



استفاده از گیاهان دارویی در درمان استرپتوکوکوزیس و لاکتوکوکوزیس در آبزیان

رضا سلیقه زاده^۱، مرضیه صاکی^{۲*}، مریم شهرپور^۳، نگار مفاخر^۲، فاطمه رشیدی^۴

۱. استادیار گروه دامپزشکی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
۲. دانشجوی دکترای عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، شوشتر، ایران
۳. دانشجوی دکترای عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون، کازرون، ایران
۴. دانشجوی ارشد پیشگیری بیماری های دامی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، شوشتر، ایران

*مسئول مکاتبات: sakimarzie@gmail.com

چکیده

بیماری های باکتریایی از جمله استرپتوکوکوزیس و لاکتوکوکوزیس از مهم ترین چالش های بهداشتی در صنعت آبرزی پروری به شمار می روند که سالانه موجب تلفات سنگین و زیان های اقتصادی گسترده در مزارع پرورش ماهی می شوند. استفاده گسترده از آنتی بیوتیک ها برای کنترل این بیماری ها، با وجود اثربخشی اولیه، منجر به بروز مقاومت های دارویی، اختلال در میکروبیوتای طبیعی و تهدیدات جدی برای سلامت انسان و محیط زیست شده است. از این رو، یافتن روش های جایگزین ایمن، مؤثر و سازگار با محیط زیست اهمیت یافته است. گیاهان دارویی به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست فعال از جمله فنول ها، فلاونوئیدها و ترپنوئیدها، پتانسیل بالایی در تقویت سیستم ایمنی، کاهش استرس اکسیداتیو و مهار پاتوژن های باکتریایی از خود نشان داده اند. این مقاله با رویکردی مروری به بررسی یافته های علمی مرتبط با تأثیر گیاهان دارویی بر پیشگیری و درمان استرپتوکوکوزیس و لاکتوکوکوزیس در گونه های مختلف آبزیان می پردازد. نتایج حاصل از مطالعات مختلف بیانگر آن است که استفاده از عصاره ها و اسانس های گیاهی همچون آویشن شیرازی، سیاه دانه، میخک و رزماری می تواند در بهبود شاخص های ایمنی، کاهش مرگ و میر و افزایش مقاومت ماهی ها نقش مؤثری ایفا کند. با این حال، دستیابی به اثربخشی مطلوب مستلزم تعیین دوز مناسب، بررسی ایمنی، و شناسایی مکانیسم های مولکولی دقیق این ترکیبات است.

واژگان کلیدی: استرپتوکوکوزیس، لاکتوکوکوزیس، آنتی بیوتیک، مقاومت دارویی، گیاهان دارویی.

مقدمه

استرپتوکوکوزیس و لاکتوکوکوزیس از جمله بیماری های عفونی مهم و تهدیدکننده در صنعت آبرزی پروری به شمار می روند که توسط کوکوس های گرم مثبت ایجاد می شوند. استرپتوکوکوزیس که توسط گونه هایی از جمله *S. agalactiae*، *Streptococcus iniae*، *dysgalactiae* بروز می یابد، در انواع سیستم های پرورش آب شور، نیمه شور و شیرین مشاهده شده و با علائمی مانند سپتی سمی، بیرون زدگی چشم و ضایعات پوستی همراه است. در سوی دیگر، لاکتوکوکوزیس نیز که عامل آن *L. garvieae* است، معمولاً در دماهای بالاتر از ۱۵ تا ۱۶ درجه سانتی گراد در ماهیان آب شیرین و شور بروز می کند و با سپتی سمی حاد، خونریزی های گسترده و تلفات بالا شناخته می شود. این بیماری ها که در ابتدا در دهه ۱۹۵۰ در ژاپن گزارش شدند، امروزه با توجه به طبقه بندی های جدید ژنتیکی، در جنس های مختلفی از جمله *Vagococcus*، *Enterococcus*، *Lactococcus* و *Carnobacterium* قرار گرفته اند. *L. garvieae* یکی از پاتوژن های فرصت طلب با توانایی بقا بالا در شرایط محیطی گوناگون است و اغلب از طریق آب آلوده یا تماس مستقیم منتقل می شود. شیوع این بیماری ها در کشورهای مختلف مانند ژاپن، تایوان، خاورمیانه، اسپانیا و حتی ایران گزارش شده و در موارد حاد می تواند خسارات اقتصادی گسترده ای به ویژه در فصول گرم سال به جا بگذارد (Vendrell et al., 2006; Wang et al., 2022).

در سال های اخیر، صنعت آبرزی پروری با رشدی چشمگیر همراه بوده و به یکی از سریع ترین بخش های در حال توسعه در سیستم تولید مواد غذایی با منشأ حیوانی تبدیل شده است. این پیشرفت گسترده اگرچه نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی ایفا کرده، اما همزمان چالش هایی

نیز به همراه داشته است. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، بروز بیماری‌های عفونی در واحدهای پرورشی است که به‌طور مستقیم تولید پایدار را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به‌ویژه زمانی که تراکم و شدت پرورش افزایش می‌یابد (Santos and Ramos, 2016; Tadese *et al.*, 2022).

تا سال‌های اخیر، آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان گزینه‌های اصلی در کنترل و درمان بیماری‌های آبزیان به‌کار گرفته می‌شدند. با این حال، استفاده گسترده و گاه بی‌رویه از این داروها، نگرانی‌هایی را از نظر سلامت عمومی و محیط‌زیست به‌وجود آورده است. باقی‌ماندن ترکیبات آنتی‌بیوتیکی در بافت‌های آبزیان، نه تنها سلامت مصرف‌کننده را تهدید می‌کند، بلکه باعث بروز مقاومت باکتریایی نیز می‌شود که خود معضلی بزرگ در درمان بیماری‌های عفونی به‌شمار می‌آید. در نتیجه، رویکردهای جایگزین برای مقابله با بیماری‌ها در آبزیان، بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته‌اند (Santos and Ramos, 2016; Tadese *et al.*, 2022). از سوی دیگر، مصرف بی‌رویه آنتی‌بیوتیک‌ها در آبی‌پروری می‌تواند منجر به شکل‌گیری ذخایر ژن‌های مقاوم در محیط‌های آبی شود که با انتقال به سایر میکروارگانیسم‌ها، زمینه‌ساز گسترش مقاومت‌های دارویی در پاتوژن‌های انسانی خواهند بود. در همین راستا، برخی کشورها مانند اعضای اتحادیه اروپا با تعیین حدود مجاز باقی‌مانده برای داروهای آنتی‌بیوتیک در محصولات آبی، سعی در کنترل آثار سوء آن‌ها بر سلامت عمومی و جلوگیری از گسترش مقاومت‌های باکتریایی داشته‌اند (Santos and Ramos, 2016).

در این میان، گیاهان دارویی به دلیل در دسترس بودن، ایمنی بالا و سازگاری با محیط‌زیست، به‌عنوان یکی از گزینه‌های مناسب برای استفاده در آبی‌پروری مطرح شده‌اند. این گیاهان حاوی ترکیبات زیست‌فعال گوناگونی هستند که توانایی تحریک عملکردهای زیستی مختلف در بدن آبزیان را دارند. برخی از این ترکیبات می‌توانند به بهبود رشد، تقویت سیستم ایمنی، کاهش استرس، افزایش اشتها و همچنین مقابله با عوامل باکتریایی، ویروسی و انگلی کمک کنند. استفاده از بخش‌های مختلف گیاه مانند برگ، گل یا ریزوم، و در قالب‌های گوناگون همچون شکل خام، عصاره یا ترکیب فعال، امکان ایجاد اثرات هدفمند و متنوعی را فراهم می‌کند (Tadese *et al.*, 2022). علاوه بر این، گیاهان دارویی می‌توانند نقش حفاظتی مهمی در برابر عوامل استرس‌زای محیطی نظیر کیفیت پایین آب، دمای بالا و تراکم بیش از حد ایفا کنند. چنین ویژگی‌هایی، آن‌ها را به ابزاری کارآمد برای حفظ سلامت کلی آبزیان و افزایش مقاومت طبیعی آن‌ها در برابر بیماری‌ها تبدیل کرده است (Tadese *et al.*, 2022).

در گذشته، از هورمون‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیبات شیمیایی مختلف برای کنترل بیماری‌ها و بهبود رشد در آبی‌پروری استفاده می‌شد. با این حال، به دلیل نگرانی‌های زیست‌محیطی و آثار سوء باقی‌مانده‌های شیمیایی، توجه به جایگزین‌های طبیعی مانند گیاهان دارویی افزایش یافته است. مطالعات نشان داده‌اند که بسیاری از ترکیبات گیاهی نظیر فنول‌ها، آلکالوئیدها و ترپنوئیدها دارای خواص ضد میکروبی، تقویت‌کنندگی سیستم ایمنی و کاهش استرس هستند و می‌توانند به‌عنوان درمانی ایمن و پایدار در آبی‌پروری مورد استفاده قرار گیرند. بررسی بیش از ۵۰ گیاه دارویی مؤید تأثیرات مثبت آن‌ها در افزایش رشد، تحریک اشتها، مقابله با عوامل بیماری‌زا و بهبود سلامت کلی آبزیان بوده است. این یافته‌ها زمینه‌ساز توسعه روش‌های درمانی طبیعی در مقابله با بیماری‌های مهمی مانند استرپتوکوکوزیس شده است (Citarasu, 2010).

استرپتوکوکوزیس و لاکتوکوکوزیس از جمله مهم‌ترین بیماری‌های باکتریایی در پرورش ماهی به‌شمار می‌روند و به‌ویژه در گونه تیلاپیای نیل می‌توانند خسارات گسترده‌ای ایجاد کنند. مطالعات انجام‌شده در برخی مزارع پرورش ماهی، مانند منطقه کفرالشیخ مصر، نشان داده‌اند که این بیماری‌ها با علائمی مانند تیرگی پوست، بیرون‌زدگی چشم، کدورت قرنیه، اختلال در تعادل، و التهاب اندام‌های داخلی همراه هستند و در صورت شیوع، ممکن است تا ۷۰ درصد تلفات ایجاد کنند. عامل اصلی این بیماری‌ها، باکتری‌های گرم‌مثبتی از جنس‌های *Streptococcus* و *agalactiae* هستند که از طریق آب آلوده یا تماس مستقیم بین ماهیان منتقل می‌شوند. بررسی‌های پاتولوژیکی نیز نشان داده‌اند که این باکتری‌ها به‌طور مستقیم در ایجاد ضایعات شدید در اندام‌های مختلف بدن ماهی نقش دارند. نکته نگران‌کننده این است که برخی از سویه‌های باکتریایی شناسایی شده در برابر چندین نوع آنتی‌بیوتیک مقاوم بوده‌اند. این مقاومت دارویی نه تنها درمان را دشوارتر می‌کند، بلکه می‌تواند به سلامت انسان نیز آسیب برساند، چرا که احتمال انتقال ژن‌های مقاومت از طریق زنجیره غذایی وجود دارد. به همین دلیل، یافتن روش‌های جایگزین، مانند استفاده از گیاهان دارویی، که هم ایمن‌تر و هم سازگارتر با محیط‌زیست باشند، اهمیت زیادی دارد و می‌تواند راه‌حلی پایدار برای کنترل این بیماری‌ها در صنعت آبی‌پروری باشد (Abu-Elala *et al.*, 2020).

با توجه به چالش‌های پیش‌رو در کنترل بیماری‌های باکتریایی، به‌ویژه مقاومت آنتی‌بیوتیکی و آثار زیست‌محیطی داروهای شیمیایی، استفاده از روش‌های درمانی جایگزین از جمله گیاهان دارویی، مورد توجه فزاینده قرار گرفته است. هدف این مقاله، بررسی نقش و پتانسیل استفاده از گیاهان دارویی در پیشگیری و درمان لاکتوکوکوزیس و استرپتوکوکوزیس در آبزیان پرورشی است. از آنجا که بسیاری از خواص ذکر شده در مقابله با بیماری‌های باکتریایی کاربرد دارند، این امکان وجود دارد که برخی گیاهان دارویی بتوانند در درمان بیماری‌های خاصی مانند استرپتوکوکوزیس نیز مؤثر واقع شوند. این موضوع، نیازمند بررسی‌های دقیق‌تر و پژوهش‌های هدفمند است که در ادامه این مقاله به آن پرداخته خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت یک مطالعه مروری انجام شده و با جست‌وجوی گسترده در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر مانند Google Scholar، PubMed مقالات علمی مرتبط با استفاده از گیاهان دارویی در کنترل بیماری‌های استرپتوکوکوزیس و لاکتوکوکوزیس در آبزیان گردآوری و تحلیل شده است. کلیدواژه‌هایی نظیر Streptococcosis, Lactococcosis, medicinal plants in aquaculture و treatments for fish diseases برای جست‌وجو استفاده شدند. بازه زمانی مقالات انتخابی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ بوده و منابع شامل مطالعات آزمایشگاهی، میدانی و مروری بوده‌اند.

نتایج و بحث

بیماری میکروبی در صنایع آبزی پروری متضمن زیان مالی جدی است، بنابراین استفاده بی‌رویه از آنتی‌بیوتیک‌ها برای درمان بیماری ممکن است منجر به ایجاد عوارض جانبی نامطلوب شود (Van Hai, 2015). عفونت‌های استرپتوکوکی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های باکتریایی در آبزیان پرورشی به‌شمار می‌آیند. هرچند جنس *Streptococcus* شامل طیف وسیعی از باکتری‌های گرم‌مثبت است، تنها تعداد معدودی از بیوتیپ‌های آن از ماهیان جدا شده‌اند که پاتوژن‌ترین آن‌ها اغلب به گروه D سرولوژیکی و جنس *Enterococcus* تعلق دارند. نخستین مورد از این بیماری در سال ۱۹۵۸ در قزل‌آلای رنگین‌کمان در ژاپن گزارش شد و از آن زمان تاکنون در گونه‌های مختلف ماهیان پرورشی و وحشی، در محیط‌های آب شیرین و شور، مشاهده شده است. از جمله علائم شایع این بیماری می‌توان به بی‌اشتهایی، تغییر رنگ بدن، رفتارهای غیرعادی، خون‌ریزی‌های خارجی و زخم‌های پوستی اشاره کرد. جدایه‌های دریایی معمولاً تیپ‌ناپذیر بوده و شباهت زیادی به *Enterococcus* دارند. بررسی‌های مولکولی و بیوشیمیایی نیز نشان داده‌اند که برخی از این سویه‌ها بیش از آنکه به *Streptococcus* شباهت داشته باشند، از نظر ویژگی‌ها به انتروکوک‌ها نزدیک‌اند و پیشنهاد شده است که این عفونت‌ها با عنوان عفونت انتروکوکی طبقه‌بندی شوند. این باکتری‌ها قادرند مدت طولانی در محیط مزرعه، به‌ویژه در گل‌ولای، باقی بمانند و تحت شرایطی مانند دمای بالا و آلودگی ارگانیک، بیماری‌زایی آن‌ها تشدید می‌شود. انتقال بیماری بیشتر به‌صورت افقی و از طریق تماس مستقیم یا خوراک آلوده صورت می‌گیرد، هرچند مکانیسم‌های دقیق بیماری‌زایی هنوز به‌طور کامل شناخته نشده‌اند (Athanassopoulou and Roberts, 2004).

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۹ انجام شد، بررسی تأثیر آنتی‌بیوتیک فلورفنیکل بر پاسخ‌های ایمنی ماهیان آلوده به استرپتوکوکوزیس و لاکتوکوکوزیس نشان داد که این دارو با وجود برخی مزایا، دارای اثرات دوگانه بر سلامت ماهی می‌باشد. از یک‌سو، تجویز خوراکی فلورفنیکل باعث افزایش فعالیت لیزوزیم، انفجار تنفسی (RB) و بیان ژن‌های التهابی مانند $TNF-\alpha$ و $IL-1\beta$ شد که بیانگر بهبود ایمنی ذاتی و افزایش مقاومت نسبت به استرس و برخی عملکردهای کبدی بود. اما از سوی دیگر، مصرف این دارو منجر به کاهش سطح ایمونوگلوبولین کل و بیان ژن IgM شد که نشان‌دهنده سرکوب ایمنی اکتسابی است؛ بخشی از سیستم ایمنی که نقش کلیدی در ایجاد حافظه ایمنی و دفاع بلندمدت ایفا می‌کند. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که اگرچه آنتی‌بیوتیک‌ها همچنان نقش مهمی در کنترل فوری عفونت‌های باکتریایی دارند، اما استفاده مداوم یا بی‌رویه از آن‌ها ممکن است عملکرد بلندمدت سیستم ایمنی را مختل کرده و آسیب‌پذیری ماهی را در برابر بیماری‌های آینده افزایش دهد. بنابراین، در استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها باید رویکردی محتاطانه اتخاذ شود و لزوم بهره‌گیری از روش‌های مکمل و جایگزین مانند گیاهان دارویی و تقویت‌کننده‌های طبیعی سیستم ایمنی به‌شدت مورد توجه قرار گیرد (Shiry et al., 2019).

یافته‌های مطالعاتی در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد که مصرف فلورفینیکل اگرچه می‌تواند بخشی از ایمنی ذاتی را تقویت کند، اما با کاهش سلول‌های خونی و بروز کم‌خونی همراه است. این اثرات منفی بر سلامت عمومی ماهی، ضرورت استفاده از درمان‌های جایگزین مانند گیاهان دارویی با اثرات ضدباکتریایی و حداقل عوارض جانبی را پررنگ‌تر می‌سازد. ترکیبات گیاهی ممکن است راهکاری ایمن‌تر برای کنترل بیماری‌های باکتریایی در آبزیان باشند (Shiry et al., 2020).

نتایج این مطالعه نشان‌دهنده گسترش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در جدایه‌های *S. iniae* و *L. garvieae* است، به‌ویژه نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های رایجی چون تتراسایکلین و آمپی‌سلین. این مسئله نه تنها کارایی درمان‌های دارویی را تهدید می‌کند، بلکه احتمال انتقال مقاومت به سایر میکروارگانیسم‌ها را نیز افزایش می‌دهد. بنابراین استفاده از ترکیبات گیاهی با خواص ضد میکروبی به‌عنوان جایگزین‌های ایمن و مؤثر می‌تواند رویکردی پایدار و مطلوب برای مقابله با این بیماری‌ها در صنعت آبزی پروری باشد (Afrashteh et al., 2023).

مطالعات متعددی در سراسر جهان به بررسی اثرات گیاهان دارویی در آبزی پروری پرداخته‌اند و نشان داده‌اند که این ترکیبات می‌توانند نقش مؤثری در تقویت سیستم ایمنی، افزایش رشد و مقاومت در برابر بیماری‌های عفونی، افزایش اشتها و برطرف کردن استرس داشته باشند. استفاده از بخش‌های مختلف گیاه نظیر برگ، ریشه، دانه و گل یا عصاره آن‌ها با روش‌های مختلف استخراج (عموماً با اتانول و متانول) مورد بررسی قرار گرفته و نتایج نشان می‌دهد که حتی ترکیبات ساده گیاهی می‌توانند در کنترل بیماری‌های باکتریایی و ویروسی مؤثر باشند. اگرچه مکانیسم‌های دقیق عملکرد این ترکیبات هنوز کاملاً شناسایی نشده‌اند، اما شواهد اولیه اثربخشی آن‌ها را تأیید کرده‌اند. در برخی مطالعات نیز ترکیب این گیاهان با سایر تقویت‌کننده‌های ایمنی یا مصرف آن‌ها از طریق آب یا جیره غذایی نتایج بهتری را به همراه داشته است. با وجود این، به دلیل تنوع زیاد در نوع گیاه، روش مصرف، دوز و مدت زمان مصرف، نیاز به مطالعات تکمیلی برای تعیین دستورالعمل‌های مشخص و بهینه‌سازی کاربرد این گیاهان همچنان وجود دارد (Van Hai, 2015).

مطالعه‌ای در زمینه تأثیر افزودن پودر دانه زیره به جیره تیلاپای نیل نشان داد که این گیاه دارویی می‌تواند به‌عنوان یک افزودنی خوراکی طبیعی و ایمن، موجب بهبود رشد و بهره‌وری خوراک شود. در این پژوهش، جیره‌های حاوی سطوح مختلف پودر زیره (۵ تا ۲۰ گرم در هر کیلوگرم) مورد بررسی قرار گرفتند و مشخص شد که بهترین عملکرد رشد و مصرف خوراک در سطح ۱۰ گرم در کیلوگرم به‌دست آمد، درحالی‌که سطح بهینه برای بیشینه‌سازی رشد با استفاده از تحلیل رگرسیون، حدود ۱۲.۵ گرم برآورد شد. افزون بر این، پودر زیره تأثیری بر میزان بقاء نداشت و باعث افزایش چربی کل و کاهش خاکستر بدن ماهی‌ها شد، بدون اینکه اثری منفی بر رطوبت یا پروتئین داشته باشد. این نتایج نشان‌دهنده پتانسیل بالای این گیاه در بهبود سلامت و عملکرد رشد ماهیان پرورشی است (Ahmad and Abdel-Tawwab, 2011).

در یک مطالعه تجربی، اثربخشی گیاه دارویی رزماری علیه باکتری *Streptococcus iniae* در ماهی تیلاپیا مورد ارزیابی قرار گرفت. عصاره‌های مختلفی از ۱۶ سویه رزماری در شرایط آزمایشگاهی توانستند رشد باکتری را مهار کنند و قوی‌ترین عملکرد مربوط به عصاره استات اتیل از سویه شماره ۱ بود. همچنین مشخص شد که این گیاه دارای اثر باکتریواستاتیک است. در ادامه، با افزودن برگ خشک کامل یا عصاره خشک شده رزماری به جیره غذایی ماهی‌ها، میزان تلفات پس از آلودگی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. این نتایج نشان‌دهنده پتانسیل رزماری به‌عنوان یک ترکیب طبیعی مؤثر در پیشگیری یا کنترل استرپتوکوکوزیس در ماهیان پرورشی است (Abutbul et al., 2004).

در بخش یافته‌های یک مطالعه، مشاهده شد که افزودن روغن اسانسی میخک به جیره غذایی تیلاپای نیل به‌طور معناداری منجر به بهبود شاخص‌های ایمنی نظیر فعالیت فاگوسیتی، لیزوزیمی، باکتری‌کشی و تنفس انفجاری در ماهی‌ها شد. همچنین، تغذیه با روغن میخک باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند GPx و SOD در بافت‌ها شد و به‌طور مؤثری سطح MDA و استرس اکسیداتیو ناشی از عفونت با *S. iniae* را کاهش داد. بیان ژن هپسیدین در کبد نیز به‌طور قابل توجهی در گروه‌های دریافت‌کننده روغن میخک افزایش یافت که نشان‌دهنده نقش این گیاه دارویی در تحریک پاسخ ایمنی ذاتی ماهی‌ها بود. این تغییرات در نهایت به کاهش میزان مرگ‌ومیر در گروه‌های آلوده منجر شد، به‌ویژه در ماهی‌هایی که با دوز ۳ درصد تغذیه شده بودند (Abdelkhalek et al., 2020).

در بررسی‌های انجام‌شده، کاربرد بخش‌های مختلف گیاهان دارویی از جمله بذر، برگ، ریشه، گل و عصاره‌های گیاهی در تغذیه یا درمان ماهی تیلایا از طریق روش‌های خوراکی، تزریقی و غوطه‌وری، نتایج امیدوارکننده‌ای را در بهبود رشد، افزایش بهره‌وری خوراک، تحریک پاسخ‌های ایمنی سلولی و همورال و ارتقاء مقاومت در برابر بیماری‌ها نشان داده‌اند. با این حال، علیرغم این پتانسیل، فقدان داده‌های دقیق درباره دوز مؤثر، نبود مطالعات جامع سمیت و کمبود شواهد در سطح مولکولی همچنان از چالش‌های اصلی در مسیر بهره‌برداری گسترده و ایمن از این ترکیبات طبیعی در پرورش تیلایا به شمار می‌رود (Kuebutornye and Abarike, 2020).

در پژوهشی که انجام شد اثر ضدباکتریایی عصاره‌ها و اسانس‌های هشت گونه گیاه دارویی بومی ایران علیه باکتری *Lactococcus garvieae* عامل بیماری لاکتوکوکوزیس در قزل‌آلای رنگین‌کمان، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که برخی از این ترکیبات گیاهی دارای قدرت مهارکنندگی قابل توجهی در برابر رشد باکتری بوده‌اند. به‌ویژه عصاره متانولی رُباس، اسانس مرزه بختیاری، عصاره اتانولی گردو و زیره سیاه بیشترین تأثیر را در مهار باکتری داشتند که نشان‌دهنده پتانسیل بالای آن‌ها به‌عنوان عوامل درمانی طبیعی است. در مقابل، عصاره‌هایی نظیر بلوط ایرانی و شیرین‌بیان فعالیت ضدباکتریایی کمتری نشان دادند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که برخی گیاهان دارویی می‌توانند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای ترکیبات شیمیایی در کنترل لاکتوکوکوزیس مطرح شوند. استفاده از این ترکیبات، علاوه بر تأثیرگذاری درمانی، به‌دلیل طبیعی و زیست‌سازگار بودن، می‌تواند خطرات ناشی از مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها از جمله مقاومت دارویی و آلودگی محیط زیست را کاهش دهد. همچنین، این عصاره‌ها ممکن است در ضدعفونی تجهیزات و محیط پرورش نیز نقش مؤثری ایفا کنند (Fereidouni et al., 2013).

یافته‌های این مطالعه نشان داد که استفاده از اسانس گیاه سیاه‌دانه می‌تواند اثربخشی واکسن لاکتوکوکوزیس در قزل‌آلای رنگین‌کمان را به شکل معناداری افزایش دهد. ماهیانی که واکسن همراه با غلظت‌های بالاتر اسانس سیاه‌دانه دریافت کرده بودند، افزایش قابل توجهی در جمعیت لکوسیتی و همچنین درصد بقاء نسبی پس از مواجهه با باکتری *Lactococcus garvieae* نشان دادند. این موضوع نشان‌دهنده نقش تقویت‌کننده سیستم ایمنی ذاتی این گیاه به‌عنوان یک مکمل طبیعی برای واکسن است. در مقابل، اسانس مرزه بختیاری در این مطالعه تأثیر معناداری بر شاخص‌های ایمنی و نرخ بقاء نسبی ماهیان نداشت. بنابراین به نظر می‌رسد که سیاه‌دانه به‌عنوان یک ترکیب گیاهی مؤثر می‌تواند در افزایش کارایی واکسیناسیون و کاهش تلفات ناشی از لاکتوکوکوزیس در سیستم‌های پرورش آبزیان مورد استفاده قرار گیرد، در حالی که سایر گیاهان ممکن است نیاز به بررسی‌های بیشتری برای اثربخشی داشته باشند (Raissy et al., 2018).

در این مطالعه، اثر اسانس آویشن شیرازی بر مهار بیماری‌زایی باکتری *Lactococcus garvieae* از طریق بررسی بیان ژن epsD مورد ارزیابی قرار گرفت. این ژن یکی از عوامل کلیدی کپسوله شدن و در نتیجه افزایش قدرت بیماری‌زایی این باکتری است. نتایج نشان دادند که اسانس آویشن شیرازی دارای بیشترین فعالیت ضدباکتریایی در مقایسه با اسانس‌های دارچین و سیر بوده و با حداقل غلظت مهارکننده (MIC) برابر با 0/12 میکروگرم در میلی گرم رشد باکتری را به‌طور مؤثری متوقف کرد. علاوه بر آن، حتی در غلظت‌های پایین‌تر از حداقل غلظت مهارکننده نیز، اسانس آویشن توانست بیان ژن epsD را به‌طور معناداری سرکوب کند. این کاهش بیان ژن‌های کپسولی می‌تواند منجر به کاهش قدرت بیماری‌زایی باکتری شود که گامی مؤثر در جهت کنترل لاکتوکوکوزیس بدون نیاز به مصرف آنتی‌بیوتیک‌های رایج خواهد بود. این یافته‌ها پتانسیل بالای آویشن شیرازی را به‌عنوان یک عامل طبیعی برای پیشگیری یا درمان لاکتوکوکوزیس در آبزیان نشان می‌دهد، به‌ویژه در شرایطی که مقاومت باکتری‌ها به داروهای شیمیایی رو به افزایش است. استفاده از چنین ترکیبات گیاهی می‌تواند جایگزینی ایمن‌تر و سازگارتر با محیط‌زیست در صنعت آبزی‌پروری باشد (Soltani et al., 2014).

مطالعه‌ای در ایران نشان داده است که باکتری *Lactococcus garvieae* عامل اصلی بیماری لاکتوکوکوزیس در قزل‌آلای رنگین‌کمان، در استان‌های مختلف دارای تنوع ژنتیکی قابل توجهی است. این یافته اهمیت شناخت تنوع سویه‌های باکتریایی را در انتخاب روش‌های درمانی و پیشگیرانه از جمله استفاده از گیاهان دارویی برجسته می‌سازد. با توجه به تنوع ژنتیکی این پاتوژن، انتخاب ترکیبات گیاهی با طیف اثر گسترده و یا هدفمند می‌تواند نقش مؤثری در کنترل این بیماری در شرایط متغیر مزرعه‌ای ایفا کند (Salighehzadeh et al., 2018). بررسی سویه‌های *Lactococcus garvieae* جداشده از ماهیان و یک کروکودیل در ایران نشان داد که اغلب ژن‌های بیماری‌زا در این باکتری به‌طور مشترک حضور دارند و سویه‌ها عمدتاً به یک سروتیپ واحد تعلق دارند. این یافته نشان‌دهنده ثبات ژنتیکی عوامل بیماری‌زای

این پاتوژن است که می‌تواند در طراحی درمان‌های هدفمند از جمله استفاده از گیاهان دارویی مؤثر باشد. شناسایی و هدف‌گیری این ژن‌ها با ترکیبات گیاهی، رویکردی نوین برای کنترل لاکتوکوکوزیس در شرایط پرورش آبزیان فراهم می‌سازد (Salighehzadeh et al., 2020). بر اساس مطالعات مرور شده، گیاهان دارویی توانسته‌اند نقش موثری در بهبود شاخص‌های تولید، کاهش نیاز به درمان‌های دارویی، افزایش اثربخشی واکسن‌ها، تقویت سیستم ایمنی و ارتقاء مقاومت آبزیان پرورشی نسبت به بیماری‌ها ایفا کنند. این گیاهان نه تنها به عنوان جایگزینی مناسب برای شیمی‌درمانی و آنتی‌بیوتیک‌ها مطرح هستند، بلکه می‌توانند در چارچوب یک برنامه پیشگیری سبز و بدون آلاینده نیز به کار گرفته شوند. با توجه به خاص بودن اثر هر گیاه بر عامل بیماری‌زا، تعیین دوز بهینه و بررسی ایمنی سمیت گیاهان برای تدوین راهبردهای درمانی دقیق در آبی‌پروری ضرورت دارد. همچنین بررسی ترکیب‌های هم‌افزا میان گیاهان می‌تواند به عنوان موضوعی نوین و مؤثر در ارتقاء سلامت آبزیان مدنظر قرار گیرد (Dadras et al., 2023).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج مطالعات مرور شده در این تحقیق، می‌توان دریافت که استفاده از گیاهان دارویی در صنعت آبی‌پروری، به‌ویژه در پیشگیری و درمان بیماری‌های باکتریایی مانند استرپتوکوکوزیس و لاکتوکوکوزیس، یک راهکار مؤثر، ایمن، و از نظر زیست‌محیطی پایدار محسوب می‌شود. ترکیبات زیست‌فعال موجود در این گیاهان نظیر فنول‌ها، فلاونوئیدها، ترپنوئیدها و آلکالوئیدها قادرند با تقویت سیستم ایمنی ذاتی و اکتسابی، کاهش استرس، افزایش مقاومت در برابر عوامل پاتوژن و حتی تحریک رشد و بهبود عملکرد خوراک، نقش قابل توجهی در ارتقاء سلامت عمومی آبزیان ایفا کنند.

مطالعات تجربی متعدد نشان داده‌اند که استفاده از گیاهانی مانند سیاهدانه، آویشن شیرازی، میخک، رزماری، زیره و سایر عصاره‌های گیاهی نه تنها موجب بهبود شاخص‌های ایمنی نظیر فعالیت فاگوسیتی، لیزوزیمی، انفجار تنفسی و بیان ژن‌های ایمنی شده‌اند، بلکه در کاهش تلفات ناشی از آلودگی با *Lactococcus garvieae* و *Streptococcus iniae* نیز بسیار مؤثر بوده‌اند. برخی از این گیاهان توانسته‌اند به صورت مکمل در کنار واکسن‌ها نیز اثربخشی آن‌ها را افزایش داده و به عنوان محرک‌های ایمنی طبیعی عمل کنند.

با این حال، علی‌رغم پتانسیل بالای این رویکرد، چالش‌هایی نظیر فقدان اطلاعات کافی در خصوص دوز مناسب، روش‌های بهینه مصرف، سمیت احتمالی در دوزهای بالا، و عدم استانداردسازی فرمولاسیون‌های گیاهی، مانع از کاربرد وسیع و دقیق آن‌ها در مزارع پرورشی شده است. از این رو، انجام مطالعات کنترل‌شده و جامع‌تر در سطح آزمایشگاهی و مزرعه‌ای برای بررسی مکانیسم‌های عملکرد، پایداری در شرایط مختلف پرورش، و تعاملات احتمالی بین گیاهان و سایر ترکیبات جیره غذایی ضروری است.

در نهایت، با توجه به افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در سویه‌های باکتریایی، نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف داروهای شیمیایی و حساسیت روزافزون بازارهای بین‌المللی نسبت به باقی‌مانده‌های دارویی، بهره‌گیری از گیاهان دارویی به عنوان بخشی از راهبرد جامع سلامت در صنعت آبی‌پروری می‌تواند افقی نو برای توسعه پایدار، اقتصادی و ایمن این صنعت ترسیم کند. استفاده هدفمند از این ترکیبات، در کنار آموزش بهره‌برداران، تدوین دستورالعمل‌های کاربردی، و حمایت از تحقیقات میان‌رشته‌ای، می‌تواند نقش چشمگیری در کاهش وابستگی به داروهای شیمیایی و افزایش سلامت و کیفیت نهایی محصولات آبی‌ایفا کند.

منابع

- Abdelkhalek, N. K., Risha, E., Mohamed, A., Salama, M. F. and Dawood, M. A., 2020. Antibacterial and antioxidant activity of clove oil against *Streptococcus iniae* infection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its effect on hepatic hepcidin expression. *Fish & shellfish immunology*, 104: 478-488.
- Abu-Elala, N. M., Abd-Elsalam, R. M. and Younis, N. A., 2020. Streptococcosis, Lactococcosis and Enterococcosis are potential threats facing cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production. *Aquaculture research*, 51(10): 4183-4195.
- Abutbul, S., Golan-Goldhirsh, A., Barazani, O. and Zilberg, D., 2004. Use of *Rosmarinus officinalis* as a treatment against *Streptococcus iniae* in tilapia (*Oreochromis sp.*). *Aquaculture*, 238(1-4): 97-105.

- Afrashteh, R., Salighehzadeh, R., Pournia, M. and Mosafer, M., 2023.** Evaluation of antibiotic resistance pattern of *Streptococcus iniae* and *Lactococcus garvieae* isolated from diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmed fish in Chaharmahal and Bakhtiari province. *Journal of Aquatic Ecology*, 13(1): 66-77.
- Ahmad, M. H. and Abdel-Tawwab, M., 2011.** The use of caraway seed meal as a feed additive in fish diets: Growth performance, feed utilization, and whole-body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquaculture*, 314(1-4): 110-114.
- Athanassopoulou, F. and Roberts, R., 2004.** Streptococcal infections of farmed fish. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 55(2):136-144.
- Citarasu, T., 2010.** Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. *Aquaculture international*, 18(3):403-414.
- Dadras, F., Velisek, J. and Zuskova, E., 2023.** An update about beneficial effects of medicinal plants in aquaculture: A review. *Veterinární medicína*, 68(12):449.
- Fereidouni, M. S., Akhlaghi, M. and Alhosseini, A. K., 2013.** Antibacterial effects of medicinal plant extracts against *Lactococcus garvieae*, the etiological agent of rainbow trout lactococcosis. *International Journal of Aquatic Biology*, 1(3): 119-124.
- Kuebutornye, F. K. and Abarike, E. D., 2020.** The contribution of medicinal plants to tilapia aquaculture: a review. *Aquaculture international*, 28(3): 965-983.
- Raissy, M., Hashemi, S., Roushan, M., Jaafarian, M., Momtaz, H., Soltani, M. and Pirali Kheirabadi, E., 2018.** Effects of Satureja bachtiarica and Nigella sativa essential oils on the efficacy of lactococcosis vaccine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 17(1): 95-106.
- Salighehzadeh, R., Akhlaghi, M., Sharifiyazdi, H. and Soltanian, S., 2018.** Genetic Diversity of *Lactococcus garvieae* Isolated from Diseased Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Iran by RAPD-PCR. *Journal of Fisheries*, 71(1): 62-71.
- Salighehzadeh, R., Sharifiyazdi, H., Akhlaghi, M. and Soltanian, S., 2020.** Serotypes, virulence genes and polymorphism of capsule gene cluster in *Lactococcus garvieae* isolated from diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and mugger crocodile (*Crocodylus palustris*) in Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 21(1): 26.
- Santos, L. and Ramos, F., 2016.** Analytical strategies for the detection and quantification of antibiotic residues in aquaculture fishes: A review. *Trends in food science & technology*, 52: 16-30.
- Shiry, N., Soltanian, S., Shomali, T., Paknejad, H. and Hoseinifar, S. H., 2019.** Immunomodulatory effects of orally administrated florfenicol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) following experimental challenge with streptococcosis/lactococcosis. *International immunopharmacology*, 73: 236-245.
- Shiry, N., Soltanian, S., Shomali, T. and Salighehzadeh, R., 2020.** Effects of Oral Administration of Florfenicol on Some Hematological Indices of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Challenged with Streptococcosis/Lactococcosis Agents. *Journal of Veterinary Research/Majallah-i Tahqīqāt-i Dāmpizishkī University*, 75(3).
- Soltani, M., Mohamadian, S., Ebrahimzahe-Mousavi, H. A., Mirzargar, S., Taheri-Mirghaed, A., Rouholahi, S. and Ghodratnama, M., 2014.** Shirazi thyme (*Zataria multiflora*) essential oil suppresses the expression of the epsD capsule gene in *Lactococcus garvieae*, the cause of lactococcosis in farmed fish. *Aquaculture*, 433:143-147.
- Tadese, D. A., Song, C., Sun, C., Liu, B., Liu, B., Zhou, Q., Xu, P., Ge, X., Liu, M. and Xu, X., 2022.** The role of currently used medicinal plants in aquaculture and their action mechanisms: A review. *Reviews in Aquaculture*, 14(2): 816-847.
- Van Hai, N., 2015.** The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: A review. *Aquaculture*, 446: 88-96.
- Vendrell, D., Balcázar, J. L., Ruiz-Zarzuela, I., De Blas, I., Gironés, O. and Múzquiz, J. L., 2006.** *Lactococcus garvieae* in fish: a review. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 29(4): 177-198.
- Wang, P.-C., Maekawa, S. and Chen, S. C., 2022.** Streptococcosis. In *Aquaculture pathophysiology* (pp. 439-445). Elsevier.