوند (Dinis *et al*., 1999; Meunpol *et al*., 2005; Pombo *et al*., 2020). آبزی‌پروری چند تروفیک یکپارچه (IMTA)، می‌تواند راه‌حلی برای بهبود پرورش پلی‌کت‌ها باشد و در عین حال به کاهش اثرات زیست محیطی این بخش کمک کند. در این سیستم ماهی یا میگو به عنوان گونه اصلی از جیره‌های مصنوعی تغذیه می‌شود. خوراک‌های خورده نشده و مدفوع در کف سیستم رسوب می‌کند و منجر به تجمع مواد آلی می شود. در این محیط برخی از پلی‌کت‌ها قادر به تطبیق حالت تغذیه خود بوده و همه‌چیزخوارند و از منابع غذایی در دسترس استفاده می‌کنند (Carvalho *et al*., 2007). خوراک‌ها و مواد آلی باقی‌مانده جهت دستیابی به نرخ رشد سریع‌تر و حفظ تراکم پرورش مفید هستند (Palmer, 2010). بنابراین، می‌توان پلی‌کت‌ها را همراه با برخی گونه‌ها (دارای عادات تغذیه تکمیلی هستند و مواد آلی اضافی تولید می‌کنند.)، کشت کرد. مدفوع ماهی به همراه خوراک‌های خورده نشده و بیوفیلم‌های باکتریایی برای تغذیه پلی‌کت‌ها مناسب هستند (Fang *et al*., 2017). سیستم‌های پرورش یکپارچه دارای مزایای زیست‌محیطی و اقتصادی هستند و می‌توانند به رشد آبزی‌پروری پایدار بر اساس فناوری‌ها و سیستم‌های جدید تولید کمک کنند که باعث بهبود کیفیت پساب‌ها و کاهش اثرات آن بر محیط‌زیست می‌شود (Khanjani *et al*., 2022). در مطالعه Marques و همکاران (۲۰۱۷) از پلی‌کت‌ها به عنوان تصفیه‌کننده زیستی در پرورش فوق متراکم ماهی در سیستم IMTA استفاده شد و کاهش قابل‌توجهی در مواد آلی و مغذی مشاهده گردید. Brown و همکاران (۲۰۱۱) عملکرد رشد و ترکیبات غذایی پلی‌کت *Alitta virens* تغذیه شده با مواد زائد موجود در سیستم گردشی ماهی *Hippoglossus hippoglossus* را ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد وجود اسیدهای چرب بسیار غیراشباع مانند دیکوزا هگزانوئیک اسید (DHA)، ایکوزپنتانوئیک اسید (EPA) و اسیدهای آمینه در این پلی‌کت ارزش آن را به عنوان جزئی از جیره غذایی ماهی یا میگو بسیار افزایش می‌دهد. این واقعیت که این مواد مغذی را می‌توان از ضایعات ماهی بازیافت کرد، مزیت قابل‌توجهی را در پرورش مشترک این پلی‌کت‌ها با ماهی‌های دریایی در سیستم‌های گردشی ارائه می دهد. نویسندگان نتیجه گرفتند که *A. virens* یک کاندید عالی برای آبزی‌پروری یکپارچه در سیستم‌های مستقر در خشکی است، زیرا می‌تواند با تغذیه از ضایعات سیستم پرورش ماهی به‌سرعت رشد کند و آنها را به زیست‌توده با ارزش تبدیل کند که به‌نوبه خود ممکن است منبع غذایی برای سایر آبزیان باشد. در مطالعه Marques و همکاران (2017) پتانسیل پلی‌کت *Hediste diversicolor* برای تصفیه پساب سیستم های متراکم ماهی مورد ارزیابی قرار گرفت و توانایی این پلی‌کت در حفظ مواد مغذی با ارزش مانند اسیدهای چرب غیر اشباع (DHA، EPA) تأیید شد. برای پرورش پلی‌کت‌ها بایستی پروتکل پرورش موثر که شامل پرورش مولدین برای رفع نیاز به جمعیت‌های طبیعی، روش‌های لقاح انبوه، تولید لارو و بچه ماهی، انواع مناسب جیره‌های غذایی جدید، تراکم بهینه و بهینه‌سازی زیست‌توده تولید در نظر گرفته شود (Safarik *et al*., 2006; Nesto *et al*., 2012; Santos *et al*., 2016).

پلی‌کت‌ها در تغذیه ماهیان زینتی

در حال حاضر، صنعت آبزی‌پروری ماهیان زینتی از طیف گسترده‌ای از خوراک‌های طبیعی و مصنوعی استفاده می‌کند. در این میان، پلی‌کت‌ها و بیومس زنده آرتمیا به دلیل داشتن اسیدهای چرب بهتر و وجود مواد فعال هورمونی، برای بلوغ ماهی ضروری هستند. جایگزین مناسب برای پودر ماهی در جیره غذایی ماهی ممکن است مشکلات فیزیولوژیک مختلفی را در ماهی نظیر کاهش نرخ رشد و بقاء ایجاد کند (Hardy, 2010). در سال‌های اخیر، استفاده از بی‌مهرگان به عنوان یک جایگزین پایدار برای پودر ماهی مورد توجه قرار گرفته است (Henry *et al*., 2015). مطالعات نشان داده است، استفاده از بی‌مهرگان نظیر حشرات و کرم ها در جیره غذایی آبزیان بسیار امیدوار کننده است و یک جایگزین غنی از پروتئین پایدار، پروفایل اسید آمینه کافی، قابلیت هضم بالا و بهبود عملکرد رشد را در ماهی سبب می‌شود (Barroso *et al*., 2014; Wan *et al*., 2017). مطالعات نشان داده است، پلی‌کت *Nereis virens*

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

که بیشتر در لایه‌های عمیق مصب‌ها یافت می‌شود، می‌تواند به عنوان ترکیبی از جیره غذایی در تولید ماهی استفاده شود (Salze *et al*., 2010; Wan *et al*., 2017). در مطالعه Murugesan و همکاران (۲۰۱۱) از سه جیره غذایی شامل پودر صدف کلم (*Meretrix meretrix*)، ضایعات ماهی (*Leiognathus* sp) و پلی‌کت *Perenereis cultrifera* بر عملکرد رشد و کیفیت رنگ دلقک ماهی (*Amphiprion sebae*) استفاده شد. ترکیبات تقریبی سه منبع غذایی در جدول ۱ و آنالیز اسیدهای چرب در پلی‌کت، پودر صدف کلم و ضایعات ماهی در جدول ۲ ارائه شده است. برای پرورش موفقیت‌آمیز ماهیان زینتی نیاز به مصرف پروتئین، چربی، ویتامین ها و مواد معدنی کافی می باشد. پلی‌کت مورد مطالعه ۴۹/۲ ٪ پروتئین، ۱۷/۷ ٪ چربی، ۱۲/۴٪ کربوهیدرات، ۱۴/۲ ٪ خاکستر و ۵۸/۶ درصد رطوبت داشت.

جدول ۱: مقایسه پروفیل اسیدچرب (بر اساس درصد از کل اسیدهای چرب) در پلی کت، ضایعات ماهی و پودرصدف کلم (Murugesan *et al*., 2011; Wang *et al*., 2019)

اسیدچرب	پلی کت *Perenereis cultrifera*	پلی کت *Hediste diversicolor*	ضایعات ماهی *Leiognathus* sp.	پودر صدف کلم *Meretrix meretrix*
C14:0	۳/۳۱	۱/۷۴	۵/۲۲	۳/۹۸
C15:0	۲/۳۴	۰/۹۰	۱/۲۵	۱/۸۳
C16:0	۱۸/۵۰	۲۱/۰۸	۱۶/۹۸	۲۱/۶۲
C17:0	۲/۳	۰/۹۹	۱/۲۹	۲/۹
C18:0	۲/۱۷	۵/۳۵	۵/۰۹	۶/۳۲
C19:0			۰/۲۰	۴/۵۱
C20:0	۱/۳۲		۰/۱۳	۲/۶۴
C22:0	۱/۴۳		۰/۲۳	
C23:0	۰/۱۳			
C24:0	۰/۵۹		۱/۱۹	
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۳۳/۲۴	۲۹/۸۲	۳۲/۰۱	۴۶/۰۹
C16:1 ω-5	۵/۱۶		۰/۲۲	۲/۲۴
C16:1 ω-7	۴/۱۲	۴/۱۵	۵/۱۴	۴/۸۶
C16:1 ω-11	۰/۷۲			
C17:1 ω-8	۰/۶۹		۱/۶۹	۲/۲
C18:1 ω-9	۷/۱	۹/۵۴	۱۲/۴۶	۵/۳۲
C24:1 ω-3			۲/۶۴	
مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره کوتاه (MUFA)	۲۳/۱۶	۲۴/۸۳	۲۵/۱۲	۱۶/۷۱
C18:2 ω-6	۵/۶۶	۵/۳۳		
C18:3 ω-3	۴/۳	۲/۲۷	۹/۸۱	۱۳/۹۶
C18:3 ω-6	۰/۳۶		۳/۲۸	۱۴/۵۷
C18:4 ω-3	۲/۰۹	۰/۵۹	۵/۶۹	
C20:2 ω-6	۵/۹۴	۴/۹۹	۳/۱۲	
C20:3 ω-6			۳/۳۸	
C20:4 ω-6	۴/۶۶	۳/۰۷	۴/۶۹	۸/۶۷

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

اسیدچرب	پلی کت *Perenereis cultrifera*	پلی کت *Hediste diversicolor*	ضایعات ماهی *Leiognathus* sp.	پودر صدف کلم *Meretrix meretrix*
C20:5 ω-3	۵/۹۰	۲۰/۵۹	۵/۲۸	
C22:4 ω-6	۱/۳۵			
C22:5 ω-3	۲/۵۲	۳/۲۳		
C22:6 ω-3	۹/۴	۴/۶۴		
مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره بلند (PUFA)	۴۳/۶	۴۵/۳۴	۴۲/۸۷	۳۷/۲

جدول ۲ : مقایسه ترکیبات بیوشیمیایی در سه منبع غذایی مختلف (بر اساس وزن مرطوب) (Murugesan *et al.*, 2011)

نوع منبع غذایی	پروتئین	چربی	کربوهیدرات	خاکستر	رطوبت
پلی کت *Perenereis cultrifera*	۴۹/۲	۱۷/۷	۱۲/۴	۱۴/۲	۵۸/۶
ضایعات ماهی *Leiognathus* sp.	۴۱/۱	۱۱/۰۹	۱۵/۶	۱۵/۲۶	۶۹/۲
پودر صدف کلم *Meretrix meretrix*	۳۹/۶	۱۳/۰۱	۸/۵	۲۷/۳	۷۶/۲
در مطالعه Wang و همکاران (۲۰۱۹)، بر اساس وزن خشک					
پلی کت *H. diversicolor*	۰/۵۸	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۲	

ماهی‌های تغذیه شده با پلی‌کت نتایج خوبی از نظر رشد، بقاء و کیفیت رنگ در مقایسه با ماهی‌های تغذیه شده با دو جیره دیگر نشان داد. در شروع آزمایش میانگین طول و وزن اولیه ماهی‌ها (۲/۱ سانتی‌متر و ۰/۸۵ گرم برای تیمار پلی‌کت)، (۱/۹ سانتی‌متر و ۰/۶ گرم برای تیمار ضایعات ماهی)، (۲/۱۳ سانتی‌متر و ۱/۰۷ گرم برای تیمار پودر صدف) بود. در پایان آزمایش به مدت ۱۶۵ روز میانگین طول و وزن نهایی ماهی ها (۶/۶۵ سانتی‌متر و ۶ گرم برای تیمار پلی‌کت)، (۶ سانتی‌متر و ۴/۴۵ گرم برای تیمار ضایعات ماهی)، (۶/۲۵ سانتی‌متر و ۵/۵۵ گرم برای تیمار پودر صدف) به‌دست آمد. بیشترین افزایش طول ۴/۵۵ سانتی متر و وزن ۵/۱۵ گرم در تیمار ماهیان تغذیه شده با پلی‌کت مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد. از نظر کیفیت رنگ، ماهی‌های تغذیه شده با پلی‌کت کیفیت رنگ بهتری داشتند که نشان می‌دهد، پلی‌کت‌ها دارای سطح بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره بلند (EPA و DHA) و پروتئین بوده که برای رشد و بلوغ تخم و لارو بسیار ضروری است (Olive, 1999). با توجه به جدول ۲، مقادیر دیکوزاهگزانوئیک اسید، ایکوزاپنتانوئیک اسید، اسید لینولئیک و آراشیدونیک اسید در پلی‌کت‌ها در مقایسه با پودر صدف و ضایعات ماهی بیشتر است که می‌تواند دلیلی برای بهبود عملکرد رشد و کیفیت رنگ در ماهیان تغذیه شده با پلی‌کت باشد که در مطالعات محققین دیگر نیز تائید شده است (Alasalvar *et al.*, 2002; Senso *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2019).

همچنین در مطالعه‌ای دیگر، عملکرد رشد، بقاء و کیفیت رنگ ماهی زینتی *A. Chrysogaster* تحت تاثیر جیره‌های غذایی مختلف بررسی شد. در پایان مشخص شد ماهیان تغذیه شده با پلی‌کت سرعت رشد و کیفیت رنگ بهتری دارند (Gopakumar *et al.*, 2001).

در محیط طبیعی، ماهی‌ها انواع مختلفی از غذاها را در اختیار دارند و مواد مغذی ضروری آنها تامین می‌شود، در محیط اسارت بایستی رفتارهای تغذیه‌ای ماهیان شناخته شود تا به‌آسانی غذاهای آماده مختلف که حاوی مواد مغذی ضروری هستند، بپذیرند (Johnston *et al.*, 2003). در مطالعه Olivia و همکاران (۲۰۰۶) تاثیر تغذیه بر دفعات تخم‌ریزی دلقک‌ماهی بررسی شد و افزایش میزان تخم‌ریزی در *A. sebae* هنگامی که با پلی‌کت تغذیه شد، مشاهده گردید. دو مسیر ممکن برای تولید

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره بلند (PUFA) در پلی‌کت‌ها وجود دارد، ابتدا ممکن است باکتری‌ها مخمر را تجزیه کنند و فیتوپلانکتون‌ها محصولات متابولیک را در سیستم استفاده کرده و سپس PUFA را سنتز می‌کنند. از سوی دیگر، تجمع PUFA ممکن است از طریق فرآیندی باشد که در آن، تجزیه باکتریایی کمپلکس‌های آلی به پیرووات به‌وسیله گونه‌های باکتریایی خاص انجام می‌شود. گونه‌های *Shewanella*، که حداکثر مقادیر ایکوزاپنتانوئیک اسید، دیکوزاهگزانوئیک اسید و اسید آراشیدونیک را تولید می‌کنند (Nichols and McMeekin, 2002; Murugesan *et al*., 2011). مطالعات نشان داده که استفاده از اسیدهای چرب غیر اشباع در جیره غذایی منجر به عملکرد بهتر رشد، بقاء و مقاومت در برابر استرس در لارو ماهیان می‌شود (Wang *et al*., 2019). بنابراین، پلی‌کت‌ها با داشتن اسیدهای چرب غیر اشباع و پروتئین کافی منبع غذایی مطمئنی برای ماهیان آکواریومی نظیر دلقک ماهی *A. Sebae* هستند.

تغذیه پلی‌کت‌ها

به دلیل اهمیت پلی‌کت‌ها در آبزی‌پروری، داشتن اطلاعات کافی در مورد تغذیه آنها نیز ضروری است. تهیه خوراک با کیفیت بالا که بتواند نیازهای مواد مغذی پلی‌کت را فراهم کند و موجب عملکرد رشد بهینه در مراحل مختلف شود (Kim *et al*., 2017). میکروجلبک‌ها و مواد زائد آلی از مهم‌ترین منابع غذایی پلی‌کت‌ها هستند. میکروجلبک نظیر گونه‌های *Isochrysis*، *Tetraselmis*، *Chaetoceros*، *Thalassiosira*، *Nannochloropsis*، *Pavlova* و *Skeletonema* در تغذیه پلی‌کت‌ها استفاده شده است (Amran and Mohamad, 2022). در جدول ۳ برخی از مطالعات انجام شده بر استفاده از میکروجلبک‌ها در تغذیه پلی‌کت‌ها ارائه شده است.

جدول ۳: استفاده از میکروجلبک ها در تغذیه پلی‌کت‌ها

گونه میکروجلبک	گونه پلی کت	نتیجه	منبع
Isochrysis galbana *Dunaliella tertiolecta* *Chaetoceros gracilis* *Thalassiosira pseudonana*	*Hydroides elegans*	*H. elegans* قادر به مصرف *T. Pseudonana*، به دلیل دیواره سلولی سیلیکونی غیرقابل هضم، نیست.	Leung & Cheung (2017)
I. galbana	*Platynereis dumerilii*	مصرف *I. galbana* منجر به بهبود بقاء ، رشد و بلوغ جنسی بهتر پلی کت بعد از ۱۶ هفته شد.	Hutchinson *et al*. (1995)
I. galbana, *D. tertiolecta*, *C. gracilis*	*Pseudopolydora vexillosa*	*C. gracilis* و *D. Tertiolecta* به دگردیسی بهتر پلی‌کت کمک می‌کنند.	Mok *et al.* (2008)
Tetraselmis chuii *Chaetoceros calcitrans* *Chlorella vulgaris* *Nannochloropsis oculata*	*Spirobranchus krausii*	*C. vulgaris* و *N. Oculata* به دلیل اندازه کوچک‌تر و عدم تحرک، مناسب‌ترین عملکرد رشد را نشان دادند. لاروها در روز هفتم پرورش از سلول‌های جلبکی بزرگ‌تر از ۷ میکرون (*T. Chui* و *C. calcitrans*) را مصرف کردند.	Lavajoo (2019)
Rhodomonas baltica	*H. diversicolor*	پلی‌کت ضریب رشد ویژه ۰/۰۱۴ در روز را نشان داد.	Wang *et al*. (2019)

در محیط طبیعی، پلی‌کت‌ها رسوبات را می‌بلعند و مواد آلی را استفاده کرده و به مواد مغذی تبدیل می‌کنند. پلی‌کت‌ها با بازیافت مواد مغذی به زیست پالایی[1] کمک می‌کنند. پلی‌کت‌ها می‌توانند زیست پالایی را در سیستم آبزی‌پروری افزایش دهند، زیرا مواد آلی را از مواد زائد می‌گیرند و به مواد مغذی تبدیل کرده و عمل نقب زدن آنها یک لایه اکسید شده در رسوب ایجاد کرده که محیط بهینه‌ای را برای تکثیر باکتری‌های هوازی فراهم می‌کند (Mandario *et al*., 2022; Kunihiro *et al*., 2005). بنابراین، تجزیه مواد آلی در مزارع ماهی را تسریع می‌کند (Heilskov *et al*., 2006).

[1] Bioremediation

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

نتیجه‌گیری

تغذیه ماهیان زینتی بخش اعظم هزینه را به‌خود اختصاص می‌دهد. کمیت و کیفیت غذا بر عملکرد رشد، بقاء و کیفیت رنگ ماهیان زینتی تاثیر می‌گذارد. در نتیجه، انتخاب مناسب‌ترین جیره غذایی در پرورش ماهیان زینتی حائز اهمیت است. پلی‌کت‌ها از مهم‌ترین منابع غذایی است که می‌توان در تغذیه ماهیان زینتی استفاده کرد. مطالعات نشان داده است که پلی‌کت‌ها دارای ارزش غذایی بالا (پروتئین، چربی و کربوهیدرات) بوده و حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره (ایکوزاپنتانوئیک اسید، دیکوزاهگزانوئیک اسید و اسید آراشیدونیک) هستند. حضور مواد مغذی ضروری در پلی‌کت‌ها منجر به عملکرد بهتر رشد، بقاء و کیفیت بهتر رنگ بدن در ماهیان زینتی می‌شود. تغذیه مناسب پلی‌کت‌ها بر عملکرد آنها در پرورش ماهیان تاثیر می‌گذارد. مطالعات نشان داده است که پلی‌کت‌ها را می‌توان با میکروجلبک‌ها و مواد آلی تغذیه نمود. میکروجلبک *I. galbana* جهت تغذیه پلی‌کت مناسب است و منجر به عملکرد رشد و بلوغ جنسی بهتر می‌شود. این میکروجلبک منبع مناسبی از اسیدهای چرب غیراشباع نظیر DHA است. تغذیه پلی‌کت‌ها در سیستم IMTA مواد آلی زائد را به مواد مغذی تبدیل می‌کند و سرعت تجزیه و زیست پالایی را افزایش می‌دهد.

منابع

Alasalvar, C., Taylre, K.D.A., Zobcov, E., Shahidi, F. and Alexis, M., 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79:145-150. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00122-X

Amran, A.A. and Mohamad, F.A., 2022. A review of types of feeds used in polychaete culture. *Songklanakarin Journal* of *Science and Technology*, 44(1):256-263. Doi:10.14456/sjst-psu.2022.37

Barroso, F.G., De Haro, C., Sanchez-Muros, M.J., Venegas, E., Martinez-Sanchez, A. and Perez-Banon, C., 2014. The potential of various insect species for use as food for fish. *Aquaculture*, 422–423:193–201. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.024

Briggs, M.R.B., Brown, J.H. and Fox, C.J., 1994. The effects of dietary lipid and lecithin levels on the growth, survival, feeding efficiency, production and carcass competition of postlarval *Penaeus monodon* (Fabricius). *Journal of Aquaculture and Fisheries Management*, 25:279-294. Doi: 10.1111/j.1365-2109.1994.tb00691.x

Brown, N., Eddy, S. and Plaud, S., 2011. Utilization of waste from a marine recirculating fish culture system as a feed source for the polychaete worm, *Nereis virens*. *Aquaculture*, 322:177–183. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.09.017

Cardinaletti, G., Mosconi, G., Salvatori, R., Lanari, D., Tomassoni, D., Carnevali, O. and Polzonetti-Magni, A.M., 2009. Effect of dietary supplements of mussel and polychaetes on spawning performance of captive sole, *Solea solea* (Linnaeus, 1758). *Animal Reproduction Science*, 113(1):167–176. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.06.003

Carvalho, S., Barata, M., Gaspar, M.B., Pousao-Ferreira, P. and Cancela da Fonseca, L., 2007. Enrichment of aquaculture earthen ponds with Hediste diversicolor: consequences for benthic dynamics and natural productivity. *Aquaculture*, 262:227– 236. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.028.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

Carvalho, A.N., Vaz, A.S.L., Sergio, T.I.B. and Santos, P.J.T., 2013. Sustainability of bait fishing harvesting in estuarine ecosystems – Case study in the Local Natural Reserve of Douro Estuary, Portugal. *Journal of Integrated Coastal Zone Management,* 13(2):157–168. Doi: 10.5894/rgci393.

Deias, C., Guido, A., Sanfilippo, R., Apollaro, C., Dominici, R., Cipriani, M., Barca, D. and Vespasiano, G., 2023. Elemental Fractionation in Sabellariidae (Polychaeta) Biocement and Comparison with Seawater Pattern: A New Environmental Proxy in a High-Biodiversity Ecosystem? *Water,* 15, 1549. https://doi.org/ 10.3390/w1508154

Dinis, M.T., Ribeiro, L., Soares, F. and Sarasquete, C., 1999. A review on the cultivation potential of Solea senegalensis in Spain and in Portugal. *Aquaculture,* 176(1):27–38. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00047-2

Fang, J., Jiang, Z., Jansen, H.M., Hu, F., Fang, J., Liu, Y., Gao, Y. and Du, M., 2017. Applicability of Perinereis aibuhitensis Grube for fish waste removal from fish cages in Sanggou Bay, PR China. *Journal of Ocean University of China*, 16(2):294–304. https://doi.org/10.1007/s11802-017-3256-1.

Font, T., Gil, J. and Lloret, J., 2018. The commercialization and use of exotic baits in recreational fisheries in the north-western Mediterranean: environmental and management implications. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, 28(3):651–661. https://doi.org/10.1002/aqc.2873

Fujii, T., Pondella, D.J., Todd, V.L.G. and Guerin, A.J. 2023. Editorial: Seafloor heterogeneity: Artificial structures and marine ecosystem dynamics - recent advances. Frontiers Marine Science, 10:1181568. Doi:10.3389/fmars.2023.1181568.

Geurden, I., Borchert, P., Balasubramanian, M.N., Schrama, J.W., Dupont-Nivet, M., Quillet, E., Kaushik, S.J., Panserat, S. and Médale, F., 2013. The positive impact of the early-feeding of a plant-based diet on its future acceptance and utilization in rainbow trout. *PLoS One*, 8:e83162. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083162.

Gopakumar, G., George, R.M. and Jasmine, S., 2001. Hatchery production of the clown fish *A. chrysogaster* In: Prospective in mariculture. Menon N. G. and Pillai P. P. (eds). *The Marine Biological Association of India Cochin*, pp. 305-310.

Hardy, R.W., 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research,* 41:770–776. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02349.x.

Heilskov, A.C., Alperin, M. and Holmer, M., 2006. Benthic fauna bio-irrigation effects on nutrient regeneration in fish farm sediments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 339(2):204-225. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2006.08.003.

Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G. and Fountoulaki, E., 2015. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: past and future. *Animal Feed Science and Technology*, 203:1–22. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.001

Hutchinson, T.H., Jha, A.N. and Dixon, D.R., 1995. The Polychaete *Platynereis dumerilii* (Audouin and Milne-Edwards): A new species

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

for assessing the hazardous potential of chemicals in the marine environment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 31(3):271–281. Doi: 10.1006/eesa.1995.1074.

Johnston, G., Kaiser, H., Heechi, T. and Ollermann, L., 2003. Effect of ration size and feeding frequency on growth, size distribution and survival of juvenile clown fish, *A. percula*. *Journal of Applied Ichthyology*, 19:40-43. https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2003.00351.x.

Khanjani, M.H., Arbabi, N. and Sharifinia, M., 2020. The importance of paying attention to the nutritional requirements of ornamental fish. *Iranian of Ornamental Aquatics*, 7(2):51-59. (In persian).

Khanjani, M.H. and Jamaledini E., 2021. Live foods in the feeding of aquarium fish larvae. *Iranian of Ornamental Aquatics*, 8(1):19-28. (In persian).

Khanjani, M.H., Zahedi, S. and Mohammadi, A., 2022. Integrated multitrophic aquaculture (IMTA) as an environmentally friendly system for sustainable aquaculture: functionality, species, and application of biofloc technology (BFT). *Environmental Science and Pollution Research*, 29(45):67513-67531. https://doi.org/10.1007/s11356-022-22371-8

Khanjani, M.H., 2022. Optimal water quality parameters for ornamental fish farming. *Iranian of Ornamental Aquatics*, 9(1), 37-44. DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.1.4.5, (In persian)

Kim, K.H., Kim, S.K., Phoo, W.W., Maran, B.A.V. and Kim, C.H., 2017. Appropriate feeding for early juvenile stages of eunicid polychaete *Marphysa sanguinea*. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 20:1-9. Doi: 10.1186/s41240-017-0064-x.

Kunihiro, T., Miyazaki, T., Kinoshita, K., Satou, A., Inoue, A., Hama, D. and Tsutsumi, H., 2005. Microbial community dynamics in organically enriched sediment below fish net pen culture with artificially cultured colonies of the polychaete Capitella sp. I. *Bulletin of the Society of Sea Water Science*, 59(5):343-353. https://doi.org/10.11457/swsj1965.61.299

Lavajoo, F., 2019. Influence of different algal diets on larval growth rates in the marine Serpulidae Polychaete worm *Spirobranchus kraussii*. *Croatian Journal of Fisheries*, 77:93-98. Doi: https://doi.org/10.2478/cjf-2019-0010.

Leung, J.Y.S. and Cheung, N.K.M., 2017. Feeding behaviour of a serpulid polychaete: Turning a nuisance species into a natural resource to counter algal blooms? *Marine Pollution Bulletin*, 115(1-2):376–382. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.035.

Luis, O.J. and Ponte, A.C., 1993. Control of reproduction of the shrimp *Penaeus kerathurus* held in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24:31-39. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1993.tb00147.x.

Lytle, J.S., Lytle, T.F. and Ogle, J.T., 1990. Polyunsaturated fatty acid profiles as a comparative tool in assessing maturation diets of *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 89:287-299. https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90133-8.

Madage, S.S.K., Medis, W.U.D. and Sultanbawa, Y., 2015. Fish silage as replacement of fishmeal in red tilapia feeds. *Journal of Applied Aquaculture*, 27: 95–106. https://doi.org/10.1080/10454438.2015.1005483

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

Mandario, M.A.E., Castor, N.J.T. and Balinas, V.T., 2022. Effects of feeding rate and sediment depth on the survival, growth performance, and biomass of mud polychaete Marphysa iloiloensis from early juvenile to adult in grow-out tanks. *Aquaculture*, 548, Part 2, 737731. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737731.

Marques, B., Calado, R. and Lillebø, A.I., 2017. New species for biomitigation of a super-intensive marine fish farm effluent: combined use of polychaete-assisted sand filters and halophyte aquaponics. *Science of the Total Environment*, 599–60:1922–1928. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.121.

Meunpol, O., Meejing, P. and Piyatiratitivorakul, S., 2005. Maturation diet based on fatty acid content for male *Penaeus monodon* (Fabricius) broodstock. *Aquaculture Research*, 36(12):1216– 1225. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01342.x.

Mok, F., Thiyagarajan, V. and Qian, P.Y., 2008. Larval development and metamorphic behaviour of the subtropical spionid polychaete *Pseudopolydora vexillosa*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 357(2):99-108. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.12.029.

Mosbahi, N., Pezy, J.P., Dauvin, J.C. and Neifar, L., 2015. Short-term impact of bait digging on intertidal macrofauna of tidal mud flats around the Kneiss Islands (Gulf of Gabes, Tunisia). *Aquatic Living Resources*, 28 (2–4):111–118. https://doi.org/10.1051/alr/2016002.

Murugesan, P., Elayaraja, S., Vijayalakshmi, S. and Balasubramanian, T., 2011. Polychaetes - a suitable live feed for growth and colour quality of the clownfish, *Amphiprion sebae* (Bleeker, 1953). *Journal of the Marine Biological Association of India*, 53(2):189-195. DOI: 10.6024/jmbai.2011.53.2.01655-06.

Nesto, N., Simonini, R., Prevedelli, D. and Da Ros, L., 2012. Effects of diet and density on growth, survival and gametogenesis of *Hediste diversicolor* (OF Muller, 1776) (Nereididae, Polychaeta). *Aquaculture*, 362:1–9. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.07.025

Nichols, D. and McMeekin, T., 2002. Biomarker techniques to screen bacteria that produce polyunsaturated fatty acid. *Journal of Microbiological Methods*, 48:161-170. Doi: 10.1016/s0167-7012(01)00320-7

Olive, P.J.W., 1999. Polychaete aquaculture and polychaete science: a mutual synergism. *Hydrobiologia*, 402:175- 183. https://doi.org/10.1023/A:1003744610012

Olivia, J.F., Raja, K. and Balasubramanian, T., 2006. Studies on spawning in clownfish *Amphiprion sebae* with various feed combinations under recirculation aquarium conditions. *International Journal of Zoological Research*, 2(4):376-381. Doi: 10.3923/ijzr.2006.376.381

Palmer, P.J., 2010. Polychaete-assisted sand filters. *Aquaculture*, 306(1):369–377. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.06.011

Pombo, A., Baptista, T., Granada, L., Ferreira, S.M.F., Goncalves, S.C., Anjos, C., Sa, E., Chainho, P., da Fonseca, L.C., Costa, P.F. and Costa, J.L., 2020. Insight into aquaculture's potential of marine annelid worms and ecological concerns: a review. *Reviews in*

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

Aquaculture, 12(1):107-121. https://doi.org/10.1111/raq.12307

Sa, E., Fidalgo e Costa, P., Cancela da Fonseca, L., Alves, A.S., Castro, N., Cabral, S., Chainho, P., Canning-Clode, J., Melo, P., Pombo, A.M. and Costa, J.L., 2017. Trade of live bait in Portugal and risks of introduction of non-indigenous species associated to importation. *Ocean and Coastal* Management 146:121–128. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.06.016.

Safarik, M., Redden, A.M. and Schreider, M.J., 2006. Density-dependent growth of the polychaete Diopatra aciculata. *Scientia Marina*, 70(3):337–341. Doi: https://doi.org/10.3989/scimar.2006.70s3337.

Salze, G., McLean, E., Battle, R.P., Schwarz, M.H. and Craig, S.R., 2010. Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, Rachycentron canadum. *Aquaculture*, 298:294–299. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.003

Santos, A., Granada, L., Baptista, T., Anjos, C., Simoes, T., Tecelao, C., Costa, P., Costa, J.L. and Pombo, A., 2016. Effect of three diets on the growth and fatty acid profile of the common ragworm *Hediste diversicolor* (OF Muller, 1776). *Aquaculture*, 465: 37–42. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.08.022.

Senso, L., Suarez, M.D., Ruiz – Cara, T. and Garcia – Gallego, M. 2007. On the possible effects of harvesting season and chilled storage on the fatty acid profile of the farmed gilt head sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chemistry*, 101:298. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.036

Sicuro, B., 2018. Nutrition in ornamental aquaculture: the raise of anthropocentrism in aquaculture? *Reviews in Aquaculture*, 10(4):791–799. https://doi.org/10.1111/raq.12196

Stewart, E.C.D., BribiescaContreras, G., Taboada, S., Wiklund, H., Ravara, A., Pape, E., De Smet, B., Neal, L., Cunha, M.R., Jones, D.O.B., Smith, C.R., Glover, A.G. and Dahlgren, T.G., 2023. Biodiversity, biogeography, and connectivity of polychaetes in the world's largest marine minerals exploration frontier. *Diversity and Distributions*, 00, 1–21. https://doi.org/10.1111/ddi.13690

Wan, A.H.L., Snellgrove, D.L. and Davies, S.J., 2017. A comparison between marine and terrestrial invertebrate meals for mirror carp (*Cyprinus carpio*) diets: Impact on growth, haematology and health. *Aquaculture Research*, 48(9):5004–5016. https://doi.org/10.1111/are.13318

Wang, H., Seekamp, I., Malzahn, A., Hagemann, A., Carvajal, A.K., Slizyte, R., Standal, I.B., Handå, A. and Reitan, K.I., 2019. Growth and nutritional composition of the polychaete Hediste diversicolor (OF Müller, 1776) cultivated on waste from land-based salmon smolt aquaculture. *Aquaculture*, 502, 232-241. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.047

Ytrestøyl, T., Aas, T.S. and Asgard, T., 2015. Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. *Aquaculture*, 448:365–374. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.06.023

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]

Polychaetes in ornamental fish nutrition

Khanjani M.H.[1]*; Hajirezaee S.[1]

*m.h.khanjani@gmail.com, m.h.khanjani@ujiroft.ac.ir

1-Department of Fisheries Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Kerman, Iran.

Abstract

Aquaculture of ornamental fish is today a global industry worth several billion dollars. Nutritionally, ornamental fish are different from edible fish, so body color is more important in ornamental fish than meat production, and in terms of price, ornamental fish and edible fish are different. Aquaculturists strive to use food efficiently and at a reasonable price. Recently, efforts have been made to develop different diets for aquarium fish, and the use of invertebrates such as insects, Artemia, polychaetes, and worms has been studied. Polychaetes are among the live foods with high nutritional value that are approved for use in ornamental fish diets. Polychaetes (protein, fat, and carbohydrates) possess a biochemical composition that is suitable for feeding ornamental fish, resulting in better growth performance, survival, and color quality compared to concentrated diets. Ornamental fish farmers increasingly use polychaetes as sources of long-chain unsaturated fatty acids (such as docosahexaenoic acid, eicosapentaenoic acid, linoleic acid, and arachidonic acid) in order to improve growth performance, sexual maturity, and color quality. The importance of polychaetes as live food for ornamental fish is discussed in this promotional study.

Keywords: Ornamental fish, Live food, Aquaculture, Polychaetes.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2024-06-02]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.4.4]