CC BY

مقاله علمی – ترویجی:

اهمیت استفاده از افزودنی‌های خوراکی میکروبی در پرورش ماهیان زینتی

فاطمه داودی سفیدکوهی*[۱]، حامد وردست زاده[۱]

* fatemeh.davoudisefidkohi@gmail.com

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس نور، نور، ایران.

تاریخ دریافت: آبان ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: دی ۱۴۰۱

چکیده

هم‌راستا با رشد صنعت آبزی‌پروری، تکثیر و پرورش ماهیان زینتی به دلیل اهمیت اقتصادی بالای آن توسعه چشمگیری داشته است. از مهم‌ترین چالش‌ها در صنعت آبزی‌پروری، بهبود جیره‌های غذایی فرموله شده جهت بهبود کارایی رشد، تغذیه و ایمنی ماهیان است. در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی در ارتباط با استراتژی‌های تغذیه‌ای و بهینه سازی ترکیبات غذایی در گونه‌های مختلف ماهیان انجام شده است. استفاده از افزودنی‌های خوراکی میکروبی (پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک)، از طریق مکانیسم‌های مختلف می‌تواند منجر به افزایش رشد، زنده مانی، ایمنی، بهبود عملکردهای تولید مثلی و حفظ کیفیت آب محیط‌های پرورشی شود. لذا، با توجه به نتایج موفقیت‌آمیز به‌کارگیری افزودنی‌های خوراکی میکروبی در گونه‌های مختلف ماهیان، استفاده از این افزودنی‌ها به عنوان یک راهبرد مهم در جهت تولید بهتر محصولات آبزی در سیستم‌های پرورشی مطرح بوده است و به توسعه پایدار صنعت آبزی‌پروری کمک می‌نماید.

کلمات کلیدی: آبزی‌پروری، ماهیان زینتی، پروبیوتیک، پری‌بیوتیک، سین‌بیوتیک

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.2.2]

مقدمه

در سال‌های اخیر، در کنار افزایش فعالیت‌های آبزی پروری در سطح تجاری در دنیا، مسئله توسعه و پیشرفت فعالیت‌های مربوط به پرورش ماهیان زینتی مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است (Biondo, 2017). تعداد گونه‌های آبزیان که به منظور آبزی‌پروری تجاری یا زینتی مورد پرورش قرار گرفته‌اند، به‌سرعت رو به افزایش است (Hoseinifar and Zahiri, 2015). ارزش اقتصادی بازار ماهیان زینتی در سال ۲۰۲۱ به ۵/۴ میلیارد دلار رسید که نشان از افزایش قابل‌توجه تجارت ماهیان زینتی دارد (Hoseinifar *et al*., 2023). بیش از ۱۲۰ کشور در زمینه واردات و صادرات ماهیان زینتی مشارکت دارند. کشورهای آسیایی و در حال توسعه با تولید تقریبی ۶۰ درصد از ماهیان زینتی از مهم‌ترین کشورها در زمینه تجارت این ماهیان هستند (Evers *et al*., 2019). امروزه بیش از ۷۰۰۰ گونه از ماهیان زینتی پرورش و به بازار عرضه می‌شود که تقریباً ۵۰۰۰ گونه از آنها متعلق به آب شیرین و ۱۸۰۰ گونه دریایی هستند (Chen *et al*., 2020; Novak *et al*., 2020). برخلاف نمونه‌های دریایی، اکثر نمونه‌های آب شیرین در شرایط اسارت تولید می‌شوند. پرورش ماهیان زینتی با چالش‌های زیادی مواجه است. تلفات ناشی از استرس طی حمل و نقل و شیوع بیماری‌ها، از چالش‌های پیش رو است. بنابراین، نیاز به بهبود شرایط پرورش ماهیان زینتی، افزایش تعداد گونه‌های پرورشی و کاهش تلفات در زمان حمل و نقل ماهیان حائز اهمیت است (Hoseinifar *et al*., 2023). افزایش کارایی تولید آبزیان، افزایش مقاومت و کیفیت گونه‌ها و بهبود شرایط تولید مثلی وابسته به تغذیه است و گسترش صنعت آبزی پروری را تسهیل می‌کند. به رغم اهمیت اقتصادی این بخش اغلب هیچ اطلاعاتی از نیازهای تغذیه‌ای ماهیان زینتی وجود ندارد یا اطلاعات موجود بسیار کم و محدود است (Rombenso *et al*., 2022). معرفی شیوه‌های پرورشی نوآورانه و پایدار می‌تواند به بهبود شرایط پرورش ماهیان زینتی کمک نماید. در این راستا، استفاده از افزودنی خوراکی میکروبی مانند پروبیوتیک‌ها، پری بیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها می‌تواند به بهبود سیستم ایمنی و رشد و همچنین افزایش عملکرد تولید مثلی در گونه‌های پرورش‌یافته در اسارت کمک کند (Hoseinifar *et al*., 2023). لذا با توجه به اهمیت افزودنی خوراکی میکروبی به عنوان یک راهبرد جالب‌توجه در پرورش ماهیان زینتی، در این مطالعه یافته‌های موجود در این زمینه به طور اجمالی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

افزودنی خوراکی میکروبی

سال‌هاست که از افزودنی‌های خوراکی میکروبی در تکمیل رژیم غذایی انسان و حیوانات پرورشی استفاده می‌شود. حدود ۲۰ افزودنی خوراکی میکروبی در اتحادیه اروپا مجاز اعلام شده است. باکتری‌ها و مخمرها به عنوان افزودنی‌های میکروبی خوراک مورد استفاده قرار می‌گیرند (Bernardeau and Vernoux, 2013). افزودنی خوراکی میکروبی عمدتاً شامل پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌هاست (Ringo *et al*., 2014).

پروبیوتیک‌ها

طبق تعریف سازمان خوار و بار جهانی (FAO) و سازمان بهداشت جهانی، پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که در صورت استفاده به میزان مناسب، می‌توانند منجر به بهبود سلامت میزبان شوند (Ghosh *et al*., 2008). از اوایل دهه ۱۹۸۰، پروبیوتیک‌ها در آبزی‌پروری با هدف کنترل عفونت‌های باکتریایی و بهبود کیفیت آب مورد استفاده قرار گرفتند (Hoseinifar *et al*., 2023). پروبیوتیک‌ها با تأثیر بر جمعیت فلور میکروبی در روده، رشد ماهی را تحریک می‌کنند (Yadav *et al*., 2021) و باعث ساخت مواد غذایی ضروری مورد نیاز مولدین و لاروها از جمله پروتئین، اسیدهای چرب ضروری و آنزیم‌هایی همچون آمیلاز، پروتئاز و لیپاز در بدن میزبان می‌شوند. از سوی دیگر، مشخص شده است که وجود پروبیوتیک‌ها در غذا بر هماوری، شاخص گنادوسوماتیک، زنده مانی، افزایش وزن و کاهش تلفات و بد شکلی مراحل لاروی ماهیان اثر مثبت دارد (Mohammadi Arani *et al*., 2021). از دیگر مزایای استفاده از پروبیوتیک‌ها می‌توان به بهبود جذب کلسیم، سنتز ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و بهبود تعادل میکروفلور روده، تحریک و ارتقا سیستم ایمنی بدن، کاهش سطح کلسترول سرم خون، افزایش قابلیت جذب مواد معدنی و عناصر کمیاب اشاره کرد (Tamadoni Jahromi *et al*., 2023). امروزه پروبیوتیک‌ها به بخش جدایی ناپذیر از آبزی‌پروری جهت افزایش میزان تولید تبدیل شده‌اند. پروبیوتیک‌های معمول مورد استفاده در آبزی‌پروری شامل *Lactococcus*، *Lactobacillus*،

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.2.2]

Enterobacter، *Leuconostoc*، *Shewanella*، *Enterococcus*، *Vibrio*، *Carnobacterium*، *Aeromonas*، *Bacillus*، *Saccharomyces*، *Pseudomonas* و *Clostridium* می‌شوند (Carnevali *et al*., 2013; Ringo, 2020).

پری‌بیوتیک‌ها

پری‌بیوتیک‌ها شامل مواد غذایی غیر قابل هضم برای میزبان هستند که باکتری‌های موجود در میکروبیوتای روده آنها را مصرف می‌کنند و منجر به افزایش تعداد و غالبیت باکتری‌های مفید (باکتری‌های اسید لاکتیک) می‌شوند (Hoseinifar *et al*., 2014) و با تغییر جامعه باکتریایی، محصولات نهایی ناشی از تخمیر آنها، با تعامل با اجزاء سیستم ایمنی سبب جلوگیری از اتصال پاتوژن‌ها می‌شوند و بر مورفولوژی روده اثر می‌گذارند (Monsef Shokri *et al*., 2018). همچنین پری‌بیوتیک‌ها اثرات زیان‌بار عوامل عفونت‌زا را کاهش می‌دهند و سبب افزایش کارایی تغذیه می‌شوند. اسیدهای چرب کوتاه زنجیره مهم‌ترین محصول حاصل از متابولیسم پری‌بیوتیک‌ها هستند که از طریق اپی‌تلیوم روده جذب شده و به عنوان یک منبع انرژی باعث بهبود جذب مواد غذایی در میزبان می‌شوند (Javanmard *et al*., 2019). مانان الیگوساکارید، فروکتو الیگوساکارید، گالاکتو الیگوساکارید، زایلو الیگوساکارید، ایزومالتو الیگوساکارید و آرابینوزایلو الیگوساکارید و تعدادی از پری‌بیوتیک‌های تجاری، از مهم‌ترین پری‌بیوتیک‌های مورد استفاده در صنعت آبزی‌پروری هستند. در این بین الیگوساکاریدهایی که از واحدهای مونوساکاریدی همانند گلوگز، زایلوز، گالاکتوز و فروکتور تشکیل شده‌اند، به عنوان افزودنی‌های غذایی رایج مطرح هستند (Monsef Shokri *et al*., 2018).

سین‌بیوتیک‌ها

سین‌بیوتیک ترکیبی از پروبیوتیک و پری‌بیوتیک است که در دستگاه گوارش به‌واسطه تحریک انتخابی رشد یا از طریق فعال کردن متابولیسم یک یا تعداد معدود از باکتری‌های تقویت کننده، اثرات سودمندی به‌دنبال دارد (Kumar *et al*., 2018). قرار گرفتن ترکیبات پروبیوتیک و پری‌بیوتیک در کنار یکدیگر منجر به اثر هم‌افزایی می‌شوند و به‌مراتب اثر بیشتری بر گونه میزبان خواهند داشت. ترکیبات سین‌بیوتیک با تاثیر بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژی گونه آبزی از طریق مکانیسم‌های مختلف، وضعیت سلامت میزبان و بهبود رشد را به‌دنبال دارند (Gheshlaghi *et al*., 2015). همچنین سین‌بیوتیک‌ها با بهبود فلور میکروبی دستگاه گوارش و تاثیر بر بافت‌های لمفوئیدی، تحریک سیستم ایمنی را در بدن میزبان القاء می‌کنند (Zhang *et al*., 2014). نسبت به ترکیبات پری‌بیوتیک و پروبیوتیک مطالعات نسبتاً کمتری در مورد اثر سین‌بیوتیک‌های مختلف بر آبزیان به‌ویژه ماهیان زینتی انجام شده است (Gheshlaghi *et al*., 2015).

اثرات افزودنی‌های خوراکی میکروبی بر سلامت ماهیان زینتی

شیوع بیماری مشکل اصلی در تولید ماهیان زینتی است که باعث زیان اقتصادی قابل‌توجهی می‌شود. استفاده بیش از حد از آنتی بیوتیک‌ها در آبزی‌پروری و در صنعت پرورش ماهیان زینتی، منجر به ایجاد باکتری‌ها و پاتوژن‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک شده است که متعاقباً بر سیستم ایمنی ماهیان اثرگذارند. در این راستا، مطالعات در زمینه جایگزین‌های معتبر و افزودنی‌های مفید خوراکی متمرکز شده‌اند که می‌توانند به طور موفقیت‌آمیزی در پرورش ماهیان زینتی مورد استفاده قرار گیرند (Hoseinifar *et al*., 2023). غنی‌سازی آرتمیا با سه سویه مختلف پروبیوتیک به طور جداگانه (*Lacticaseibacillus rhamnosus*، *Bacillus coagulans* و *Bacillus mesentericus*) و تغذیه ماهی گورخری (*Danio rerio*) از آنها، کاهش تعداد باکتری‌های بیماری‌زای روده را نشان داد (Akbarali *et al*., 2014). همچنین استفاده از پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* اثر مثبتی بر ایمنی مخاط پوست در نابودی پاتوژن‌ها در ماهی گورخری داشت (Mohammadi Arani *et al*., 2021). پروبیوتیک تجاری حاوی *Bacillus subtilis* و *Bacillus licheniformis*، به طور قابل‌توجهی میزان زنده‌مانی، قابلیت هضم غذا، مقاومت به استرس و پاسخ ایمنی در ماهی قرمز (*Carassius auratus*) را بهبود بخشید (Anuar *et al*., 2017). گنجاندن *Bacillus subtilis* در جیره غذایی مولی باله بادبانی (*Poecilia latipinna*) به طور قابل‌توجهی مقاومت در برابر *Aeromonas hydrophila* و میزان زنده‌مانی را در این گونه

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.2.2]

افزایش داد (Ahmadifard *et al*., 2019). تغذیه ماهی *Poecilopsis gracilis* با آرتمیای غنی شده با پروبیوتیک *Lactobacillus casei* سبب افزایش موکوس پوست و مقاومت بیشتر در شرایط استرسی شد (Hernandez *et al*., 2010). تاکنون چندین گونه مخمر در پرورش ماهیان زینتی مورد استفاده قرار گرفته و اثرات مثبت استفاده از آنها به اثبات رسیده است. مولی باله بادبانی تغذیه شده از آرتمیا غنی شده با *Saccharomyces cerevisiae* سبب بهبود تولید مثل، پاسخ استرس و مقاومت در برابر *Aeromonas hydrophila* شد (Rezaei Aminlooi *et al*., 2019). نتایج به‌خوبی نشان داد که استفاده از سین‌بیوتیک Biomin imbo در جیره غذایی بچه ماهیان سوروم (*Heros severus*) باعث تقویت پارامترهای ایمنی غیراختصاصی موکوس پوست به عنوان اولین خط دفاع غیر اختصاصی می‌شود که در بچه ماهیان دارای اهمیت به‌سزایی است (Gheshlaghi *et al*., 2015).

اثرات افزودنی‌های خوراکی میکروبی بر رشد ماهیان زینتی

از مهم‌ترین اهداف آبزی‌پروری، افزایش سرعت رشد با صرف کمترین هزینه تولید است. افزودن افزودنی‌های خوراکی میکروبی، از راهکارهای دستیابی به این هدف است. پروبیوتیک‌ها می‌توانند قابلیت هضم و جذب و ضریب تبدیل غذایی را بهبود بخشند. علاوه‌براین، ثابت شده است که پروبیوتیک‌ها از طریق تولید آنزیم‌های گوارشی خارج سلولی (آمیلازها، پروتئازها و لیپازها) یا تغییرات روده‌ای، جذب خوراک را افزایش می‌دهند و به رشد بیشتر گونه آبزی کمک می‌کنند (Hoseinifar *et al*., 2023). استفاده از پروبیوتیک *Bacillus subtilis* در جیره غذایی ماهی مولی باله بادبانی به طور قابل‌توجهی عملکرد رشد را بهبود می‌بخشد (Ahmadifard *et al*., 2019). استفاده از این پروبیوتیک در جیره غذایی ماهی کوی (*Cyprinus carpio*) نیز به طور قابل‌توجهی باعث بهبود افزایش وزن در این گونه شد (He *et al*., 2011). در ماهی دم شمشیری سیاه (*Xiphophorus helleri*) استفاده از *Lactobacillus acidophilus* منجر به بهبود رشد و میزان زنده‌مانی شد (Hoseinifar *et al*., 2015). بهبود قابل توجه عملکرد رشد می تواند به دلیل افزایش آنزیم‌های گوارشی، تولید ویتامین و مورفولوژی روده باشد (Irianto and Austin, 2002). با این‌حال، استفاده از *Lactobacillus acidophilus* در جیره غذایی ماهی گلدفیش (*Carassius auratus gibelio*) اثر قابل‌توجهی در عملکرد رشد و استفاده از خوراک نداشت (Hosseini *et al*., 2016). ماهیت متناقض این یافته‌ها را می‌توان به ویژگی‌های گونه، مرحله زندگی، میزان استفاده و شرایط آزمایشی نسبت داد (Miandare *et al*., 2016). ترکیب دو پروبیوتیک *Bacillus subtilis* و *Bacillus licheniformis*در جیره غذایی ماهی قرمز سبب افزایش قابل‌توجه عملکرد رشد و استفاده از خوراک در این گونه شد (Anuar *et al*., 2017). همچنین در مطالعه دیگری در ماهی قرمز، استفاده از پروبیوتیک *Lactobacillus case* در جیره غذایی، باعث بهبود شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذایی و افزایش باکتری‌های مفید روده شد (Tamadoni Jahromi *et al*., 2023). در ماهی گورخری افزودن پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* به جیره غذایی منجر به بهبود شاخص‌های رشد و ایمنی شد (Mohammadi Arani *et al*., 2021). در مطالعه دیگری بر این گونه، استفاده از پروبیوتیک *Lactobacillus casei* باعث افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشد نسبت به گروه شاهد شد (Safari *et al*., 2022). افزودن پروبیوتیک پروتکسین به صورت مکمل به جیره غذایی ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) قابلیت اثرگذاری بالایی بر ارتقاء عملکرد رشد و بازماندگی نشان داد (Noori *et al*., 2010). در ماهی سوروم استفاده از سین‌بیوتیک Biomin imbo سبب افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های گوارشی و در نتیجه بهبود بهره‌وری غذایی و افزایش پارامترهای رشد شد (Gheshlaghi *et al*., 2015). همچنین استفاده از این سین‌بیوتیک در جیره غذایی ماهی گرین ترور (*Andinoacara rivulatus*) می‌تواند در برخی از فاکتورهای رشد و تغذیه بچه ماهیان موثر واقع شود و به عنوان یک مکمل مناسب در جیره غذایی این گونه مد نظر قرار گیرد (Changizi *et al*., 2019).

اثرات افزودنی‌های خوراکی میکروبی بر تکثیر ماهیان زینتی

به رغم انجام مطالعات فراوان در زمینه اثرات افزودنی‌های خوراکی میکروبی بر کارایی رشد، ایمنی و مقاومت در برابر

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.2.2]

بیماری‌ها، مطالعات محدودی در زمینه اثرات احتمالی و مکانیسم اثر افزودنی‌های خوراکی میکروبی بر عملکرد تولید مثلی ماهیان انجام گرفته است (Sepehrfar *et al*., 2018). بهره‌گیری از پروبیوتیک‌ها در جیره‌های غذایی ماهیان مولد می‌تواند منجر به بازسازی و تقویت توازن میکروبی روده شود و از طریق افزایش مواد معدنی در دسترس، ویتامین‌ها و تولید آنزیم‌های گوارشی یا متابولیت‌ها بر تولید مثل ماهیان موثر باشند (Holzapfel *et al*., 1998). بررسی نتایج استفاده از پروبیوتیک *Bacillus subtilis* در چهار گونه از ماهیان زینتی گوپی (*Poecilia reticulate*)، مولی (*Poecilia sphenops*)، دم شمشیری سبز (*Xiphophorus helleri*) و پلاتی (*Xiphophorus maculates*) نشان‌دهنده بهبود معنی‌دار شاخص گنادوسوماتیک و هماوری و تخم‌ریزی ماهیان ماده در همه گونه‌ها بوده است (Sepehrfar *et al*., 2018). استفاده از آرتمیای غنی شده با پروبیوتیک *Bacillus subtilis* به طور قابل‌توجهی عملکرد تولید مثلی و زنده‌مانی بچه ماهیان مولی باله بادبانی را بهبود بخشید (Ahmadifard *et al*., 2019). پروبیوتیک *Lacticaseibacillus rhamnosus* عملکرد تولید مثلی ماهی گورخری را به‌ویژه بهبود بخشید و بر باروری آن اثر مثبت گذاشت (Gioacchini *et al*., 2010). همچنین در این گونه بهبود کیفیت اسپرم و رفتار تولید مثلی در زمان استفاده از دو پروبیوتیک *Lacticaseibacillus rhamn*osus و *Bifidobacterium longum* مشاهده شد (Valcarce *et al*., 2019). در ماهی آنجل (*Pterophyllum scalare*) استفاده از پری‌بیوتیک ایمونوژن سبب افزایش عملکرد تولیدمثلی (Farahi and Sudagar, 2015) و استفاده از سین‌بیوتیک Biomin imbo سبب افزایش هماوری مطلق و شاخص گنادوسوماتیک شد (Manochehri and Gholizdeh, 2014). این نتایج نشان‌دهنده وجود ارتباط بین میکروبیوتای روده و فرآیندهای تولید مثلی است، اگرچه هنوز مکانیسم اثر پروبیوتیک‌ها بر عملکرد تولید مثلی به‌خوبی مشخص نشده و نیازمند مطالعات بیشتری است (Hoseinifar and Zahiri, 2015).

اثرات افزودنی‌های خوراکی میکروبی در حفظ کیفیت آب در پرورش ماهیان زینتی

صنعت بیوتکنولوژی، فرآورده‌های میکروبی زیادی را جهت اصلاح کیفیت آب در صنعت آبزی پروری ارائه نموده است. همچنین تمایل زیادی نیز برای استفاده از پروبیوتیک‌ها جهت اصلاح شرایط تولید در استخرهای آبزی پروری به‌وجود آمده است (Jafaryan, 2008). نکته مهمی که باید مدنظر قرار داد این است که به منظور اصلاح زیستی باید همواره میکروارگانیسم‌هایی انتخاب نمود که فرآیندهای معدنی شدن را افزایش می‌دهد و تجمع بار مواد آلی را کاهش دهد. لذا، باکتری‌های باسیلوسی گرم مثبت در امر اصلاح زیستی آب نقش بسیار موثرتری نسبت به سایر باکتری‌ها دارند. علت این امر در قابلیت تبدیل سریع‌تر کربن آلی به کربن معدنی به‌وسیله باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی است که طی روند تولید می‌تواند تشکیل کربن آلی محلول و ذره‌ای را به‌حداقل برسانند (Javanmard *et al*., 2019). بهره‌گیری از پروبیوتیک‌ها در آب پرورش می‌تواند مزیت‌هایی در گونه‌های پرورشی داشته باشد. این امر به‌ویژه در مراحل لاروی حائز اهمیت است و استفاده از آنها می‌تواند شرایط سلامتی را بهبود بخشد. پروبیوتیک‌ها در آب می‌توانند با استفاده از بسترهای موجود تکثیر شوند و به طور رقابتی باکتری‌های بیماری‌زا را حذف کنند (Hoseinifar *et al*., 2023). مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از گونه‌های باسیلوس، کیفیت آب، میزان زنده مانی و رشد موجودات آبزی را بهبود می‌بخشد و وضعیت سلامتی و مقاومت آنها را نسبت به بیماری‌ها افزایش می‌دهد (Javanmard *et al*., 2019). بهره‌گیری از پروبیوتیک‌های *Lactobacillus acidophilus*، *Bacillus subtilis*، *Bacillus licheniformis*، *Nitrobacter* sp، *Aerobacter* sp و *Saccharomyces cerevisiae* از طریق افزایش تجزیه مواد آلی نامطلوب، کاهش باکتری‌های بیماری‌زا، کنترل سطح آمونیاک، نیتریت و نیترات بر کیفیت آب مؤثرند (Jahangiri Hoseinifar *et al*., 2023 and Esteban, 2018;). پروبیوتیک Efinol®L طی حمل و نقل، تلفات ماهی *Paracheirodon axelrodi* را کاهش می‌دهد و با کاهش ضایعات متابولیک به حفظ کیفیت آب کمک می‌کند (Gomes *et al*., 2009). همچنین استفاده از این پروبیوتیک طی حمل و نقل ماهی

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.2.2]

*Carnegiella strigata*با بهبود کیفیت آب، منجر به کاهش استرس در این گونه شد (Gomes *et al*., 2008).

نتیجه‌گیری

بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین در جهت افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید در صنعت آبزی‌پروری حائز اهمیت است. بررسی مطالعات نشان داد، برخی از باکتری‌های مفید به عنوان یک افزودنی خوراکی میکروبی زنده، همراه غذا، غنی‌سازی با غذای زنده یا مصرف مستقیم در آبهای محیط پرورشی سبب ارتقاء عملکرد تولید ماهی، سازگاری اکولوژیک و بهینه سازی جمعیت میکروبی محیط آبی پرورش می‌شوند. در واقع، با اعمال مدیریت میکروبی در قالب به‌کارگیری باکتری‌های مفید، سازگاری بوم‌شناختی میزبان با محیط پروشی افزایش می‌یابد و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی بالا می‌رود. در اغلب مطالعات انجام شده، در استفاده از پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، سین‌بیوتیک‌ها و اثر آنها بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژی ماهیان مثل رشد، کارایی تغذیه، ایمنی و تولید مثل مشخص شده است که این شاخص‌ها تحت تاثیر عوامل مختلفی همچون گونه، اندازه، سن، شرایط محیطی، نوع رژیم غذایی، کیفیت جیره و منابع پروتئینی و طول دوره پرورش هستند. به طور کلی، نتایج مطالعات نشان می‌دهد، کنترل میکروبی و معرفی سویه‌های مفید باکتری‌ها تا چه میزان در افزایش سازگاری اکولوژیک، زنده مانی و عملکرد رشد گونه‌های مختلف ماهیان مفید است و می‌تواند به عنوان یک راهبرد مهم در ارتقاء و توسعه پایدار صنعت آبزی‌پروری و استفاده مفید از منابع آبی مورد توجه قرار گیرد.

منابع

Ahmadifard, N., Rezaei Aminlooi, V., Tukmechi, A. and Agh, N., 2019. Evaluation of the impacts of long-term enriched Artemia with *Bacillus subtilis* on growth performance, reproduction, intestinal microflora, and resistance to *Aeromonas hydrophila* of ornamental fish *Poecilia latipinna*. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 11(3):957–965. Doi:10.1007/s12602-018-9453-4.

Akbarali, I., Radhakrishnan, D.K., Venkatachalam, R., Sathrajith, A.T., Velayudhannair, K. and Sureshkumar., S., 2014. Studies on probiotics administration and its influence on gut microflora of ornamental fish *Brachydanio rerio* larvae. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(8):336–344.

Anuar, N.S., Omar, N.S., Noordiyana, M.N. and Sharifah, N.E., 2017. Effect of commercial probiotics on the survival and growth performance of goldfish *(Carassius auratus*). Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation. *International Journal of the Bioflux*,10(6):1663–1670.

Bernardeau, M. and Vernoux, J.P., 2013. Overview of differences between microbial feed additives and probiotics for food regarding regulation, growth promotion effects and health properties and consequences for extrapolation of farm animal results to humans. *Clinical Microbiology and Infection*, 19(4):321-330. Doi:10.1111/1469-0691.12130

Biondo, M.V., 2017. Quantifying the trade in marine ornamental fishes into Switzerland and an estimation of imports from the European Union. *Global Ecology and Conservation*, 11(C):95-105. Doi:10.1016/j.gecco.2017.05.006

Carnevali, O., Avella, M. and Gioacchini, G., 2013. Effects of probiotic administration on zebrafish development and reproduction. General and comparative endocrinology, 188:297-302. Doi:10.1016/j.ygcen.2013.02.022

Changizi, R., Manouchehri, H., Hosseinifard, M. and Ghiasvand, Z., 2019. Effect of Different Levels of Biomin Imbo Synbiotic on Growth Indices, Feeding Factors and Survival Rate of Green Terror (*Andinoacara rivulatus*). *Journal of Animal Environment*, 11(3):135-140. (in persian)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.2.2]

Chen, J.Y., Zeng, C., Jerry, D.R. and Cobcroft, J.M., 2020. Recent advances of marine ornamental fish larvi culture: Broodstock reproduction, live prey and feeding regimes, and comparison between demersal and pelagic spawners. *Reviews in Aquaculture*, 12:1518–1541. Doi:10.1111/raq.12394

Evers, H.G., Pinnegar, J.K. and Taylor, M.I., 2019. Where are they all from?–sources and sustainability in the ornamental freshwater fish trade. *Journal of Fish Biology*, 94(1):909–916. Doi:10.1111/jfb.13930

Farahi. A. and Sudagar, M., 2015. Effects of different levels of dietary prebiotic Immunogen on reproductive performance of angelfish (*Pterophyllum scalare*) breeders and larval survival resulting in a sudden increase of temperature stress. *Journal of Ornamental Aquatics*, 2(1):1-9. (in persian)

Gheshlaghi, P., Rashidian, G.H., Chardeh Baladehi, E., Bagheri, T. and Ghafari Farsani, H., 2015. Effect of synbiotic Biomin Imbo on growth parameters, survival, digestive enzymes and mucus parameters of banded cichlide (*Heros severus*). *Aquatic Physiologyand Biotechnology*, 3(1):50-73. (in persian)

Ghosh, S., Sinha, A., Sahu, C., 2008. Dietary probiotic supplementation in growth and health of live -bearing ornamental fishes. *Aquaculture Nutrition*, 14: 289 -299. Doi:10.1111/j.1365 - 2095. 2007.00529.x

Gioacchini, G., Maradonna, F., Lombardo, F., Bizzaro, D., Olivotto, I. and Carnevali, O., 2010. Increase of fecundity by probiotic administration in zebrafish (*Danio rerio*). *Reproduction*, 140(6):953–959. Doi:10.1530/REP-10-0145

Gomes, L.C., Brinn, R.P., Marcon, J.L., Dantas, L.A., Brandão, F.R., Sampaio de Abreu, J., McComb, D.M. and Baldisserotto, B., 2008. Using Efinol®L during transportation of marbled hatchetfish, *Carnegiella strigata* (Günther). *Aquaculture Research*, 39(12):1292–1298. Doi:10.1111/j.1365-2109.2008.01993.x

Gomes, L.C., Brinn, R.P., Marcon, J.L., Dantas, L.A., Brandão, F.R., De Abreu, J.S., Lemos, P.E.M., McComb, D.M., Baldisserotto, B., 2009. Benefits of using the probiotic Efinol®L during transportation of cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi* (Schultz), in the Amazon. *Aquaculture Research*, 40, 157–165. Doi:10.1111/j.1365-2109.2008.02077.x

He, S., Liu, W., Zhou, Z., Mao, W., Ren, P., Marubashi, T., Ringø, E., 2011. Evaluation of probiotic strain *Bacillus subtilis* C-3102 as a feed supplement for koi carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Research and Development*, 01(01):005. Doi:10.4172/2155-9546.S1-005

Hernandez, L., Barrera, T., Mejia, J., Mejia, G., Del Carmen, M., Dosta, M., De Lara Andrade, R., Sotres, J., 2010. Effects of the commercial probiotic *Lactobacillus casei* on the growth, protein content of skin mucus and stress resistance of juveniles of the Porthole livebearer *Poecilopsis gracilis* (Poecilidae). *Aquaculture Nutrition*, 16, 407–411. Doi:10.1111/j.1365-2095.2009.00679.x

Holzapfel, W.H., Haberer, P., Snel, J., Schillinger, U. and in't Veld, J.H.H., 1998. Overview of gut flora and probiotics. International journal of food microbiology, 41(2): 85-101. Doi:10.1016/s0168-1605(98)00044-0

Hoseinifar, S.H., Ringø, E., Shenavar Masouleh, A. and Esteban, M.Á., 2014. Probiotic, prebiotic and synbiotic supplements in sturgeon aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*. Doi:10.1111/raq.12082.

Hoseinifar, S.H., Zahiri, F., 2015. The effects of microbial dietary supplements on reproduction of ornamental fish. *Journal of Ornamental Aquatics*, 2(2):39-43. (in persian)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.2.2]

Hoseinifar, S.H.; Roosta, Z.; Hajimoradloo, A.; Vakili, F., 2015. The effects of *Lactobacillus acidophilus* as feed supplement on skin mucosal immune parameters, intestinal microbiota, stress resistance and growth performance of black swordtail (*Xiphophorus helleri*). *Fish and Shellfish Immunology*, 42, 533–538. Doi:10.1016/j.fsi.2014.12.003

Hoseinifar, S.H., Maradonna, F., Faheem, M., Harikrishnan, R., Devi, G., Ringø, E., Van Doan, H., Ashouri, G., Gioacchini, G., Carnevali, O., 2023. Sustainable Ornamental Fish Aquaculture: The Implication of Microbial Feed Additives. *Animals*, 13:1583. Doi:10.3390/ani13101583

Hosseini, M., Miandare, H.K., Hoseinifar, S.H., Yarahmadi, P., 2016. Dietary Lactobacillus acidophilus modulated skin mucus protein profile, immune and appetite genes expression in gold fish (*Carassius auratus gibelio*). *Fish and Shellfish Immunology*, 56:149–154. Doi:10.1016/j.fsi.2016.10.026

Irianto, A., Austin, B., 2002. Probiotics in aquaculture. *Journal of Fish Diseases*, 25, 633–642. Doi:10.1046/j.1365-2761.2002.00422.x

Jafaryan, H., 2008. Development of fundamental aquaculture using probiotcs in Iran. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 2(4):46-56. (in persian)

Jahangiri, L. and Esteban, M.Á., 2018. Administration of probiotics in the water in finfish aquaculture systems: A review Fishes, 3(3):33. Doi:10.3390/fishes3030033

Javanmard, M., Pirali Kheirabadi, P. and Shafii, E., 2019. National Conference on Natural Resources and Sustainable Development in Central Zagros. (in persian)

Kumar, P., Jain, K.K., Sardar, P., 2018. Effects of dietary synbiotic on innate immunity, antioxidant activity and disease resistance of *Cirrhinus mrigala* juveniles. *Fish and Shellfish Immunology*, 80:124-132. Doi:10.1016/j.fsi.2018.05.045

Manochehri, H., Gholizdeh, M., 2014. Investigating the effect of biomin imbo synbiotic on the reproductive performance of *Pterophyllum scalare*. *Quarterly Journal of Breeding and Aquaculture Science*, 2(3):59-66.

Miandare, H.K., Farvardin, S., Shabani, A., Hoseinifar, S.H. and Ramezanpour, S.S., 2016. The effects of galacto oligosaccharide on systemic and mucosal immune response, growth performance and appetite related gene transcript in goldfish (*Carassius auratus gibelio*). *Fish and Shellfish Immunology*, 55, 479–483. Doi:10.1016/j.fsi.2016.06.020

Mohammadi Arani, M, Safari, O., Allame, S.K., Nasrabadi, S.A., Mohammadi, M.J., Ashouri, Gh., Dorafsha, S., Ahmadnia, H., Abasi, M.R. and Ganjoor, M.S., 2021. Effect evaluation of *Pediococcus acidilactici* (Bactocell) as a probiotic dietary supplementation, on growth performance, intestine microbiota and skin mucus bactericidal response in zebra fish (*Danio rerio*). *Journal of Ornamental Aquatics*, 8(2):15-25. (in persian)

Monsef Shokri, M., Nazemroaya, S. and Jamshidi, S., 2018. The benefits of the use of prebiotics in marine fish aquaculture. *Journal of Marine Fishes*, 2(3):48-64. (in persian)

Noori, F., Firouzbakhsh, F. and Soltani, M., 2010. Effect of probiotic on the growth performance and survival of ornamental fish of oscar (*Astronotus ocellatus*). *Journal of Renewable Natural Resources Research*, 1: 32-40. (in persian)

Novak, J., Kalous, L. and Patoka, J., 2020. Modern ornamental aquaculture in Europe: Early history of freshwater fish imports. Reviews in Aquaculture, 12(4):2042–2060. Doi:10.1111/raq.12421

Rezaei Aminlooi, V., Ahmadifard, N., Tukmechi, A., Agh, N., 2019. Improvement of reproductive

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.2.2]

indices, lysozyme activity, and disease resistance in live-bearing ornamental fish, *Poecilia latipinna* using Artemia supplementation with treated yeast cell, *Saccharomyces cerevisiae*. *Aquaculture Research*. 50(1-4):72–79. Doi:10.1111/are.13869

Ringo, E., Dimitroglou, A., Hoseinifar, S.H. and Davies, S.J., 2014. Prebiotics in Finfish: An Update. Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics and Prebiotics (pp.360-400) Edition: 1 Chapter: 14 Publisher: Wiley-Blackwell scientific Publication

Ringo, E. 2020. Probiotics in shellfish aquaculture. *Aquaculture and Fisheries*, 5(1):1–27. Doi:10.1016/j.aaf.2019.12.001

Rombenso, A. and Araujo, B., Li, E., 2022. Recent Advances in Fish Nutrition: Insights on the Nutritional Implications of Modern Formulations. *Animals*, 12:1705. Doi:10.3390/ani12131705

Safari, R., Imanpour, M.R., Hoseinifar, S.H. and Dadar, M., 2022. Effects of dietary Lactobacillus casei on the immune, growth, antioxidant, and reproductive performances in male zebrafish (*Danio rerio*). *Aquaculture*, 25, 1 -8. Doi:10.1016/j.aqrep.2022.101176.

Sepehrfar, D.A., Sarvi Mughanlou, K. and Jafarnoudeh, A., 2018. The role of probiotics in fish reproductive performance. *Journal of Ornamental Aquatics*, 5(2):33-41. (in persian)

Tamadoni Jahromi, S., Sadeghi, A., Sarvi, B. and Pourmzaffar, S., 2023. Effects of Lactobacillus casei probiotics on growth performance, blood parameters and intestinal microbial flora in juvenile goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Ornamental Aquatics*, 9(1):11-18. (in persian)

Valcarce, D.G., Riesco, M.F., Martínez-Vázquez, J.M. and Robles, V., 2019. Diet supplemented with antioxidant and anti-inflammatory probiotics improves sperm quality after only one spermatogenic cycle in zebrafish model. *Nutrients*, 11(4):843. Doi:10.3390/nu11040843

Yadav, M.K., Khati, A., Chauhan, R. S., Arya, P. and Semwal, A., 2021. A Review on Feed Additives used in Fish Diet. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 6(2):184-190. Doi:10.13140/RG.2.2.35228.62080

Zhang, Q., Yu, H., Tong, T., Tong, W., Dong, L., Xu, M. and Wang, Z., 2014. Dietary supplementation of *Bacillus subtilis* and fructooligosaccharide enhance the growth, non-specific immunity of juvenile ovate pompano, Trachinotus ovatus and its disease resistance against *Vibrio vulnificus*. *Fish and Shellfish Immunology*, 38(1):7–14. Doi:10.1016/j.fsi.2014.02.008

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-13]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.2.2]

The importance of using microbial feed additives in breeding ornamental fish

Davoudi Sefidkohi F.[1*]; Vardastzadeh H.[2]

*fatemeh.davoudisefidkohi@gmail.com

1-Department of Aquaculture, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Mazandaran, Noor, Iran

Abstract

In line with the growth of the aquaculture industry, the reproduction and cultivation of ornamental fish has developed significantly due to its high economic importance. One of the most important challenges in the aquaculture industry is the improvement of formulated diets to improve the growth efficiency, nutrition and immunity of fish. In recent years, many efforts have been made in connection with nutritional strategies and optimization of feed compositions in different fish species. The use of microbial feed additives (probiotic, prebiotic and synbiotic) through different mechanisms can lead to increased growth, survival, immunity, improvement of reproductive functions and maintenance of water quality in breeding environments. Therefore, according to the successful results of using microbial feed additives in different species of fishes, the use of these additives is considered as an important strategy for better production of aquatic products in breeding systems and helps the sustainable development of the aquaculture industry.

Keywords: Aquaculture, Ornamental fish, Probiotic, Prebiotic, Synbiotic

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.2.2.2]