

Investigating the role of medicinal plant extracts in the treatment of fish diseases: An environmentally friendly approach for the development of the aquaculture industry

Radkhah A.R.¹; Eagderi S.^{1*}; Sadeghinejad Masouleh E.²

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e Anzali, Iran

Abstract

High population density and poor hydrodynamic and nutritional conditions have led to increased susceptibility of fish to pathogens living in the water. So far, various drugs have been used to prevent economic losses caused by these pathogens. The use of antimicrobial drugs in the country's fisheries and aquaculture industry can lead to the emergence of resistance in pathogenic microorganisms. Today, fish farmers are looking for alternatives to antibiotics in the aquaculture industry, and medicinal plants are one of the available options for this purpose. Given the importance of medicinal plants in the aquaculture industry, the present study was conducted to provide information on the treatment of viral, bacterial and parasitic diseases in fish using these beneficial plants. The literature review showed that medicinal plants are rich in secondary metabolites and phytochemical compounds that are effective against viral, bacterial and parasitic diseases of fish. Medicinal plants have various effects such as growth promotion, immune system stimulation and reproductive system enhancement. In addition, these plants have anti-pathogenic properties in aquaculture due to their diverse bioactive compounds such as alkaloids, terpenoids, tannins, saponins and flavonoids. The main advantage of medicinal plants is that they are of natural origin, therefore, they do not pose a threat to human, fish and environmental health. Due to the wide diversity of plant species, especially medicinal plants, Iran is a suitable platform for extracting bioactive compounds from these valuable resources, which will provide future advances in the country's aquaculture industry.

Keywords: Medicinal plants, Fish diseases, Antibacterial activity, Antiparasitic activity, Bioactive compounds



مقاله مروری:

بررسی نقش عصاره گیاهان دارویی در درمان بیماری ماهیان

علیرضا رادخواه^۱، سهیل ایگدری^{۱*}، اسماعیل صادقی نژاد ماسوله^۲

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

۱- گروه شیلات، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۳

چکیده

تراکم بالای جمعیت و شرایط هیدرودینامیک ضعیف و تغذیه منجر به افزایش حساسیت ماهیان نسبت به عوامل بیماری‌زای ساکن در آب شده است. تاکنون به منظور جلوگیری از ضررهای اقتصادی ناشی از این عوامل بیماری‌زا، از داروهای مختلفی استفاده شده است. استفاده از داروهای ضد میکروبی در صنعت شیلات و آبزی پروری کشور می‌تواند منجر به بروز مقاومت در میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا شود. امروزه، پرورش دهندگان ماهی به دنبال جایگزین‌هایی برای آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت آبزی پروری بوده و گیاهان دارویی یکی از گزینه‌های موجود برای این منظور می‌باشند. با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در صنعت آبزی پروری، پژوهش حاضر به منظور ارائه اطلاعاتی در مورد درمان بیماری‌های ویروسی، باکتریایی و انگلی در ماهیان با استفاده از این گیاهان سودمند انجام گرفت. بررسی تحقیقات علمی مختلف نشان داد که گیاهان دارویی سرشار از متابولیت‌های ثانویه و ترکیبات فیتوشیمیایی هستند که در برابر بیماری‌های ویروسی، باکتریایی و انگلی ماهیان اثر می‌گذارند. گیاهان دارویی دارای اثرات مختلفی از قبیل تقویت رشد، تحریک سیستم ایمنی و تقویت سیستم تولیدمثل هستند. علاوه بر این، این گیاهان به دلیل برخورداری از ترکیبات زیست فعال متنوع مانند آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، تانن‌ها، ساپونین‌ها و فلاونوئیدها، دارای خواص ضدبیماری‌زایی در پرورش آبزیان هستند. مزیت اصلی گیاهان دارویی این است که دارای منشاء طبیعی هستند، از این‌رو، تهدیدی برای سلامت انسان، ماهی و محیط زیست به‌شمار نمی‌روند. کشور ایران به دلیل برخورداری از تنوع وسیع گونه‌های گیاهی به‌ویژه گیاهان دارویی بستر مناسبی برای استخراج ترکیبات زیست فعال از این منابع ارزشمند می‌باشد که موجبات پیشرفت‌های آتی در صنعت آبزی پروری کشور را فراهم خواهد ساخت.

کلمات کلیدی: گیاهان دارویی، بیماری ماهیان، فعالیت ضدباکتریایی، فعالیت ضد انگلی، ترکیبات زیست فعال.

مقدمه

در عصر حاضر، آبی‌پروری به عنوان یکی از صنایع کلیدی و پیش‌رو در جهان به‌شمار می‌رود که نقش مهمی در تامین امنیت غذایی بشر ایفاء می‌نماید. بر طبق آمار ارائه شده در بخش شیلات و آبی‌پروری، انتظار می‌رود که سال ۲۰۲۴ شاهد کاهش فعالیت در بخش صیادی در کنار گسترش قوی در آبی‌پروری باشد (World Aquaculture Society, 2024; EFFOP, 2024). در مجموع، پیش‌بینی می‌شود در مجموع تولید غذاهای دریایی ۴/۲ میلیون تُن یا ۲/۲ درصد رشد کند و به مجموع تولید ۱۹۱ میلیون تُن برسد که انتظار می‌رود ۱۶/۷ میلیون تُن برای مصارف غذایی استفاده شود که نشان‌دهنده افزایش ۳/۳ درصدی از سال ۲۰۲۳ است (EFFOP, 2024). پیش‌بینی می‌شود که آبی‌پروری به‌تنهایی ۳/۳ درصد رشد کند و به ۱۰۰/۸ میلیون تُن برسد. این رشد تا حد زیادی به افزایش تولید میگوی پرورشی، همراه با افزایش کمتر صدف و کپور نسبت داده می‌شود. با این حال، به رغم این دستاوردها، این بخش همچنان با برخی چالش‌ها از جمله قیمت‌های پایین بازار و هزینه‌های تولید بالا دست و پنجه نرم می‌کند (World Aquaculture Society, 2024; EFFOP, 2024). علاوه بر این، گسترش بیماری‌های مختلف در مراکز و تاسیسات آبی‌پروری و به دنبال آن، خسارت‌های کلان اقتصادی یکی دیگر از چالش‌های مطرح در این زمینه بوده که بسیاری از تولیدکنندگان و مدیران شیلاتی را با مشکلات عدیده‌ای مواجه کرده است (Ali et al., 2020). ماهیان مستعد ابتلا به بیماری‌های متعددی هستند که می‌تواند منجر به ضررهای اقتصادی فراوان در صنعت شیلات و آبی‌پروری شود (Senthamarai et al., 2023). این گروه از آبزیان در معرض میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای متعددی قرار دارند که در محیط آب زیست می‌کنند. تراکم زیاد پرورش، شرایط ضعیف هیدرودینامیک و تغذیه منجر به تغییرات فیزیولوژیک در ارگانیسم‌ها، استرس و سرکوب سیستم ایمنی می‌شود و در نتیجه حساسیت ماهیان به عفونت‌ها را افزایش می‌دهد (Radkhah and Eagderi, 2019, 2020; Li et al., 2024). فقدان موانع بهداشتی، گسترش میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا را تسهیل می‌کند و منجر به مرگ‌ومیر بالای ماهیان می‌شود (Irshath et al., 2023).

امروزه به منظور جلوگیری از ضررهای اقتصادی بزرگ ناشی از بیماری ماهی، از داروهای مختلفی برای پیشگیری و درمان

استفاده می‌شود (Radkhah and Eagderi, 2021). این داروها اغلب به عنوان افزودنی در غذای ماهی برای تقویت رشد و گاهی اوقات به صورت حمام (غوطه‌وری) یا تزریق استفاده می‌شوند (Zhang et al., 2022). استفاده از داروهای ضدباکتریایی می‌تواند منجر به ایجاد مقاومت در برابر پاتوژن‌های میکروبی در ماهیان شود و از بروز بیماری‌های مختلف در این موجودات جلوگیری کند. با این حال، توسعه واکنش‌ها علیه بسیاری از پاتوژن‌های درون سلولی هنوز موفقیت‌آمیز نبوده است. در چند سال گذشته، بسیاری از محققین به دنبال موادی بودند که می‌توانند جایگزین آنتی-بیوتیک‌ها در روند درمان شوند. بررسی مطالعات مختلف نشان داده است که گیاهان دارویی می‌توانند یکی از این جایگزین‌ها باشند. اگرچه گیاهان دارویی هزاران سال است که برای درمان بیماری‌ها در انسان مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما تحقیقات در مورد اثرات آنها بر بیماری ماهیان نسبتاً اندک است. گیاهان دارویی را می‌توان نه تنها به عنوان یک ابزار درمانی بلکه به عنوان محرک رشد برای پیشگیری از استرس و بیماری‌های عفونی مورد استفاده قرار داد (Düğenci et al., 2003).

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در صنعت آبی‌پروری، مطالعه حاضر با هدف ارائه اطلاعاتی پیرامون درمان بیماری‌های ویروسی، باکتریایی و انگلی در ماهیان از طریق این گروه از گیاهان به اجرا درآمد. این اطلاعات می‌تواند در عرصه مدیریت پایدار صنعت شیلات و توسعه آبی‌پروری مورد استفاده کارشناسان و مدیران مربوطه قرار گیرد.

گیاهان دارویی حاوی ترکیبات زیست‌فعال

گیاهان دارویی هزاران سال است که در پزشکی بشر به عنوان تقویت‌کننده سیستم ایمنی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، این گیاهان جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها در آبی‌پروری هستند (Zhu, 2020) و تعداد زیادی از آن‌ها با خواص ضد ویروسی، ضد باکتریایی و ضد انگلی در درمان بیماری ماهیان استفاده می‌شوند (Abdallah et al., 2023). چندین قسمت از این گیاهان دارویی برای استخراج مواد موثره استفاده می‌شود که برگ‌ها، میوه‌ها، ریشه‌ها، دانه‌ها، پوست درخت و پیاز بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. گیاهان دارویی سرشار از متابولیت‌های ثانویه و ترکیبات فیتوشیمیایی مختلف مانند تانن‌ها، آلکالوئیدها و فلاونوئیدها هستند که بر بیماری‌های مختلف ماهی تأثیر می‌

غیرممکن است. اشکال این روش این است که ماهی باید از آب خارج شده، درمان شده و مجدداً به محیط آب برگردانده شود. این مسئله منجر به ایجاد استرس در موجود زنده می‌شود (Reverter et al., 2014).

تزریق درون صفاقی عصاره گیاهان دارویی یک عمل نسبتاً نادر برای درمان عفونت‌های باکتریایی است، اما این روش بهترین شیوه برای ارائه دوز مناسب است (Liao et al., 2022). تزریق به سرعت منجر به افزایش سطح خون و بافت ماده ضد باکتریایی می‌شود. با وجود این، از معایب این روش می‌توان به استرس ناشی از خارج کردن ماهی از آب و خود تزریق اشاره کرد. ماهی نباید ۲۴ ساعت قبل از تزریق، تغذیه شود. تزریق نادرست می‌تواند منجر به چسبندگی صفاقی، مشکلات تخمک‌گذاری و مرگ شود (Reverter et al., 2017).

گیاهان دارویی را می‌توان صرفاً یا همراه با عناصر کمیاب و پروبیوتیک‌ها برای درمان بیماری‌های ماهی استفاده کرد. Ardó و همکاران (۲۰۰۸) عصاره‌های گیاهی *Astragalus membranaceus* و *Lonicera japonica* را به طور مستقل یا به صورت ترکیب باهم به خوراک ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) طی ۴ هفته اضافه کردند. این امر منجر به افزایش فعالیت فاگوسیتیک و تنفسی سلول‌های فاگوسیت کننده خون شد. در آلودگی تجربی با *A. hydrophila*، کمترین میزان مرگ و میر در گروه ماهیانی که هر دو با گیاهان دارویی به اضافه بور تغذیه شده بودند، نشان داده شد. Wu و Jian (۲۰۰۴) دریافتند که ترکیب ریشه گون و ریشه گلپر چینی (۵:۱) به میزان ۱ درصد به خوراک ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) طی ۲۰ روز افزایش ایمنی غیراختصاصی را نشان داد. همین گیاهان دارویی در یک نسبت خاص، ایمنی غیراختصاصی و مقاومت ماهی شوریده زرد بزرگ (*Pseudosciaena crocea*) را در برابر *Vibrio alginolyticus* افزایش دادند. در میان ماهیان تیلاپیا (*O. niloticus*) که به طور تجربی با *A. hydrophila* آلوده شده بودند، بیشترین میزان بقاء در گروه‌های مکمل با ترکیب *Allium sativum* و *Echinacea purpurea* به مدت ۳ ماه مشاهده شد (El-Gammal et al., 2025).

روش انتخابی برای استفاده از گیاهان دارویی در ماهیان مبتلا به بیماری‌های باکتریایی، مصرف مکمل‌های غذایی آنها در سطوح ۰/۱-۲ درصد به مدت ۴۲-۵ روز است. در برخی موارد، ماهی مبتلا از طریق غوطه‌وری یا تزریق درون صفاقی عصاره آبی گیاه

گذارد. این مواد زیست‌فعال بیشتر با متانول، اتانول و اتیل استات استخراج می‌شوند و حلال‌های آلی در استخراج متابولیت‌های فعال ثانویه با عملکرد ضد میکروبی کارآمدتر از آب هستند (Wu et al., 2011).

اهمیت گیاهان دارویی در صنعت آبزی‌پروری

روش‌های کاربرد گیاهان دارویی در بخش آبزی‌پروری شامل استفاده از این مواد در خوراک، تولید عصاره و غوطه‌ور کردن ماهی در آن و تزریق درون صفاقی است. این سه روش پیشگیری و درمان بیماری‌های مختلف ماهی، هیچ‌گونه خطر آلودگی محیط‌زیست، آسیب به ماهی، انسان یا سایر موجودات را به دنبال ندارد، زیرا گیاهان دارویی محصولات طبیعی هستند (Van Hai, 2015). برخلاف استفاده از داروهای مختلف دامپزشکی که توصیه می‌شود تعداد کمی از ماهی‌ها را به منظور بررسی میزان تحمل آنها درمان کنند، هنگام استفاده از گیاهان دارویی این کار ضروری نیست. همچنین لازم نیست قبل از مصرف ماهی تحت درمان با گیاه، یک دوره قرنطینه خاص را طی کند، زیرا گیاهان دارویی محصولات طبیعی هستند و بیشتر آنها برای مصرف کنندگان بی‌خطر هستند (Reverter et al., 2017).

استفاده خوراکی از گیاهان دارویی یک روش ارجح است. افزودن آنها به خوراک می‌تواند بیماری‌های باکتریایی در ماهیان را درمان کند. گیاهان دارویی می‌توانند برای اهداف پیشگیرانه به خوراک اضافه شوند و رشد ماهی را تحریک کنند. دوز درمان یا پیشگیری بر اساس گیاه دارویی مورد استفاده و اندازه ماهی تعیین می‌شود (Liao et al., 2022)، اما مصرف بیش از حد تقریباً غیرممکن است. یک اشکال بالقوه در این زمینه این است که بسیاری از این گیاهان دارویی به اندازه کافی برای گونه‌های مختلف ماهی مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند و جذب آنها در دستگاه گوارش می‌تواند در گونه‌های مختلف متفاوت باشد (Dadras et al., 2023).

حمام کردن (غوطه‌ورسازی) ماهی در محلول‌های مختلف گیاهان دارویی نیز می‌تواند نتایج خوبی به همراه داشته باشد. با تهیه عصاره‌های مختلف گیاهی و غوطه‌ور کردن ماهی در آنها می‌توان بیماری‌های باکتریایی و قارچی را درمان کرد. دوز درمان یا پیشگیری باید مطابق با گیاه دارویی مورد استفاده و مقدار ماهی تعیین شود (Dadras et al., 2023). با این حال، مصرف بیش از حد، بر خلاف زمانی که از مواد شیمیایی استفاده می‌شود، تقریباً

درصد بود. Zhang و همکاران (۲۰۱۳) هیچ گربه ماهی کانالی مُرده‌ای (*Ictalurus punctatus*) مبتلا به انگل *Ichthyophthirius multifiliis* را پس از درمان با ۸۰ میلی گرم در لیتر پنتاگالویل گلوکز استخراجی از *Galla chinensis* گزارش نکردند. علاوه بر تحقیقات مذکور، در پژوهش‌های دیگر نیز میزان تحمل و متوسط غلظت کشندگی^۱ (LC₅₀) عصاره‌های گیاهی در گونه‌های مختلف ماهی مورد مطالعه قرار گرفت. بر طبق گزارش Ekanem و همکاران (۲۰۰۴)، ماهی کاراس (*Carassius auratus*) عصاره متانولی *Mucuna pruriens* را در غلظت‌های ۶۰۰ و ۸۰۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۹۶ ساعت و عصاره پترولیوم اتر گیاه پاپایا (*Carica papaya*) را در غلظت‌های ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر تحمل کرد. با وجود این، برخی از گیاهان دارویی برای ماهیان سمی بودند. LC₅₀ عصاره متانولی *Macleaya cordata* برای ماهی کاراس (*C. auratus*) ۸۱/۴ میلی گرم در لیتر بود. سمیت عصاره‌های اتیل استات و پترولیوم اتر در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر کم بود (Stratev et al., 2018).

عملکرد گیاهان دارویی در درمان بیماری‌های

ماهی

برخی از نحوه عملکرد گیاهان دارویی شامل تحریک پاسخ ایمنی سلولی و هومورال است که از طریق افزایش شاخص‌های ایمنی کنترل می‌شود (Di Sotto et al., 2020). محققان دریافتند که سطوح مختلفی از تحریک ایمنی توسط گیاهان دارویی در غلظت‌های مختلف از طریق تزریق، غوطه‌وری یا تجویز خوراکی نشان داده شده است (Awad and Awaad, 2017). همچنین، گزارش‌های به‌دست آمده نشان داده است که *Staphylococcus aureus* یکی از عوامل باکتریایی است که می‌تواند باعث عفونت‌های پوستی، اندوکاردیت، سپتی‌سمی، مننژیت، سندرم شوک سمی، گاستروانتریت و مسمومیت غذایی استافیلوکوک شود (Tong et al., 2015). اسید کلروژنیک (یک متابولیت گیاهی ثانویه) فعالیت ضد میکروبی علیه *S. aureus* از خود نشان داد و Li و همکاران (۲۰۱۴) نحوه عملکرد اسید کلروژنیک را در برابر *S. aureus* مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهشگران

دارویی درمان می‌شود (Tiamiyu et al., 2021). انگل‌های خارجی با غوطه‌وری به مدت ۱ ساعت تا ۱۰ روز درمان می‌شوند در حالی که سایر گیاهان دارویی به غذای ماهیان بیمار اضافه می‌شوند (Tagboto and Townson, 2001). در مطالعه Reverter و همکاران (۲۰۱۷) غلظت گیاه دارویی با زمان لازم برای از بین رفتن انگل‌های خارجی همبستگی مثبت داشت. Stratev و همکاران (۲۰۱۸) تزریق درون صفاقی عصاره‌ها را به مدت ۸ هفته و غوطه‌وری ۷۲ ساعته برای درمان بیماری‌های ویروسی در ماهی انجام دادند. دوز مورد استفاده به عصاره‌های گیاهی، گونه‌های ماهی و مسیر مصرف بستگی داشت. اثر گیاهان دارویی وابسته به دوز است و خطر مصرف بیش از حد آن وجود دارد (Phua et al., 2009). Militz و همکاران (۲۰۱۴) شواهدی ارائه کردند مبنی بر این‌که عصاره سیر (*Allium sativum*) که به عنوان مکمل غذایی به ماهیان باراموندی (*Neobenedenia Lates calcarifer*) داده می‌شود، در برابر *Neobenedenia sp.* موثر است. استفاده از عصاره سیر در مکمل‌های غذایی به مدت ۳۰ روز موجب شد تا میزان عفونت آلودگی را تا ۷۰ درصد در مقایسه با گروه شاهد کاهش داد. عصاره سیر حاوی ۰/۷۶ و ۱/۵۲ میکرولیتر در لیتر آلیسین به طور قابل ملاحظه‌ای میزان عفونت *Neobenedenia sp.* را به ترتیب به ۲۵ و ۱۱ درصد کاهش داد.

در مطالعه Reverter و همکاران (۲۰۱۷) و Stratev و همکاران (۲۰۱۸) مزیت اصلی گیاهان دارویی این است که منشأ طبیعی دارند و تهدیدی برای سلامت انسان، ماهی‌ها و محیط‌زیست به‌شمار نمی‌روند. تاکنون، مطالعات مختلفی به منظور بررسی اثرات سمی عصاره‌های گیاهی انجام شده است. برای مثال، Abutbul و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که *Rosmarinus officinalis* حاوی خوراک برای ماهی تیلاپیاست و بی‌خطر است. از دیدگاه Thanigaivel و همکاران (۲۰۱۵) عصاره آبی *Padina gymnospora* در غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر و عصاره اتانولی *Padina gymnospora* با غلظت ۲۵۰ میلی گرم در لیتر برای ماهیان تیلاپیا سمی نبودند. در مطالعه دیگری، مشخص گردید که غوطه‌ور کردن ماهی قزل آلاي چام و ماهی سالمون ماسو در ۰/۳ درصد عصاره چای سبز به مدت ۳۰ یا ۶۰ دقیقه منجر به مرگ این گونه‌های آبی نمی‌شود. Fridman و همکاران (۲۰۱۴) نیز دریافتند که بقاء گوپی (*Poecilia reticulata*) پس از غوطه‌وری در ۱۲/۵ میلی گرم در لیتر عصاره آبی سیر (*Allium Sativum* L.) تا مدت زمان ۱ ساعت، ۱۰۰ و ۶۰

¹ Lethal concentration 50

ماهی، سمی هستند (Junior and Baldisserotto, 2021). گونه‌های فعال اکسیژن تولیدی از نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها می‌توانند باکتری‌ها را از بین ببرند. بنابراین، عنصر اولیه دفاع غیراختصاصی در ماهیان را تشکیل می‌دهند (Van Hai, 2015; Junior and Baldisserotto, 2021).

همان‌طوری که Talpur و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند، مکمل غذایی *Zingiber officinale* ایمنی غیر اختصاصی ماهی باس آسیایی (*Lates calcarifer*) را بهبود بخشید. این در حالی است که Aqmasjed و همکاران (۲۰۲۳) اثر ایمنی تحریک‌کننده گزنه را از طریق افزایش فعالیت فاگوسیتیک و لیزوزیم در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) گزارش کردند. ترکیب گون و گاندورما باعث تحریک فعالیت انفجاری تنفسی، فاگوسیتوز و لیزوزیم در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شد (Hoseinifar et al., 2019). اثر تحریک‌کننده ایمنی *Tinospora cordifolia* از طریق افزایش فعالیت‌های لیزوزیم، آنتی‌پروتئاز و مکمل و تولید گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن در تیلاپای موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*) آشکار شد (Alsuhaibani and Khan, 2017).

تجویز هم‌زمان *Scutellaria baicalensis* و *Lactobacillus sakei* BK19 باعث افزایش فعالیت مکمل و آنتی‌پروتئاز و تولید گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن در گونه *Oplegnathus fasciatus* شد. افزودن ۱ و ۲ درصد *Eriobotrya japonica* به خوراک ماهی هامور (*Epinephelus bruneus*) پاسخ ایمنی ماهی را افزایش داد. شایان ذکر است، گیاهانی از قبیل *Ficus carica*، *Radix isatidis* و *Schisandra chinensis* هنگامی که به عنوان محرک ایمنی استفاده می‌شوند، توانستند پاسخ ایمنی را در گونه‌های ماهی بهبود بخشند (Wang et al., 2016).

مکمل غذایی هامور (*Epinephelus bruneus*) با ۱ و ۲ درصد *S. glabrescens* فعالیت مکمل و گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن و تولید میلوپراکسیداز را به طور قابل توجهی افزایش داد (Harikrishnan et al., 2011). مطالعات نشان داد که فعالیت فاگوسیتی و لیزوزیم به دنبال افزودن ۱ و ۲ درصد *Lactuca indica* به خوراک ماهی هامور (*Epinephelus bruneus*) بهبود یافته است (Harikrishnan et al., 2011a).

گزارش کردند، هنگامی که *S. aureus* با اسید کلروژنیک تیمار شود، مشاهدات آزمایشگاهی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نشان داد که غشاء سلولی *S. aureus* به وسیله اسید کلروژنیک آسیب می‌بیند. بر طبق این نتیجه، مشخص گردید که اسید کلروژنیک از تکثیر *S. aureus* جلوگیری می‌کند و نفوذپذیری غشاء سلولی را از بین می‌برد. این خواص ضد میکروبی موجود در عصاره‌های گیاهی برای درمان بیماری‌های ماهی در تحقیقات مشابه دیگر مانند Castro و همکاران (۲۰۰۸) نیز مشاهده شد. گیاهان همچنین می‌توانند به عنوان محرک سیستم ایمنی عمل کرده و مکانیسم‌های دفاعی غیر اختصاصی ماهی را القاء نمایند و پاسخ ایمنی را افزایش دهند (Di Sotto et al., 2020). از آنجایی که عصاره‌های گیاهی حاوی متابولیت‌های ثانویه بی‌شماری متعلق به چندین دسته از محصولات طبیعی هستند، باید تحقیقات ویژه‌ای برای تعیین دقیق مکانیسم‌های عملکرد عصاره‌های گیاهی صورت گیرد.

تقویت سیستم ایمنی

عصاره‌های گیاهی دارای خواص مختلفی مانند ضد استرس، تقویت رشد، تحریک اشتها و تحریک سیستم ایمنی و پیشگیری از بیماری‌ها در پرورش ماهیان هستند (Reverter et al., 2014). این فعالیت‌ها تا حدی به وسیله آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، تانن‌ها، ساپونین‌ها، گلیکوزیدها، فلاونوئیدها، فنول‌ها، استروئیدها و اسانس‌های موجود در گیاهان ایجاد می‌شوند (Reverter et al., 2023; Dubale et al., 2017). این ترکیبات زیست‌فعال هر دو پاسخ ایمنی اختصاصی و غیر اختصاصی را در ماهی افزایش می‌دهند (Sorrenti et al., 2023). سیستم ایمنی ذاتی از ماکروفاژها، مونوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها و لیزوزیم تشکیل شده است و سلول‌های فاگوسیتی مهم‌ترین اجزاء هستند (Van Hai, 2015). لیزوزیم در پاسخ ایمنی ذاتی مهم است زیرا به دیواره سلولی باکتری آسیب می‌رساند و مکمل و فاگوسیتوز باکتری‌ها، انگل‌ها و ویروس‌ها را فعال می‌کند (Aristizábal and González, 2013). بنابراین، استفاده از گیاهان به عنوان محرک سیستم ایمنی برای تقویت سیستم ایمنی ذاتی و جلوگیری از بیماری ماهی گزارش شد (Awad and Awaad, 2017). توانایی گلبول‌های سفید خون در کشتن پاتوژن‌های باکتریایی یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های دفاعی است. گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن برای باکتری‌های عامل بیماری در

مثبت و گرم منفی هستند (Van Hai, 2015). بیشتر گیاهان دارویی در برابر عوامل باکتریایی از قبیل *Aeromonas* *V. parahaemolyticus*, *Vibrio harvii*, *hydrophila*, *Edwardsella tarda*, *V. splendidus*, *carchariae*, *Streptococcus agalactiae*, *Pseudomonas aeruginosa* و *S. iniae* مورد استفاده قرار می‌گیرند (Shohreh et al., 2024).

گیاهانی مانند گون (*Astragalus membranaceus*), *Radix Lonicera japonica*, *Ganoderma lucidum*, *Achyranthes aspera*, *Toona sinensis*, *isatidis*, *Schisandra*, *Ficus carica*, *Withania somnifera*, *Withania somnifera*, *Achyranthes aspera*, *chinensis*, *Ocimum* و *Tinospora cordifolia*, *Curcuma longa* با موفقیت برای درمان بیماری‌های ناشی از عامل باکتریایی *Aeromoniasis* در ماهیان استفاده شده‌اند (Kaleeswaran et al., 2011; Stratev et al., 2018). لازم به‌ذکر است که گونه‌های مختلف گیاهی از قبیل *Lactuca indica* و *Rosmarinus officinalis* نیز می‌توانند به‌عنوان داروهای جایگزین ضدباکتریایی برای کنترل عفونت *Streptococcus iniae* در هامور صخره‌ای (*Epinephelus* *abutbul*) و تیلاپیا (*Oreochromis spp.*) باشند (et al., 2004).

خوراک تکمیل شده با *Zingiber officinale*, *Eriobotrya*, *Scutellaria*, *Astragalus membranaceus*, *japonica*, *Forsythia* و *Siegesbeckia glabrescens*, *baicalensis* spp. برای درمان بیماری ناشی از عامل باکتریایی *Vibrio* در ماهیان مورد استفاده قرار گرفت (Harikrishnan et al., 2012; Talpur et al., 2013; Stratev et al., 2018). Harikrishnan و همکاران (۲۰۱۱b) اظهار داشتند که عصاره *Padina gymnospora* را می‌توان برای درمان عفونت ناشی از عامل باکتریایی *Pseudomonas aeruginosa* در *O. Scutellaria* *mossambicus* استفاده کرد درحالی‌که *Scutellaria* *baicalensis* از ماهی آرواره چاقویی راه‌راه (*Oplegnathus fasciatus*) در برابر *Edwardsiella tarda* محافظت کرد. Pratheepa و Sukumaran (۲۰۱۱) نیز دریافتند که عصاره *Euphorbia hirta* تولید آنتی‌بادی را در ماهی کپور معمولی *Pseudomonas fluorescens* به‌دنبال عفونت با عامل باکتریایی افزایش می‌دهد.

تحقیقات نشان داد که مصرف هم‌زمان *Scutellaria baicalensis* و *Lactobacillus sakei* BK19 باعث افزایش فعالیت لیزوزیم، مکمل و آنتی‌پروتئاز و تولید گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن در ماهی *Oplegnathus fasciatus* شد (Kim et al., 2011). بر طبق مطالعات انجام شده، *A. Fructus Forsythiae* و *S. baicalensis membranaceus* به عنوان محرک ایمنی بر درام قرمز (*Sciaenops ocellatus*) عمل کردند. استفاده از گونه گیاهی *Toona sinensis* در تغذیه ماهی تیلاپیا، افزایش قابل توجهی در انفجار تنفسی، فاگوسیتیک و فعالیت لیزوزیم نشان داد (Wu et al., 2010). همچنین استفاده از مکمل با ۰/۵ درصد *Achyranthes aspera*، غلظت لیزوزیم و اکسید نیتریک را در ماهی رهو (*Labeo rohita*) افزایش داد (Chakrabarti and Srivastava, 2012). افزودن *Withania somnifera* به خوراک ماهی رهو منجر به فعالیت فاگوسیتیک بالاتر، سطح ایمونوگلوبولین کامل و فعالیت لیزوزیم شد. Sahu و همکاران (۲۰۰۸) اظهار کردند که فعالیت لیزوزیم، تولید آنیون سوپراکسید و فعالیت باکتری‌کشی پس از مصرف ۶۰ روزه مکمل غذایی ماهی رهو (*L. rohita*) با *Curcuma longa* افزایش یافت. گیاه *Cynodon dactylon* یک اثر ایمنی بر کپور هندی (*Catla catla*) داشت که موجب افزایش فعالیت لیزوزیم، فعالیت ضدپروتئاز و مکمل همولیتیک و گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن و فعالیت میلوپراکسیداز در این گونه ماهی شد (Kaleeswaran et al., 2011).

عصاره اتانولی *Tinospora cordifolia* به طور قابل توجهی فعالیت نوتروفیل‌ها را افزایش داد. Das و همکاران (۲۰۱۵) تایید کردند که مکمل غذایی *Ocimum sanctum* باعث افزایش فعالیت لیزوزیم، ایمونوگلوبولین، پروتئین کل سرم، گلوبولین، تعداد گلبول‌های قرمز، تعداد گلبول‌های سفید و محتوای هموگلوبین در ماهی رُهو (*Labeo rohita*) می‌شود. Pratheepa و Sukumaran (۲۰۱۱) متوجه افزایش فعالیت فاگوسیتیک در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) متناسب با سطح رژیم غذایی *Euphorbia hirta* شدند.

خواص ضدباکتریایی

تاکنون خواص ضدباکتریایی گیاهان دارویی در صنعت آبی‌پروری در قالب تحقیقات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (جدول ۱). بررسی تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که این گیاهان دارای فعالیت ضدباکتریایی در برابر باکتری‌های گرم

جدول ۱: اثرات ضد باکتریایی گیاهان دارویی روی گونه‌های مختلف ماهی (Stratev et al., 2018)

گیاه دارویی	نحوه استفاده	آماده‌سازی	مقدار دوز	گونه ماهی	عامل باکتریایی
<i>Urtica dioica</i>	افزودنی غذایی	عصاره متانولی	۰/۱ و ۰/۵ گرم بر کیلوگرم خوراک به مدت ۳۰ روز	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>
<i>Padina gymnospora</i>	حمام (غوطه‌وری)	عصاره های آبی و اتانولی	۵۰۰-۱۰۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۱۵ روز	<i>Oreochromis mossambicus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Eriobotrya japonica</i>	افزودنی غذایی	عصاره اتانولی	۱ و ۲ درصد به مدت ۴ هفته	<i>Epinephelus bruneus</i>	<i>Vibrio carchariae</i>
<i>Andrographis paniculata</i>	افزودنی غذایی	عصاره آبی	نسبت های ۴:۳۶ و ۵:۳۵ (وزنی/وزنی) به مدت ۲ هفته	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Streptococcus agalactiae</i>
<i>Euphorbia hirta</i>	افزودنی غذایی	عصاره آبی	۵، ۱۰، ۲۰، ۲۵ و ۵۰ گرم بر کیلوگرم خوراک به مدت ۵۰ روز	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
<i>Ocimum sanctum</i>	افزودنی غذایی	عصاره آبی	-	-	<i>Labeo rohita</i>
<i>Toona sinensis</i>	داخل صفافی	عصاره آب گرم	۴ یا ۸ میکروگرم در گرم	<i>Oreochromis mossambicus</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>
<i>Achyranthes aspera</i>	افزودنی غذایی	-	۰/۱، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد برای ۷۰ روز	<i>Labeo rohita</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>
<i>Withania somnifera</i>	افزودنی غذایی	پودر	۱/۲ و ۳ گرم بر کیلوگرم به مدت ۴۲ روز	<i>Labeo rohita</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>
<i>Curcuma longa</i>	افزودنی غذایی	پودر	۰/۱، ۰/۵ و ۱ گرم بر کیلوگرم خوراک به مدت ۶۰ روز	<i>Labeo rohita</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>
<i>Tinospora cordifolia</i>	داخل صفافی	عصاره اتانولی	۰/۸، ۰/۱ یا ۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۳ هفته	<i>Oreochromis mossambicus</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	افزودنی غذایی	عصاره اتانولی	۰/۰۵، ۰/۵ و ۵ درصد برای ۶۰ روز	<i>Catla catla</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>
<i>Rosmarinus officinalis</i>	افزودنی غذایی	برگ‌های خشک، عصاره اتیل استات خشک شده	نسبت های ۳:۱۷ و ۱:۲۴ (وزنی/وزنی) به مدت ۵ روز	<i>Oreochromis spp.</i>	<i>Streptococcus iniae</i>
<i>Lactuca indica</i>	افزودنی غذایی	پودر	۱ و ۲ درصد به مدت ۴ هفته	<i>Epinephelus bruneus</i>	<i>Streptococcus iniae</i>

Ichthyobodo necator, *Gyrodactylus kobayashii*
P. Philasterides spopriachodinathus
Stratev et al., 2018
dicentradinapus مورد مطالعه قرار گرفته است (

خواص ضد انگلی
 تاکنون، در بسیاری از تحقیقات (جدول ۲)، اثرات ضدانگلی
 گیاهان به طور عمده در برابر انگل‌های خارجی مانند
Dactylogyrus vastator, *Ichthyophthirius multifiliis*
Gyrodactylus turnbulli, *Dactylogyrus intermedius*

جدول ۲: اثرات ضد انگلی گیاهان دارویی روی گونه‌های مختلف ماهی (Stratev et al., 2018)

گیاه دارویی	نحوه استفاده	آماده‌سازی	دوز	گونه ماهی	عامل انگلی
<i>Allium sativum</i>	حمام (غوطه-وری)	روغن سیر	۳ پی.پی.ام به مدت ۱ ساعت	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Trichodina</i> , <i>Gyrodactylus</i>
<i>Allium sativum</i>	حمام (غوطه-وری)	عصاره آبی	۷/۵ و ۱۲/۱۵ میلی-لیتر در لیتر به مدت ۱ ساعت	<i>Poecilia reticulata</i>	<i>Gyrodactylus turnbulli</i>
<i>Euphorbia fischeriana</i>	حمام	عصاره اتیل استات	۱۴ میلی گرم در لیتر به مدت ۴۸ ساعت	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus vastator</i>
<i>Eupatorium fortunei</i>	حمام	عصاره کلروفرم	۵۰۰ میلی گرم در لیتر پس از ۴۸ ساعت مواجهه	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>
<i>Galla chinensis</i>	حمام	عصاره اتیل استات	۲۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۱۰ روز	<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>
<i>Allium sativum</i>	حمام	عصاره آبی	۲۰۰ پی.پی.ام به مدت ۲۴ ساعت	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Trichodina</i>
<i>Hericium erinaceum</i>	افزودنی غذایی	عصاره اتانولی	۰/۱ و ۱ درصد به مدت ۴ هفته	<i>Paralichthys olivaceus</i>	<i>Philasterides dicentrarchi</i>
<i>Dioscorea collettii</i>	حمام	اتیل استات، کلروفرم و عصاره متانولی	۸۰ و ۱۲۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۴۸ ساعت	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>
<i>Citrus medica</i>	حمام	عصاره کلروفرم و اتیل استات	۱۰۰ و ۱۲۵ میلی گرم در لیتر برای ۴۸ ساعت	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	حمام	عصاره آبی	۱ میلی لیتر عصاره به ۱۰۰ میلی لیتر آب دریا پس از ۲۴ ساعت مواجهه	<i>Lates calcarifer</i>	<i>Neobenedenia</i> sp.
<i>Clematis chinensis</i>	حمام	عصاره اتیل استات	۲۲۵ میلی گرم در لیتر پس از ۴۸ ساعت مواجهه	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>
<i>Artemisia argyi</i>	حمام	عصاره اتیل استات	۳۰۰ میلی گرم در لیتر پس از ۴۸ ساعت مواجهه	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>
<i>Lysima chiachristinae</i>	حمام	عصاره اتیل استات	۱۵۰ میلی گرم در لیتر پس از ۴۸ ساعت	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>

گیاه دارویی	نحوه استفاده	آماده سازی	دوز	گونه ماهی	عامل انگلی
			مواجهه		
<i>Caesalpinia sappan</i>	حمام	عصاره کلروفرم	۱۲۵ میلی گرم در لیتر پس از ۴۸ ساعت مواجهه	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>
<i>Kochia scoparia</i>	حمام	عصاره متانولی	۳۱/۲۸ میلی گرم در لیتر پس از ۴۸ ساعت تماس	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	حمام	عصاره متانولی	۲۲/۹۷ میلی گرم در لیتر پس از ۴۸ ساعت تماس	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>
<i>Allium sativum</i>	افزودنی غذایی	عصاره آبی	۵۰ یا ۱۵۰ میلی لیتر بر کیلوگرم خوراک به مدت ۳۰ روز	<i>Lates calcarifer</i>	<i>Neobenedenia</i> sp.
<i>Cinnamomum cassia</i>	حمام	عصاره آب و متانولی	۲۰۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۴۸ ساعت	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>
<i>Allium sativum</i>	افزودنی غذایی	پودر	۱ و ۲ میلی گرم بر کیلوگرم خوراک به مدت ۱۵ روز	<i>Piaractus mesopotamicu</i>	<i>Anacanthorus penilabiatu</i>
<i>Pseudolarix kaempferi</i>	حمام	عصاره متانول و اتیل استات	۱۰۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۴۸ ساعت	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>
<i>Lindera aggregata</i>	حمام	عصاره متانولی	۴۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۴۸ ساعت	<i>Carassius auratus</i>	<i>Dactylogyrus intermedius</i>

Galla Ichthyophthirius multifiliis به وسیله گیاهان *Carica papaya*, *Mucuna pruriens*, *chinensis* و *Macleaya cordata* به نمایش گذاشته شد (Ekanem et al., 2010; Yao et al., 2004). علاوه بر این، گیاهانی مانند *Bupleurum chinense*, *Euphorbia fischeriana*, *Citrus*, *Dioscorea collettii*, *Polygonum multiflorum*, *Lindera aggregata*, *Cinnamomum cassia medica*, *Dryopteris crassirhizoma*, *Pseudolarix kaempferi*, *Kochia scoparia*, *Policinae Cuscuta chinensis* و *Artemisia argyi* نیز موجب محافظت ماهیان در برابر عفونت *Dactylogyrus* ایجاد شدند (Hu et al., 2014; Ji et al., 2012; Huang et al., 2013). در مطالعه Harikrishnan و همکاران (۲۰۱۱) فعالیت ضدانگلی گیاه چای (*Camellia sinensis*) در برابر انگل خارجی *Ichthyobodo necator* و فعالیت ضدانگلی *Melia azedarach* در برابر انگل *Gyrodactylus kobayashi* تایید

روش ترجیحی برای درمان بیماری های ناشی از عوامل انگلی در ماهیان، تجویز غوطه وری می باشد. بر اساس مطالعه Reverter و همکاران (۲۰۱۴) به دلیل نبود روش های پیشگیری در سیستم های آبی پروری در برابر انگل های خارجی، تکنیک های غوطه وری به عنوان تنها گزینه برای درمان بیماری های ناشی از انگل های خارجی در ماهیان مطرح شده اند. Martins و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند که سرم و مخاط ماهی حاوی عواملی هستند که مسئول مقاومت در برابر انگل های خارجی هستند اما مکانیسم دقیق آن هنوز ناشناخته باقی مانده است. تحقیقات نشان داده است که سیر (*Allium sativum*) به عنوان یک گیاه مهم تاثیرات قابل توجهی در برابر انگل های خارجی مانند *Gyrodactylus turnbulli* sp. و *Trichodina* و *Neobenedenia* sp. در گونه های مختلف ماهی مانند تیلاپیا نیل (*O. niloticus*) و گوپی (*Poecilia reticulata*) داشته است (Chitmanat et al., 2005; Fridman et al., 2014). تاکنون، اثربخشی درمانی و اثر پیشگیرانه خوبی در برابر انگل

در سلول‌های میزبان و در نتیجه افزایش پاسخ ایمنی ماهیان است.

نتیجه‌گیری و رهیافت آینده

با توجه به افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیک پاتوژن‌های جدا شده از ماهیان بیمار، به‌نظر می‌رسد که گیاهان دارویی نویدبخش روش‌های جدیدی برای درمان بیماری‌های ویروسی، باکتریایی و انگلی در ماهیان هستند. اگرچه تعداد تحقیقات در مورد کاربرد گیاهان دارویی در صنعت آبی‌پروری در حال افزایش است، اما مطالعات بیشتری برای تعیین نحوه دقیق تهیه، کاربرد، میزان دوز، مدت زمان درمان و اثرات گیاهان دارویی مختلف بر گونه‌های مختلف ماهی مورد نیاز است. همچنین قبل از استفاده از گیاهان دارویی برای اهداف درمانی، آزمایش سمیت این مواد به دلیل اثرات مضر اثبات شده برخی از آن‌ها بر ماهیان ضروری است.

کشور ایران به‌دلیل برخورداری از منابع طبیعی ارزشمند و تنوع وسیع گونه‌های گیاهی از قبیل گیاهان دارویی بستر مناسبی برای استفاده از گونه‌های گیاهی در صنعت آبی‌پروری ایجاد نموده است. با توجه به این موضوع، به‌عنوان یک رهیافت ترویجی، استفاده از گیاهان دارویی به ویژه گونه‌های بومی برای درمان بیماری‌های باکتریایی، ویروسی و انگلی در ماهیان بسیار سودمند خواهد بود و در صورت استفاده از این پتانسیل بالقوه، موجبات پیشرفت‌های آتی در صنعت آبی‌پروری کشور را فراهم خواهد ساخت.

منابع

- Abdallah, E.M., Alhatlani, B.Y., de Paula Menezes, R. and Martins, C.H.G., 2023. Back to nature: Medicinal plants as promising sources for antibacterial drugs in the post-antibiotic era. *Plants (Basel)*, 12(17):3077. DOI:10.3390/plants12173077
- 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*, 238:97-105.

شد. همچنین Hutson و همکاران (۲۰۱۲) اظهار داشتند که جلبک *Asparagopsis taxiformis* رشد جنینی را به تعویق انداخت و از تفریح تخم *Neobenedenia* sp. جلوگیری کرد.

خواص ضدویروسی

در مطالعه Shao و همکاران (۲۰۲۲) مهم‌ترین ویروس‌هایی که باعث مرگ و میر بالا در پرورش ماهیان می‌شوند شامل ویروس نکروز خونساز عفونی، ویروس نکروز عفونی پانکراس، هیرام رابدویروس، ویروس آسیب دم زرد، ویروس نکروز عصبی جک راه‌راه و ایریدویروس هستند. تنها گزارش‌های اندکی در مورد فعالیت ضدویروسی گیاهان در برابر ویروس‌های موثر بر پرورش ماهیان وجود دارد (Dadras et al., 2023). برای مثال، Micol و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند که برگ درخت زیتون (*Olea europaea*) بیماری سپتی سمی خون‌ریزی‌دهنده ویروسی را مهار می‌کند. در یکی دیگر از تحقیقات آزمایشگاهی، Direkbusarakom و همکاران (۱۹۹۶) فعالیت ضدویروسی حدود ۱۸ گونه گیاه دارویی شامل *Cassia alata*, *Clinacanthus* spp., *Calophyllum inophyllum*, *Hura*, *Glinus oppositifolius*, *Clinacanthus nutans*, *Ocimum sanctum*, *Momordica charantia*, *crepitan*, *Phyllanthus amarus*, *Phylesiatus*, *sanctum*, *Phyllanthus reticulatus*, *Phyllanthus debelis*, *Tinospora*, *Psidium guajava*, *Phyllanthus urinaria* و *Tinospora cordifolia* را در برابر ویروس نکروز خونساز عفونی و ویروس نکروز عفونی پانکراس نشان دادند. با وجود این، Harikrishnan و همکاران (۲۰۱۱ c) تحقیقاتی پیرامون تأثیر مفید گیاهان در درمان بیماری‌های ویروسی ماهیان انجام دادند. این محققان عصاره برگ *Punica granatum* با دوزهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در کفشک‌ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) آلوده به ویروس *Lymphocystivirus* به مدت ۸ هفته به صورت درون صفاقی تزریق کردند که منجر به افزایش پاسخ‌های ایمنی و مقاومت در برابر بیماری شد.

در مطالعه Novriadi و Haw (۲۰۱۵) غوطه‌وری ماهیان هامور ببری (*Epinephelus fuscoguttatus*) در ۲۰ میلی گرم در لیتر محلول گیاهی (AquaHerb©) به مدت ۷۲ ساعت باعث مقاومت این ماهیان در برابر عفونت ایریدویروس گردید. Syahidah و همکاران (۲۰۱۵) بیان داشتند که اثر ضدویروسی گیاهان به دلیل ممانعت از رونویسی ویروس و کاهش تکثیر آن

- Ali, S.E., Dverdal Jansen, M., Vishnumurthy Mohan, C., Delamare-Deboutteville, J. and Charo-Karisa, H., 2020. Key risk factors, farming practices and economic losses associated with tilapia mortality in Egypt. *Aquaculture*, 527:735438. DOI:10.1016/j.aquaculture.2020.735438.
- Alsuhaibani, S. and Khan, M.A., 2017. Immune-stimulatory and therapeutic activity of *tinospora cordifolia*: Double-edged sword against salmonellosis. *Journal of Immunology Research*, 2017:1787803. DOI:10.1155/2017/1787803
- Aqmasjed, S.B., Sajjadi, M.M., Falahatkar, B. and Safari, R., 2023. Effects of dietary ginger (*Zingiber officinale*) extract and curcumin on growth, hematology, immunity, and antioxidant status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Reports*, 32:101714. DOI:10.1016/j.aqrep.2023.101714
- Ardó, L., Yin, G., Xu, P., Váradi, L., Szigeti, G., Jeney, Z. and Jeney, G., 2008. Chinese herbs (*Astragalus membranaceus* and *Lonicera japonica*) and boron enhance the non-specific immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and resistance against *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 275:26-33.
- Aristizábal, B. and González, Á., 2013. Innate immune system. In: Anaya JM, Shoenfeld Y, Rojas-Villarraga A (Editors). Autoimmunity: From Bench to Bedside [Internet]. Bogota (Colombia): El Rosario University Press. Chapter 2. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459455>
- Awad, E. and Awaad, A., 2017. Role of medicinal plants on growth performance and immune status in fish. *Fish and Shellfish Immunology*, 67:40-54. DOI:10.1016/j.fsi.2017.05.034
- Castro, S.B., Leal, C.A., Freire, F.R., Carvalho, D.A., Oliveira, D.F. and Figueiredo, H.C., 2008. Antibacterial activity of plant extracts from Brazil against fish pathogenic bacteria. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39(4):756-60. DOI:10.1590/S1517-838220080004000030
- Chakrabarti, R. and Srivastava, P.K., 2012. Effect of dietary supplementation with *Achyranthes aspera* seed on larval rohu *Labeo rohita* challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Aquatic Animal Health*, 24(4):213-8. DOI:10.1080/08997659.2012.694834
- Chitmanat, C., Tongdonmuan, K. and Nunsong, W., 2005. The use of crude extracts from traditional medicinal plants to eliminate *Trichodina* sp. in tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. Songklanakarin. *Journal of Science and Technology*, 27(Suppl 1):359-364
- Dadras, F., Velisek, J. and Zuskova, E., 2023. An update about beneficial effects of medicinal plants in aquaculture: A review. *Veterinari Medicina*, (12):449-463. DOI:10.17221/96/2023-VETMED
- Das, R., Raman, R.P., Saha, H. and Singh, R., 2015. Effect of *Ocimum sanctum* Linn. (Tulsi) extract on the immunity and survival of *Labeo rohita* (Hamilton) infected with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Research*, 46(5), 1111-1121. DOI:10.1111/are.12264
- Di Sotto, A., Vitalone, A. and Di Giacomo, S., 2020. Plant-derived nutraceuticals and immune system modulation: An evidence-based overview. *Vaccines (Basel)*, 8(3):468. DOI:10.3390/vaccines8030468
- Direkbusarakom, S., Herunsalee, A., Yoshimizu, M. and Ezura, Y., 1996. Antiviral activity of several Thai traditional herb extracts against fish pathogenic viruses. *Fish Pathology*, 31:209-213.

- Dubale, S., Kebebe, D., Zeynudin, A., Abdissa, N. and Suleman, S., 2023. Phytochemical screening and antimicrobial activity evaluation of selected medicinal plants in Ethiopia. *Journal of Experimental Pharmacology*, 15:51-62. DOI:10.2147/JEP.S379805
- Düğenci, S.K., Arda, N. and Candan, A., 2003. Some medicinal plants as immunostimulant for fish. *Journal of Ethnopharmacology*, 88(1): 99-106. DOI: 10.1016/S0378-8741(03)00182-X.
- EFFOP, 2024. Global fisheries and aquaculture outlook for 2024/2025: EFFOPs Analysis. <https://effop.org/news-events/global-fisheries-and-aquaculture-outlook-for-2024-2025-effops-analysis>. Accessed on 15 December 2024.
- Ekanem, A.P., Obiekezie, A., Kloas, W. and Knopf, K., 2004. Effects of crude extracts of *Mucuna pruriens* (Fabaceae) and *Carica papaya* (Caricaceae) against the protozoan fish parasite *Ichthyophthirius multifiliis*. *Parasitology Research*, 92:361-366.
- El-Gammal, G.A., Ali, G.I.E., Saif, A.S., Elbaz, S., Fadl, S.E. and Abu-Zahra, N.I.S., 2025. The immunomodulatory and antioxidative effects of curcumin-supplemented diets against the isolated *Aeromonas hydrophila* in *Oreochromis niloticus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 157: 110077. DOI:10.1016/j.fsi.2024.110077.
- Fridman, S., Sinai, T. and Zilberg, D., 2014. Efficacy of garlic based treatments against monogenean parasites infecting the guppy (*Poecilia reticulata* (Peters)). *Veterinary Parasitology*, 203:51-58.
- Harikrishnan, R., Kim, M.C., Kim, J.S., Han, Y.J., Jang, I.S., Balasundaram, C. and Heo, M.S., 2011a. Immunomodulatory effect of sodium alginate enriched diet in kelp grouper *Epinephelus bruneus* against *Streptococcus iniae*. *Fish and Shellfish Immunology*, 30(2):543-9. DOI:10.1016/j.fsi.2010.11.023
- Harikrishnan, R., Kim, M.C., Kim, J.S., Balasundaram, C. and Heo, M.S., 2011b. Protective effect of herbal and probiotics enriched diet on haematological and immunity status of *Oplegnathus fasciatus* (Temminck & Schlegel) against *Edwardsiella tarda*. *Fish and Shellfish Immunology*, 30:886-893. DOI:10.1016/j.fsi.2011.01.013
- Harikrishnan, R., Kim, J.S., Kim, M.C., Balasundaram, C., Heo, M.S., 2011c. *Hericium erinaceum* enriched diets enhance the immune response in *Paralichthys olivaceus* and protect from *Philasterides dicentrarchi* infection. *Aquaculture*, 318:48-53.
- Harikrishnan, R., Kim, D.H., Hong, S.H., Mariappan, P., Balasundaram, C. and Heo, M.S., 2012. Non-specific immune response and disease resistance induced by *Siegesbeckia glabrescens* against *Vibrio parahaemolyticus* in *Epinephelus bruneus*. *Fish and Shellfish Immunology*, 33:359-364.
- Hoseinifar, S.H., Sohrabi, A., Paknejad, H., Jafari, V., Paolucci, M. and Van Doan, H., 2019. Enrichment of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings diet with *Psidium guajava*: The effects on cutaneous mucosal and serum immune parameters and immune related genes expression. *Fish and Shellfish Immunology*, 86:688-694. DOI:10.1016/j.fsi.2018.12.001
- Hu, Y., Ji, J., Ling, F., Chen, Y., Lu, L., Zhang, Q. and Wang, G., 2014. Screening medicinal plants for use against *Dactylogyrus intermedius* (Monogenea) infection in goldfish. *Journal of Aquatic Animal Health*, 26:127-136.

- Huang, A.G., Yi, Y.L., Ling, F., Lu, L., Zhang, Q.Z. and Wang, G.X., 2013. Screening of plant extracts for anthelmintic activity against *Dactylogyrus intermedius* (Monogenea) in goldfish (*Carassius auratus*). *Parasitology Research*, 112: 4065-4072.
- Hutson, K.S., Mata, L., Paul, N.A. and De Nys, R., 2012. Seaweed extracts as a natural control against the monogenean ectoparasite, *Neobenedenia* sp., infecting farmed barramundi (*Lates calcarifer*). *International Journal for Parasitology*, 42:1135-1141.
- Irshath, A.A., Rajan, A.P., Vimal, S., Prabhakaran, V.S. and Ganesan, R., 2023. Bacterial pathogenesis in various fish diseases: Recent advances and specific challenges in vaccine development. *Vaccines (Basel)*, 11(2):470. DOI:10.3390/vaccines11020470
- Ji, J., Lu, C., Kang, Y., Wang, G.X., Chen, P., 2012. Screening of 42 medicinal plants for in vivo anthelmintic activity against *Dactylogyrus intermedius* (Monogenea) in goldfish (*Carassius auratus*). *Parasitology Research*, 111:97-104.
- Jian, J. and Wu, Z., 2004. Effects of traditional Chinese medicine on nonspecific immunity and disease resistance of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* (Richardson). *Aquaculture*, 218:1-9.
- Junior, G.B. and Baldisserotto, B., 2021. Fish infections associated with the genus *Aeromonas*: a review of the effects on oxidative status. *J Appl Microbiol.*, 131(3):1083-1101. DOI: 10.1111/jam.14986
- Kaleeswaran, B., Ilavenil, S. and Ravikumar, S., 2011. Dietary supplementation with *Cynodon dactylon* (L.) enhances innate immunity and disease resistance of Indian major carp, *Catla catla* (Ham.). *Fish and Shellfish Immunology*, 31(6): 953-962. DOI:10.1016/j.fsi.2011.08.013
- Kim, J.S., Harikrishnan, R., Kim, M.C., Jang, I.S., Kim, D.H., Hong, S.H., Balasundaram, C., Heo, M.S., 2011. Enhancement of *Eriobotrya japonica* extracts on non-specific immune response and disease resistance in kelp grouper *Epinephelus bruneus* against *Vibrio carchariae*. *Fish and Shellfish Immunology*, 31(6):1193-1200. DOI:10.1016/j.fsi.2011.10.015.
- Li, G., Qiao, M., Guo, Y., Wang, X., Xu, Y. and Xia, X., 2014. Effect of subinhibitory concentrations of chlorogenic acid on reducing the virulence factor production by *Staphylococcus aureus*. *Foodborne Pathogens and Disease*, 11: 677-683. DOI:10.1089/fpd.2013.1731
- Li, Z., Gao, Q., Dong, S., Dong, K., Xu, Y., Mei, Y. and Hou, Z., 2024. Effects of chronic stress from high stocking density in mariculture: Evaluations of growth performance and lipid metabolism of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Biology (Basel)*, 13(4):263. DOI: 10.3390/biology13040263
- Liao, W., Huang, L., Han, S., Hu, D., Xu, Y., Liu, M., Yu, Q., Huang, S., Wei, D. and Li, P., 2022. Review of medicinal plants and active pharmaceutical ingredients against aquatic pathogenic viruses. *Viruses*, 14(6):1281. DOI:10.3390/v14061281
- Martins, M.L., Moraes, F.R., Miyazaki, D.M.Y., Brum, C.D., Onaka, E.M., Fenerick, J.J. and Bozzo, F.R., 2002. Alternative treatment for *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea: Dactylogyridae) infection in cultivated pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes:

- Characidae) in Brazil and its haematological effects. *Parasite*, 9:175-180.
- Micol, V., Caturla, N., Pérez-Fons, L., Más, V., Pérez, L. and Estepa, A., 2005.** The olive leaf extract exhibits antiviral activity against viral haemorrhagic *septicaemia rhabdovirus* (VHSV). *Antiviral Research*, 66:129-136.
- Militz, T.A., Southgate, P.C., Carton, A.G. and Hutson, K.S., 2014.** Efficacy of garlic (*Allium sativum*) extract applied as a therapeutic immersion treatment for *Neobenedenia* sp. management in aquaculture. *Journal of Fish Disease*, 37(5):451-61. DOI: 10.1111/jfd.12129
- Novriadi, R. and Haw, K.B., 2015.** Preliminary study: the use of herbal extracts against iridovirus in tiger grouper *Epinephelus Fuscoguttatus* culture. *Journal of Medicinal Plants*, 3:115-120.
- Phua, D.H., Zosel, A. and Heard, K., 2009.** Dietary supplements and herbal medicine toxicities-when to anticipate them and how to manage them. *International Journal of Emergency Medicine*, 2(2):69-76. DOI:10.1007/s12245-009-0105-z
- Pratheepa, V. and Sukumaran, N., 2011.** Specific and nonspecific immunostimulation study of *Euphorbia hirta* on *Pseudomonas fluorescens*-infected *Cyprinus carpio*. *Pharmaceutical Biology*, 49:484-491. DOI:10.3109/13880209.2010.526615
- Radkhah, A.R. and Eagderi, S., 2019.** Investigation of biological characteristics and breeding potentials of some species of surgeonfish (Family: Acanthuridae) inhabiting the Persian Gulf for exploitation in the ornamental fish breeding industry. *Journal of Ornamental Aquatics*, 6(4): 1-11. <https://ornamentalaquatics.ir/article-1-212-en.html>
- Radkhah, A.R. and Eagderi, S., 2020.** Book Review: Fish Protection Technologies and Fish Ways for Downstream Migration U. Schwevers & B. Adam, Springer, Switzerland, 2020. ISBN: 9783030192426." *Fish and Fisheries*, 2020: 1-2. DOI: 10.1111/faf.12492
- Radkhah, A.R., Eagderi, S. and Sadeghinejad Masouleh, E., 2020.** Investigation of antimicrobial properties of silver nanoparticles (AgNPs) to control diseases and health management in aquaculture systems. *Journal of Ornamental Aquatics*, 7(1): 7-15. <http://ornamentalaquatics.ir/article-1-219-fa.html>
- Radkhah, A.R. and Eagderi, S., 2021.** Evaluation of the performance of the zebrafish (*Danio rerio*) model in nanotoxicology studies with emphasis on embryo pathology. *Journal of Ornamental Aquatics*, 8(4): 27-36. <http://ornamentalaquatics.ir/article-1-265-fa.html>
- Reverter, M., Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B. and Sasal, P., 2014.** Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives. *Aquaculture*, 433: 50-61. DOI:10.1016/j.aquaculture.2014.05.048
- Reverter, M., Tapissier-Bontemps, N., Sasal, P. and Saulnier, D., 2017.** Use of medicinal plants in aquaculture. *Diagnosis and Control of Diseases of Fish and Shellfish*. Book Editor(s): Brian Austin, Aweeda Newaj-Fyzul. pp. 1-50. DOI:10.1002/9781119152125.ch9
- Sahu, S., Das, B.K., Mishra, B.K., Pradhan, J., Samal, S.K. and Sarangi, N., 2008.** Effect of dietary *Curcuma longa* on enzymatic and immunological profiles of rohu, *Labeo rohita*

- (Ham.), infected with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Research*, 39:1720-1730.
- Senthamarai, M.D., Ruby Rajan, M. and Vidhya Bharathi, P., 2023.** Current risks of microbial infections in fish and their prevention methods: A review. *Microbial Pathogenesis*, 185: 106400. DOI:10.1016/j.micpath.2023.106400
- Shao, Y., Zhao, J., Ren, G., Lu, T., Chen, X. and Xu, L., 2022.** Early or Simultaneous infection with infectious pancreatic necrosis virus inhibits infectious Hematopoietic Necrosis Virus Replication and induces a stronger antiviral response during co-infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Viruses*, 14(8):1732. DOI: 10.3390/v14081732
- Shohreh, P., Ahmadifar, E., Chandran, D. and Abdel-Latif, H.M.R., 2024.** The anti-vibrio potential of medicinal plants and their roles in enhancing resistance against *vibrio* infections in fish –a mini review. *Annals of Animal Science*, 1:1-25. DOI:10.2478/aoas-2024-0067
- Sorrenti, V., Burò, I., Consoli, V. and Vanella, L., 2023.** Recent advances in health benefits of bioactive compounds from food wastes and by-products: Biochemical aspects. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3):2019. DOI:10.3390/ijms24032019
- Stratev, D., Zhelyazkov, G. and Noundou, X.S., 2018.** Beneficial effects of medicinal plants in fish diseases. *Aquaculture International*, 26: 289-308. DOI:10.1007/s10499-017-0219-x
- Syahidah, A., Saad, C.R., Daud, H.M. and Abdelhadi, Y.M., 2015.** Status and potential of herbal applications in aquaculture: a review. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 14:27-44.
- Tagboto, S. and Townson, S., 2001.** Antiparasitic properties of medicinal plants and other naturally occurring products. *Advances in Parasitology*, 50:199-295. DOI:10.1016/s0065-308x(01)50032-9
- Talpur, A.D., Ikhwanuddin, M. and Ambok Bolong, A.M., 2013.** Nutritional effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on immune response of Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch) and disease resistance against *Vibrio harveyi*. *Aquaculture*, 400-401: 46-52. DOI:10.1016/j.aquaculture.2013.02.043.
- Thanigaivel, S., Chandrasekaran, N., Mukherjee, A. and Thomas, J., 2015.** Investigation of seaweed extracts as a source of treatment against bacterial fish pathogen. *Aquaculture*, 448:82-86.
- Tiamiyu, A.M., Olatoye, I.O., Olayemi, O.A., Ekundayo, T.C., Adedeji, O.B. and Okocha, R.C., 2021.** Medicinal Plant Feed Additives Enhanced Survivability and Growth Performance of *Clarias gariepinus* (African Catfish) against Bacterial Infection. *Microbiology Research*, 12(4):744-752. DOI: 10.3390/microbiolres12040054
- Tong, S.Y., Davis, J.S., Eichenberger, E., Holland, T.L. and Fowler, V.G.Jr., 2015.** *Staphylococcus aureus* infections: epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3):603-661. DOI:10.1128/CMR.00134-14
- Van Hai, N., 2015.** The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: A review. *Aquaculture*, 446, 88-96. DOI:10.1016/j.aquaculture.2015.03.014
- Wang, E., Chen, X., Wang, K., Wang, J., Chen, D., Geng, Y., Lai, W. and Wei, X., 2016.** Plant polysaccharides used as immunostimulants enhance innate immune response and disease

- resistance against *Aeromonas hydrophila* infection in fish. *Fish and Shellfish Immunology*, 59: 196-202. DOI:10.1016/j.fsi.2016.10.039.
- World Aquaculture Society., 2024.** Shrimp farming advances, challenges, and opportunities. <https://www.was.org/article/Shrimp-farming-advances-challenges-and-opportunities.aspx>. Accessed on 14 December 2024.
- Wu, C.C., Liu, C.H., Chang, Y.P. and Hsieh, S.L., 2010.** Effects of hot-water extract of *Toona sinensis* on immune response and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Oreochromis mossambicus*. *Fish and Shellfish Immunology*, 29(2):258-263. DOI:10.1016/j.fsi.2010.04.021
- Wu, Z.F., Zhu, B., Wang, Y., Lu, C. and Wang, G.X., 2011.** In vivo evaluation of anthelmintic potential of medicinal plant extracts against *Dactylogyrus intermedius* (Monogenea) in goldfish (*Carassius auratus*). *Parasitology Research*, 108: 1557-1563.
- Yao, J.Y., Shen, J.Y., Li, X.L., Xu, Y., Hao, G.J., Pan, X.Y., Wang, G.X. and Yin, W.L., 2010.** Effect of sanguinarine from the leaves of *Macleaya cordata* against *Ichthyophthirius multifiliis* in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Parasitology Research*, 107:1035-1042.
- Zhang, Q., DH, X., Klesius, P.H., 2013.** Evaluation of an antiparasitic compound extracted from *Galla chinensis* against fish parasite *Ichthyophthirius multifiliis*. *Veterinary Parasitology*, 198:45-53.
- Zhang, W., Zhao, J., Ma, Y., Li, J. and Chen, X., 2022.** The effective components of herbal medicines used for prevention and control of fish diseases. *Fish & Shellfish Immunology*, 126:73-83. DOI:10.1016/j.fsi.2022.05.036.
- Zhu, F., 2020.** A review on the application of herbal medicines in the disease control of aquatic animals. *Aquaculture*, 526: 735422. DOI:10.1016/j.aquaculture.2020.735422.