نقش پروبیوتیک‌ها در عملکرد تولیدمثلی ماهیان

دل‌آرا سپهرفر[۱*]، کوروش سروی مغانلو[۱]، علی جافرنوده[۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۲-دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

* delara.sepehrfar@gmail.com

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۷

چکیده

توسعه آبزی‌پروری پایدار نیازمند به‌کارگیری تکنیک‌های نوین می‌باشد. ماهیان پرورشی به‌عنوان تأمین‌کننده پروتئین انسانی دارای اهمیت تغذیه‌ای و اقتصادی بسیار بالایی می‌باشند. توسعه سیستم‌های پرورشی، می‌تواند نقش بسیار مهمی در ارتقاء آبزی‌پروری پایدار داشته باشد. در همین راستا استفاده از باکتری‌های زیست‌یار، به‌عنوان یک استراتژی مهم از طریق کنترل بیولوژیکی و افزایش عملکرد رشد، در سیستم‌های پرورشی، توانست نقش بسیار ارزنده‌ای در جهت نیل به اهداف ذکر شده ایفاء نماید. تحقیقات مختلف صورت گرفته نشان داد، باکتری‌های مفید به‌عنوان یک مکمل غذایی میکروبی زنده می‌توانند به صورت توأم با غذا، غنی‌سازی با غذای زنده و یا به‌طور مستقیم در آب محیط پرورشی، مورد استفاده قرار گیرند و باعث سازگاری اکولوژیکی، ارتقاء عملکرد رشد و تولیدمثل ماهی و بهینه‌سازی جمعیت میکروبی محیط آبی گردد. یافته‌های تحقیقاتی نشان می‌دهد که کنترل میکروبی و معرفی سویه‌های مفید باکتری‌ها تا چه حد در افزایش سازگاری اکولوژیکی، بقاء و عملکرد رشد و تولیدمثل ماهیان مفید بوده و می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مهم در ارتقاء و توسعه آبزی‌پروری پایدار و استفاده بهینه از منابع آبی موجود پیشنهاد گردد. ترکیبات پروبیوتیکی با تغییر جامعه میکروبی دستگاه گوارش و بهبود آن به سمت جوامع مفید میکروبی سبب افزایش دسترسی میزبان به مواد معدنی و ویتامین‌ها و تولید آنزیم‌های گوارشی مهم یا متابولیت‌های سودمند گردیده و لذا اثرات مثبتی بر تکثیر ماهی مولد دارد.

کلمات کلیدی: پروبیوتیک، تولیدمثل، ماهیان، رشد، آبزی پروری.

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.2.2.7]

مقدمه

آبزی‌پروری

نرخ رشد سالانه و توسعه صنعت آبزی‌پروری در سالیان اخیر بیشتر از سایر صنایع بوده است (FAO, 2014). در این میان تکثیر و پرورش ماهیان توسعه چشمگیری داشته است و تعداد گونه‌های آبزی که به‌منظور آبزی‌پروری تجاری و یا زینتی مورد پرورش قرارگرفته‌اند به‌سرعت رو به افزایش است (Firouzbakhsh *et al*., 2011). همچنین با توجه به گسترش و توسعهٔ روزافزون آبزی‌پروری در اکثر نقاط دنیا استفاده از مواد شیمیایی جدید افزایش یافته است. در حال حاضر چالش عمده در آبزی‌پروری تجاری، بهبود جیره‌های غذایی فرموله شده برای رشد بهینه و ارتقاء سلامت ماهیان می‌باشد. هدف نهایی در آبزی‌پروری افزایش بازده تولید جهت بالاترین میزان سوددهی هست، ولی این امر ممکن است همواره آبزی‌پروری را با مشکلاتی از قبیل: تغییر کیفیت آب، مشکلات تغذیه‌ای، بروز بیماری‌های عفونی روبه‌رو سازد (اکرمی، ۱۳۸۹)؛ بنابراین یکی از معمول‌ترین روش‌های درمان این عفونت‌ها استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها می‌باشد، با این حال استفاده مدام از آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای شیمیایی ممکن است مشکلات عدیده‌ای ازجمله: مقاوم شدن پاتوژن‌ها و سموم، مسأله زیست‌محیطی و ... را ایجاد نمایند (Ghosh *et al*., 2008). به‌کارگیری هورمون‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، مکمل‌های گیاهی در جیره غذایی مولدین می‌تواند اثرات زیادی بر جوامع میکروبی و فعالیت آن‌ها در دستگاه گوارش مولدین داشته باشند (Sullam *et al*., 2012, Nayak, 2010). در سال‌های اخیر استفاده از پروبیوتیک‌ها به‌عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای شیمیایی مطرح گردیده که به نظر می‌رسد می‌تواند بسیاری از مشکلات را برطرف سازد.

پروبیوتیک

پروبیوتیک‌ها مکمل‌های غذایی میکروبی زنده‌ای هستند که از طریق ایجاد تعادل میکروبی در روده، اثرات سودمندی بر روی میزبان می‌گذارند(AFRC, 1989). یکی از خصوصیات پروبیوتیک این است که اولاً توانایی قرار گرفتن در ناحیه مناسبی از دستگاه گوارش را داشته باشد و همچنین توانایی تکثیر و کلون شدن را نیز داشته باشد (Verschuere *et al*., 2000). پروبیوتیک‌ها می‌توانند از طریق رقابت برای دستیابی به مواد مغذی، رقابت در جایگاه‌های اتصال، تغییر در متابولیسم باکتری‌ها و یا تحریک سیستم ایمنی میزبان مانع از تکثیر باکتری‌های بیماری‌زا در لوله گوارش شوند (Gatesoupe, 1999); بعلاوه عقیده بر این است که بسیاری از باکتری‌های پروبیوتیکی تأثیر مثبتی روی رشد و تولیدمثل ماهی‌ها دارند و می‌توانند سبب بازسازی و تقویت توازن میکروبی روده شده که این امر از طریق تولید ویتامین‌ها، افزایش قابلیت جذب مواد معدنی و عناصر کمیاب و نیز تولید آنزیم‌های گوارشی مهم، می‌باشد (Holzapfel *et al*., 1998). فرآورده پروبیوتیکی باید به شکلی تهیه شود که بیشترین مطابقت با شرایط دستگاه گوارش از نظر نحوه استقرار، تحمل در برابر صفرا، مقاومت در برابر pH و میزان رشد را داشته باشد (Fuller, 1992).

عوامل مؤثر بر تأثیر پروبیوتیک‌ها

اثر متقابل یک مکمل غذایی میکروبی با میکروفلور دستگاه گوارش میزبان موجب ظهور آثاری می‌گردد که ماهیت بسیار پیچیده‌ای دارد، برخی از عوامل مؤثر بر بروز این آثار عبارتند از:

ترکیب فلور دستگاه گوارش موجود

بر اساس مطالعات صورت گرفته پروبیوتیک‌ها احتمالاً از طریق تأثیرگذاری بر ترکیب میکروفلور روده میزبان عمل می‌نمایند. شرط اثر مفید پروبیوتیک مصرف شده توسط موجود، حضور باکتری‌هایی است که اثر نامطلوب مانند کاهش میزان رشد را به همراه داشته باشند و در صورت عدم حضور چنین ارگانیسم‌هایی به نظر می‌رسد هیچ‌گونه تأثیری از مصرف پروبیوتیک حاصل نشود. بعضی محققین اعتقاد دارند که اگر پروبیوتیک مصرفی قبلاً به صورت طبیعی توسط موجود مصرف شده باشد و جزء فلور طبیعی روده قرار گرفته باشد تأثیر مثبت در میزبان نخواهد داشت (Fuller, 1992).

مدت اثرگذاری و نحوه مصرف پروبیوتیک

مطالعات انجام گرفته بر رژیم مصرف پروبیوتیک به‌صورت مداوم و یا فقط در یک دوره، مشخص نمود تأثیر پروبیوتیک پس از توقف مصرف از میان می‌رود. طبق آزمایش‌های انجام شده تأثیر پروبیوتیک‌ها پس از توقف مصرف از میان می‌رود. میکروارگانیزم‌های تشکیل دهنده فلور طبیعی نیز به‌طور دائم

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.2.2.7]

در دستگاه گوارش قرار ندارند و باوجودآنکه فلور را دائمی و ثابت تصور می‌کنند، ولی ترکیب فلور مرتباً تغییر می‌کند. تغییرات سویه‌ها در موجودات نشان می‌دهد که اگر یک سویه مصرفی در دستگاه گوارش استقرار یابد، سویه فقط تا زمانی در آن محل باقی می‌ماند که قابلیت تطابق بیشتری برای استقرار در آنجا را داشته باشد (Brassart and Schiffrin, 2000). باکتری‌های مفید به‌عنوان یک مکمل غذایی میکروبی زنده می‌توانند به صورت توأم با غذا، غنی‌سازی با غذای زنده و یا به‌طور مستقیم در آب محیط پرورشی، مورد استفاده قرار گیرند و باعث سازگاری اکولوژیکی، ارتقاء عملکرد رشد و تولیدمثل ماهی و بهینه‌سازی جمعیت میکروبی محیط آبی گردد.

سن و نوع میزبان

میکروفلور دستگاه گوارش، فیزیولوژی و وضعیت ایمنی متناسب با افزایش سن موجود تغییر می‌یابد. از آن جا که میکروفلور روده در مرحله نوزادی نیز هنوز در حال تغییر می‌باشد این اصل کلی همواره حاکم است که تأثیرگذاری بر فلور در طول این دوره در مقایسه با مراحل بعدی زندگی آسان‌تر است چراکه بعدها فلور نسبتاً ثابتی پایدار می‌گردد؛ بنابراین می‌توان توصیه نمود که مصرف پروبیوتیک‌ها باید تا حد ممکن مدت کوتاهی پس از تولد آغاز شود. تغییرات در ترکیب جیره نیز ممکن است در تغییر فلور روده مؤثر باشد. تغییرات جیره‌ای در ظهور باکتری لاکتوباسیلوس مرتبط با مخاط معده موش گزارش شده است. در این میان مقادیر نسبی اسید اولئیک و پالمیتیک در جیره اهمیت زیادی دارند. در انسان نیز مشخص شده که فلور میکروبی روده پس از شیرگیری و مصرف شیر خشک یا غذای جامد به‌خوبی تغییر می‌یابد (Merrifield *et al*., 2010).

کیفیت پروبیوتیک تولید شده

قابلیت حفظ حیات یک محصول پروبیوتیکی از اهمیت بالایی برخوردار است. عامل مهم دیگر تفاوت‌های سویه‌ای است که می‌تواند در داخل یک گونه از پروبیوتیک رخ دهد. به طوری که مصرف دو پروبیوتیک تهیه شده از گونه‌های مشابه و یکسان باکتریایی نیز نتایج متفاوتی می‌تواند به همراه داشته باشد. فرآورده پروبیوتیکی باید به شکلی تهیه شود که بیشترین مطابقت با شرایط دستگاه گوارش از نظر نحوه استقرار، تحمل در برابر صفرا، مقاومت در برابر pH و میزان رشد را داشته باشد (Fuller, 1992). مصرف مداوم پروبیوتیک ممکن است از اهمیت پدیده استقرار پروبیوتیک بکاهد چراکه تعداد بالای میکروارگانیزم‌ها در دستگاه گوارش بدون نیاز به استقرار امکان رشد آن را فراهم می‌نماید.

در رابطه با استفاده از پروبیوتیک‌ها و پربیوتیک‌ها در افزایش و بهبود پارامترهای رشد و نیز افزایش توان مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا تحقیقات نسبتاً زیادی انجام شده است (Gatesoupe, 1994; Gatesoupe, 1999; Bogut *et al*., 1998; Macey and Coyne, 2005)، اما در زمینه تأثیر پروبیوتیک‌ها و پربیوتیک‌ها بر روی عملکرد تولیدمثلی در ماهیان مطالعات بسیار اندکی صورت گرفته است (Ghosh *et al*., 2007).

Ghosh و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که افزودن باکتری پروبیوتیکی *Bacillus subtilis* (متعلق به گروه باکتری‌های اسیدلاکتیک) به جیره غذایی ماهیان پلاتی و دم‌شمشیری سبب بهبود عملکرد رشد این ماهیان شد (Ghosh *et al*., 2008). در آزمایش دیگری نیز پروبیوتیک پریمالاک که حاوی باکتری‌های اسیدلاکتیک می‌باشد، سبب بهبود عملکرد رشد در مولدین دم‌شمشیری شد (حاجی بگلو، ۱۳۸۹). پروبیوتیک‌ها می‌توانند سبب تولید ترکیبات غذایی ضروری از قبیل ویتامین‌ها و اسیدهای چرب زنجیر کوتاه، مواد معدنی، آنزیم‌های آمیلاز و پروتئاز، تولید ترکیبات مسمومیت زدا شده و علاوه بر نقش مثبت در هضم و جذب ترکیبات غذایی غیر قابل هضم (به‌ویژه الیگوساکاریدهای غیرقابل هضم)، در تخریب ترکیبات ضد تغذیه‌ای نیز نقش داشته باشند (Gatesoupe, 1999)؛ بنابراین پروبیوتیک‌ها می‌توانند سبب بهبود عملکرد رشد در میزبان شوند.

خوردن باکتری‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها به‌ویژه پس از تغذیه اولیه در مرحله کیسه زرده باعث استقرار فلور میکروبی اولیه در روده آن‌ها می‌شود که این فلور میکروبی به صورت توالی تا زمان بلوغ جانور و استقرار و تثبیت فلور میکروبی دستگاه گوارش ادامه می‌یابد؛ بنابراین افزودن پروبیوتیک بلافاصله بعد از تخم گشایی به منظور اشغال و کلونی سازی روده لاروها قبل از معرفی غذای زنده بسیار حائز اهمیت است (Ringø *et al*., 1998)

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-29]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.2.2.7]

تأثیر پروبیوتیک بر عملکرد تولیدمثلی

علی‌رغم انجام مطالعات فراوان در زمینه اثرات مکمل‌های غذایی میکروبی شامل پروبیوتیک‌ها و پربیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها بر کار آیی رشد، ایمنی و مقاومت در برابر بیماری ماهیان مطالعات محدودی در زمینه اثرات احتمالی و مکانیسم اثر مکمل‌های غذایی میکروبی بر عملکرد تولیدمثلی ماهیان صورت پذیرفته است (Ghosh *et al*., 2007). نتایج مطالعات انجام شده در زمینه اثرات پروبیوتیک‌ها بر عملکرد تولیدمثلی گونه‌های آب‌های شیرین مانند ماهی گوپی (*Poecilia reticulate*)، مولی (*P. sphenops*)، ماهی دم شمشیری سبز (*Xiphophorus helleri*)، ماهی پلتی (*X. maculates*) و یا ماهی گورخری (*Danio rerio*) حاکی از اثرات مثبت استفاده از پروبیوتیک‌ها بر عملکرد تولیدمثلی بوده است (Ghosh *et al*., 2007; Abasali and Mohamad, 2010; Gioacchini *et al*., 2010). این نتایج نشان دهنده وجود ارتباطی بین میکروبیوتای روده‌ای و فرآیندهای تولیدمثلی می‌باشد. اگرچه هنوز مکانیسم اثر پروبیوتیکها بر عملکرد تولیدمثلی به‌خوبی تبیین نشده است و نیازمند مطالعات بیشتری است.

در زمینه اثر پروبیوتیک‌ها و به صورت کلی تغییر فلور باکتریایی دستگاه گوارش بر شاخص‌های هم آوری و تولیدمثلی ماهیان اطلاعات کمی در دسترس است و مکانیسم عمل این که چگونه بهبود فلور باکتریایی روده به دنبال استفاده از ترکیبات پروبیوتیکی بر فاکتورهای تولیدمثلی و باروری مولدین اثر می‌گذارد به‌خوبی مشخص نشده است (Carnevali *et al*., 2017)، ولی با این وجود Ghosh و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که اضافه کردن پروبیوتیک *Bacillus subtilis* به شکل معناداری وضعیت تولیدمثلی چهار گونه از ماهیان آکواریومی را بهبود بخشیده بود (Ghosh *et al*., 2007). تغذیه مولدین در طی مراحل مختلف تأثیرات مختلفی بر کیفیت تخمک تولیدی دارد. تحقیقات نشان داده‌اند که ترکیب غذایی زرده و کیفیت تخمک به شکل معناداری تحت تأثیر جیره غذایی مولدین است.

اجزاء جیره مولدین مانند چربی، پروتئین، اسیدهای چرب، ویتامین‌ها و کاراتنوئید می‌توانند اثرات شگرفی در مراحل مختلف تولیدمثل مانند هم آوری، لقاح، تفریخ تخم و توسعه لارو داشته باشند (Izquierdo *et al*., 2001). همچنین گزارش شده است که به‌کارگیری هورمون‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، مکمل‌های گیاهی در جیره غذایی مولدین می‌تواند اثرات زیادی بر جوامع میکروبی و فعالیت آن‌ها در دستگاه گوارش مولدین داشته باشند (Nayak 2010; Sullam *et al*., 2012). به نظر می‌رسد مکانیسم اثر پروبیوتیک‌ها بر تولیدمثل ماهی‌ها نیز به همین دلیل بوده و تغذیه ماهیان مولد با پروبیوتیکها در جیره می‌توانند سبب بازسازی و تقویت توازن میکروبی روده شده و از طریق افزایش مواد معدنی در دسترس، ویتامین‌ها و تولید آنزیم‌های گوارشی مهم و یا متابولیتها بر تولیدمثل ماهیان مؤثر باشند (Holzapfel *et al*., 1998). اگرچه میزان مقالات موجود در این زمینه محدود است، ولی نتایج به‌دست‌آمده تا این زمان بسیار امیدوارکننده بوده و به‌طور مشخص، نشان‌دهنده اثرات مثبت به‌کارگیری پروبیوتیک‌ها بر فرآیندهای تولیدمثلی مولدین ماده می‌باشد.

پروتئین‌ها و اسیدهای چرب از ترکیبات بسیار اساسی در تشکیل زرده بوده و وجود آن‌ها در جیرهٔ غذایی ماهیان مولد از نقطه نظر تکامل و بلوغ اووسیت ها و نیز افزایش نرخ زرده سازی (Vitelligenesis) بسیار ضروری می‌باشند (Dahlgren, 1980)؛ بنابراین پروبیوتیک‌ها از طریق تأثیری که در ساخت ترکیبات غذایی مختلف به‌ویژه پروتئین‌ها و اسیدهای چرب دارند می‌توانند در زرده سازی و بلوغ اووسیت‌ها نقش داشته باشند. اسیدهای چرب علاوه بر نقشی که در بحث فیزیولوژی تولیدمثل در ماهیان دارند، در تأمین انرژی مورد نیاز برای فعالیت‌های تولیدمثلی نیز نقش دارد.

مکانیسم اثر پروبیوتیک‌ها بر تولیدمثل ماهی‌ها و تغذیه مولدین با پروبیوتیکها در جیره می‌توانند سبب بازسازی و تقویت توازن فلور میکروبی روده شده و از طریق افزایش جذب مواد معدنی، ویتامین‌ها و تولید آنزیم‌های گوارشی مهم و یا متابولیت‌ها بر تولیدمثل ماهیان مؤثر باشند. (Holzapfel *et al*., 1998)یکی از دلایل بهبود ویژگی‌های تولیدمثلی در ماهیان تغذیه شده با پروبیوتیک، تعادل تولیدات مواد غذایی ضروری (مخصوصاً اسیدهای چرب ضروری) به‌وسیله باکتری‌های پروبیوتیکی روده می‌باشد (Irianto and Austin, 2002; Ghosh *et al*., 2007). اسیدهای چرب ضروری انرژی لازم برای پایداری و نگهداری فعالیت‌های تخم‌ریزی را فراهم می‌کنند (Ling *et al*., 2006; Ghosh *et al*., 2007). همچنین تعادل اسیدهای

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.2.2.7]

چرب ضروری مثل EPA (ایکوزاپنتانوییک اسید)، DHA (دوکوزاهگزانوییک اسید)، ARA(آراشیدونیک اسید) در ماهی سبب تقویت لاروهای حاصل از این مولدین می‌شوند (Ling *et al.*, 2006).

پروبیوتیک‌ها منجر به بقا در دوره لاروی، جلوگیری از رشد پاتوژن، افزایش ایمنی، تحریک رشد و افزایش توانایی تحمل به انواع تنش‌های محیطی می‌شوند (Gatesoupe, 1999; Balcázar *et al.*, 2006; Merrifield *et al.*, 2010; Nayak, 2010; Dimitroglou *et al.*, 2011)؛ این نتایج نشان دهنده وجود ارتباطی بین میکروبیوتای روده‌ای و فرآیندهای تولیدمثلی می‌باشد. شاخص‌های تولیدمثلی تحت تأثیر عوامل مختلفی ازجمله شرایط استرسی، عوامل محیطی مثل شرایط فیزیکو شیمیایی آب، رژیم‌های نوری مختلف اغلب از کمبودهای مواد غذایی در جیره مولدین تأثیر می‌پذیرد (Carnevali *et al.*, 2016).

با توجه به تحقیقات قبلی می‌توان اظهار داشت که بهبود عملکرد تولیدمثلی در ماهیان تغذیه شده با پروبیوتیک پریمالاک به دلیل وجود باکتری‌های پروبیوتیکی می‌باشد. به‌نحوی‌که این باکتری‌ها اولاً توانایی چسبیدن به سطح داخلی اپی‌تلیوم روده و تعدیل فلور باکتریایی روده را داشته و ثانیاً قادر به تولید آنزیم‌های ویژه، تحریک دستگاه گوارش میزبان برای تولید آنزیم‌های خاص که در هضم پروتئین‌ها و چربی‌ها مؤثر هستند، تولید برخی ویتامین‌ها (بخصوص ویتامین‌های خانواده B)، مواد معدنی، اسیدهای چرب ضروری، ترکیبات مسمومیت زدا و رقابت با باکتری‌های بیماری‌زا و غیرمفید در ماهی میزبان می‌باشند.

در خصوص استفاده کارآمد از پروبیوتیک ها در پرورش ماهیان مطالعات زیادی وجود دارد با این حال در زمینه تکثیر و قابلیت زادآوری آبزیان مطالعه بسیار کمی انجام شده است. با این وجود برخی از مطالعاتی که اخیراً بر روی اثرات پروبیوتیک بر تکثیر ماهیان کار شده نشان دهنده اثرات مثبت آن ازجمله تأثیر بر کنترل هورمونی و پاراکراینی ماهی ماده می‌باشد. تنها مطالعه‌ای که در خصوص تکثیر ماهیان آب شور انجام شده است مربوط به ماهی کیلی فیش (*Fundulus heteroclitus*) می‌باشد(Lombardo *et al.*, 2011)

حاجی بگلو و همکاران (۱۳۸۹)، اثر پروبیوتیک تجاری پریمالاک و پربیوتیک تجاری ایمونووال را بر روی عملکرد تولیدمثلی و رشد در ماهیان دم‌شمشیری و پلاتی را بررسی کرد. در این آزمایش عملکرد تولیدمثلی و رشد در ماهیان پلاتی و دم‌شمشیری از نقطه نظر هم آوری نسبی، نسبت جنسی فرزندان، شاخص گنادوسوماتیک، تعداد لارو، درصد لاروهای معیوب، درصد بقای بچه ماهیان، طول و وزن لاروها و ضریب رشد ویژه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن پروبیوتیک پریمالاک به جیرهٔ غذایی ماهیان پلاتی سبب افزایش عملکرد تولیدمثلی از قبیل: هم آوری نسبی، درصد بقای بچه ماهی، طول و وزن لارو و نیز افزایش نسبت تعداد لارو به ازای مولد ماده شد، اما بر روی درصد لاروهای معیوب اثری نداشت. به‌طور مشابه، نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که پروبیوتیک پریمالاک موجب افزایش عملکرد تولیدمثلی در ماهی دم‌شمشیری شده است. به‌گونه‌ای که تعداد کل لارو به ازای مولد ماده، هم آوری نسبی، درصد بقای بچه ماهی، طول لارو، وزن لارو، GSI در تیمار پروبیوتیکی بیشتر از سایر تیمارها بود. به‌علاوه کمترین درصد لاروهای معیوب نیز در تیمار پروبیوتیکی مشاهده شد.

در تحقیق دیگری Ghosh و همکاران (۲۰۰۷)، باکتری‌های پروبیوتیکی باسیلوس سابتیلیس را در غلظت‌های مختلف در جیرهٔ غذایی چهار گونه ماهی زینتی زنده‌زا ازجمله ماهی دم‌شمشیری و پلاتی اضافه کرده و سپس عملکرد تولیدمثلی این ماهیان را در طی یک دوره تقریباً یک ساله مورد بررسی قرار دادند (Ghosh *et al.*, 2007). نتایج تحقیقات نشان داد که پروبیوتیک مذکور به‌طور معنی‌داری سبب افزایش شاخص گنادوسوماتیک، هم آوری، تولید لارو، طول و وزن لاروها در ماهیان مورد مطالعه شد. به‌علاوه تعداد لاروهای معیوب و نیز درصد تلفات لاروها در ماهیان تغذیه شده با پروبیوتیک فوق به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود. این تحقیق به‌خوبی نشان‌دهندهٔ نقش بالقوهٔ پروبیوتیک‌ها در خلال مراحل تولیدمثلی ماهیان می‌باشد.

Gioacchini و همکاران (۲۰۱۰)، ماهی گورخری را با جیره‌های حاوی *Lactobacillus rhamnosus* تغذیه کردند. نتایج این تحقیق افزایش اوولاسیون تخم‌ها و نرخ تفریخ بالاتر و تکوین جنینی سریع‌تر در ماهیان گورخری ماده را نشان داد، به‌طوری‌که تفریخ در ماهی‌های تغذیه شده با پروبیوتیک چهار ساعت زودتر از گروه شاهد اتفاق افتاد (Gioacchini *et al.*, 2010).

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-29]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.2.2.7]

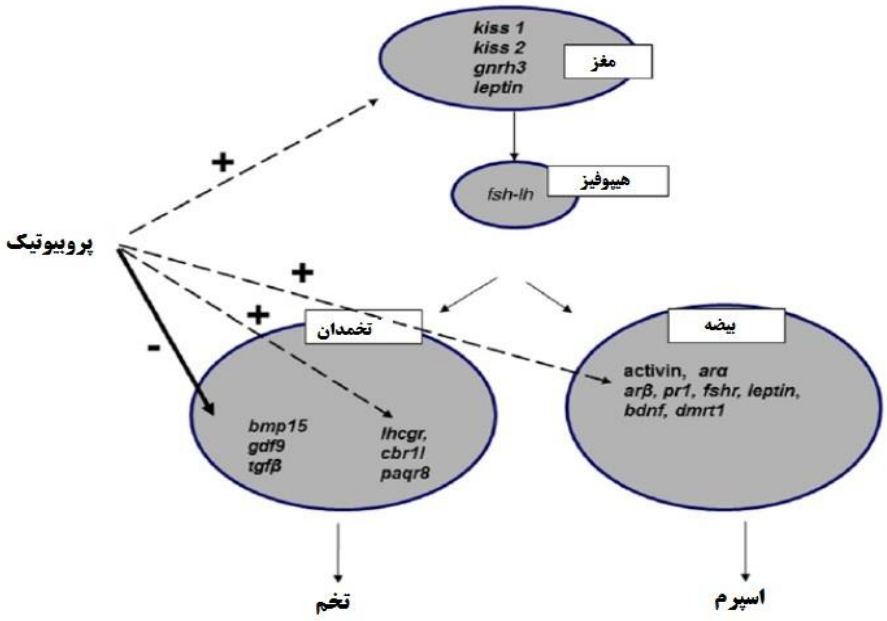
در ارتباط با اثرات به‌کارگیری *L. rhamnosus* روی تکوین تخمدان، نتایج به‌دست‌آمده مؤید اثرات مثبت آن بر فازهای رشد و رسیدگی بود. همچنین مطالعه بافت‌شناسی تخمدان ماهی‌های تیمار شده با پروبیوتیک افزایشی در فولیکول‌های در حال زرده سازی نشان داد (Gioacchini *et al.*, 2010; Gioacchini *et al.*, 2011).

تحقیقات انجام شده نشان دادند اووسیت‌های ماهیان ماده تغذیه شده با پروبیوتیک میزان بالاتر GVBD داشتند که حاکی از نقش تحریک‌کنندگی *Lb. rhamnosus* بر فاز رسیدگی فولیکول‌ها می‌باشد (Gioacchini *et al.*, 2010).

Lombardo و همکاران (۲۰۱۱) اثرات پروبیوتیک *L. rhamnosus* را بر تولیدمثل killifish مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان دهنده افزایش معنی‌دار هم آوری و مقادیر بالاتر شاخص گنادوسوماتیک نسبت به گروه شاهد بود (Lombardo *et al.*, 2011).

محمود عظیمی راد (۱۳۹۵) اثرات غنی‌سازی غذای مصنوعی با سین بیوتیک، پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* و پری بیوتیک فروکتوالیگوساکارید بر شاخص‌های تولیدمثلی ماهی آنجل بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که غنی‌سازی غذا با سین بیوتیک تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های تولیدمثلی ماهی آنجل دارد. ماهیان تغذیه شده با تیمار سین بیوتیک در وزن ماده، وزن گناد، شاخص گنادی، هم آوری مطلق و هم آوری نسبی نسبت به تیمارهای دیگر از نتایج بهتری برخوردار بود .بالاترین میانگین وزن گناد در انتهای دوره مربوط به تیمار سین بیوتیک بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای پروبیوتیک، پری بیوتیک و شاهد داشت.

محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- گناد (HPG)، عملکرد تولیدمثلی را کنترل می‌کند. هیپوتالاموس، هورمون آزادکننده گنادوتروپین (GnRH) را آزاد می‌کند که بر هیپوفیز پیشین به منظور تحریک ترشح گنادوتروپ ها تأثیر می‌گذارد. هورمون‌های گنادوتروپیک نیز با اثرگذاری بر غدد جنسی، موجب گامت زایی و تولید هورمون‌های جنسی می‌شوند. در این بین پروبیوتیک ها با اثرگذاری بر افزایش تولید نورون‌های GnRH که اجزای کلیدی مسیر HPG هستند، موجب بهبود عملکرد تولیدمثلی می‌شوند (شکل ۱).



شکل ۱: نمودار عملکرد پروبیوتیک و کنترل عملکرد تولیدمثلی در محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گناد (HPG)
(Gioacchini *et al.*, 2014; Qin *et al.*, 2014; Valcarce *et al.*, 2015; Vílchez *et al.*, 2015)

با توجه به اثرات مثبت پروبیوتیک‌ها در تولیدمثل، امروزه استفاده از پروبیوتیک‌ها رشد چشمگیری داشته است نتایج مطالعات قبلی مؤید افزایش شاخص‌های تولیدمثلی با استفاده از پروبیوتیک می‌باشد. افزایش وزن گناد، شاخص گنادی، هم‌آوری مطلق و هم‌آوری نسبی در تحقیقات نشان دهنده این موضوع می‌باشد که یکی از دلایل احتمالی آن تأثیر بر کنترل

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.2.2.7]

هورمونی و پاراکراینی ماهی ماده می‌باشد؛ همچنین ترکیبات پروبیوتیکی با تغییر جامعه میکروبی دستگاه گوارش و بهبود آن به سمت جوامع مفید میکروبی سبب افزایش دسترسی میزبان به مواد معدنی و ویتامین‌ها و تولید آنزیم‌های گوارشی مهم یا متابولیت‌های سودمند گردیده و لذا اثرات مثبتی بر تکثیر ماهی مولد دارد (Gioacchini *et al*., 2014) . از طرفی چربی‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای چرب، ویتامین‌ها و کاروتنوئیدها که در جیره غذایی ماهی مولد وجود دارند ممکن است اثرات معنی‌داری روی هم‌آوری، درصد لقاح تخم، میزان تفریخ لارو و توسعه مراحل لاروی ماهی داشته باشند (Izquierdo *et al*., 2001).

منابع

اکرمی، ر.، قلیچی، ا. و قرایی، ا.، ۱۳۸۹، کاربرد پربیوتیک ها در آبزی‌پروری .مجله شیلات، سال چهارم. شماره اول.

حاجی بگلو، ع.، ۱۳۸۹. تأثیر پروبیوتیک پریمالاک و پربیوتیک ایمونووال بر رشد، میزان زنده زایی و نسبت جنسی ماهیان دم شمشیری(*Xiphophorus helleri*) و پلاتی(*Xiphophorus maculatus*). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

حاجی بگلو، ع.، ۱۳۹۵. اثر پریمالاک بر شاخص گنادوسوماتیک و هماوری نسبی در ماهی دم شمشیری (*Xiphophorous helleri*). مجله علمی ترویجی آبزیان زینتی، سال سوم. شماره ۳. صفحات ۹-۱۳.

عظیمی راد، م.، ۱۳۹۵. بررسی اثرات سین بیوتیک *Pediococcus acidilactici* و فروکتوالیگوساکارید غنی شده در غذای فرموله و *آرتمیا فرانسیسکانا* (*Artemia franciscana*) بر شاخص‌های رشد، فیزیولوژی و موفقیت تولید مثلی ماهی آنجل (*Pterophyllum scalare*). رساله دکتری دانشگاه ارومیه.

Abasali, H. and Mohamad, S., 2010. Effect of dietary supplementation with probiotic on reproductive performance of female livebearing ornamental fish. Research Journal of Animal Sciences, 4: 103-107.

AFRC, R.F., 1989. Probiotics in man and animals. Journal of Applied Microbiology, 66: 365-378.

Balcázar, J.L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Cunningham, D., Vendrell, D. and Muzquiz, J.L., 2006. The role of probiotics in aquaculture. Veterinary Microbiology, 114: 173-186.

Bogut, I., Milakovic, Z., Bukvic, Z., Brkic, S. and Zimmer, R., 1998. Influence of probiotic (Streptococcus faecium M74) on growth and content of intestinal microflora in carp (*Cyprinus carpio*). Czech Journal of Animal Science-UZPI (Czech Republic).

Brassart, D. and Schiffrin, E.J., 2000. Pre-and probiotics. Essentials of functional foods, pp. 205-216.

Carnevali, O., Maradonna, F. and Gioacchini, G., 2017. Integrated control of fish metabolism, wellbeing and reproduction: The role of probiotic. Aquaculture, 472: 144-155.

Dahlgren, B., 1980. The effects of three different dietary protein levels on the fecundity in the guppy, *Poecilia reticulata* (Peters). Journal of Fish Biology, 16: 83-97.

Dimitroglou, A., Merrifield, D.L., Carnevali, O., *et al.* (2011) Microbial manipulations to improve fish health and production–a Mediterranean perspective. Fish & Shellfish Immunology, 30: 1-16.

FAO, 2014. Aquaculture Department (2014) The state of world fisheries and aquaculture 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 243 P.

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.2.2.7]

Firouzbakhsh, F., Noori, F., Khalesi, M.K. and Jani-Khalili, K., 2011. Effects of a probiotic, protexin, on the growth performance and hematological parameters in the Oscar (*Astronotus ocellatus*) fingerlings. Fish Physiology and Biochemistry, 37: 833-842.

Fuller, R., 1992. History and development of probiotics. In: Probiotics. Springer, pp. 1-8.

Gatesoupe, F.J., 1994. Lactic acid bacteria increase the resistance of turbot larvae, *Scophthalmus maximus*, against pathogenic Vibrio. Aquatic Living Resources, 7: 277-282.

Gatesoupe, F., 1999. The use of probiotics in aquaculture. Aquaculture, 180: 147-165.

Ghosh, S., Sinha, A. and Sahu, C., 2007. Effect of probiotic on reproductive performance in female livebearing ornamental fish. Aquaculture Research, 38: 518-526.

Ghosh, S., Sinha, A. and Sahu, C., 2008. Dietary probiotic supplementation in growth and health of live-bearing ornamental fishes. Aquaculture Nutrition, 14: 289-299.

Gioacchini, G., Giorgini, E., Vaccari, L. and Carnevali, O., 2014. Can probiotics affect reproductive processes of aquatic animals. Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics and Prebiotics, pp. 328-346.

Gioacchini, G., Lombardo, F., Merrifield, D., *et al.* 2011. Effects of probiotics on Zebrafish reproduction. Aquac Res Development.pp1-6

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: 953-959.

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: 85-101.

Irianto, A. and Austin, B., 2002. Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Journal of Fish Diseases, 25: 333-342.

Izquierdo, M., Fernandez-Palacios, H. and Tacon, A., 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. Aquaculture, 197: 25-42.

Ling, S., Hashim, R., Kolkovski, S. and Chong Shu-Chien, A., 2006. Effect of varying dietary lipid and protein levels on growth and reproductive performance of female swordtails *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae). Aquaculture Research, 37: 1267-1275.

Lombardo, F., Gioacchini, G. and Carnevali, O., 2011. Probiotic-based nutritional effects on killifish reproduction. Fish Aquacult J FAJ-33. pp? vol?no?

Macey, B. and Coyne, V., 2005. Improved growth rate and disease resistance in farmed Haliotis midae through probiotic treatment. Aquaculture, 245: 249-261.

Merrifield, D.L., Dimitroglou, A., Foey, A., *et al.* 2010. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. Aquaculture, 302: 1-18.

Nayak, S., 2010. Probiotics and immunity: a fish perspective. Fish & Shellfish Immunology, 29: 2-14.

Qin, C., Xu, L., Yang, Y., et al. 2014. Comparison of fecundity and offspring immunity in zebrafish fed *Lactobacillus rhamnosus* CICC 6141 and *Lactobacillus casei* BL23. Reproduction, 147: 53-64.

Ringø, E., Bendiksen, H., Gausen, S., Sundsfjord, A. and Olsen, R., 1998. The

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-29]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.2.2.7]

effect of dietary fatty acids on lactic acid bacteria associated with the epithelial mucosa and from faecalia of *Arctic charr*, *Salvelinus alpinus* (L.). Journal of Applied Microbiology, 85: 855-864.

Sullam, K.E., Essinger, S.D., Lozupone, C.A., *et al.* 2012. Environmental and ecological factors that shape the gut bacterial communities of fish: a meta-analysis. Molecular Ecology, 21: 3363-3378.

Valcarce, D.G., Pardo, M., Riesco, M., Cruz, Z. and Robles, V., 2015. Effect of diet supplementation with a commercial probiotic containing *Pediococcus acidilactici* (Lindner, 1887) on the expression of five quality markers in zebrafish (*Danio rerio* (Hamilton, 1822)) testis. Journal of Applied Ichthyology, 31: 18-21.

Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P. and Verstraete, W., 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 64: 655-671.

Vílchez, M.C., Santangeli, S., Maradonna, F., *et al.* 2015. Effect of the probiotic *Lactobacillus rhamnosus* on the expression of genes involved in European eel spermatogenesis. Theriogenology, 84: 1321-1331.

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.2.2.7]