مقاله کامل علمی- پژوهشی

بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد دهم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۰
۲۷-۴۷
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2021.19358.1598

گیاهان دارویی: منبعی امیدبخش در پیشگیری و درمان بیماری‌های آبزیان

عباس زمانی* و مریم خواجوی

گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۶

چکیده

با توجه به رشد صنعت آبزی‌پروری در دهه‌های اخیر و استفاده از روش‌های کشت متراکم، روند ابتلا به عوامل بیماری‌زا افزایش یافته است. بنابراین توجه پژوهشگران زیادی به سمت مطالعه تقویت سیستم ایمنی آبزیان در برابر عوامل بیماری‌زا معطوف شده است. استفاده از روش‌های رایج در درمان بیماری‌های آبزیان مانند آنتی‌بیوتیک‌ها دارای محدودیت‌هایی مانند گسترش سویه‌های باکتریایی مقاوم، تجمع آن‌ها در عضلات و آسیب به محیط زیست است و برخی دیگر مانند واکسن‌ها در کنار تأثیرگذاری بالا، پرهزینه هستند. گیاهان دارویی به‌عنوان یک منبع ایمن و ارزان‌قیمت، با کم‌ترین عوارض جانبی می‌توانند جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها، مواد شیمیایی و واکسن‌ها در تقویت عملکرد ایمنی آبزیان ایفای نقش کنند. تاکنون بیش از ۲۵۰ گونه گیاهی از ۷۵ خانواده و ۳۲ راسته عمدتاً متعلق به راسته‌های نعناسانان، باقلاسانان، میناسانان، مالپیگی‌سانان و تیره نازبیابانیان با فعالیت‌های زیستی متعدد گزارش شده است که به‌دلیل وجود ترکیبات زیست‌فعالی مانند آلکالوئیدها، فلاوونوئیدها، رنگدانه‌ها، فنل‌ها، کوینون، ترپنوئیدها، لکتین، استروئیدها و روغن‌های ضروری باعث بهبود سیستم ایمنی و افزایش توان ضد میکروبی در آبزیان شده است. درک بهتر از نحوه عملکرد این ترکیبات زیست‌فعال می‌تواند به کاربردهای مؤثر و مناسب گیاهان دارویی در آبزی‌پروری منجر شود، زیرا می‌توان آن‌ها را برای هر ماهی به‌طور خاص استفاده کرد. در این مطالعه به نقش گیاهان دارویی از جمله تحریک سیستم ایمنی، ضد باکتریایی، ضد ویروسی، ضد قارچی و ضد انگلی پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: آبزی‌پروری، آنتی‌بیوتیک، ترکیبات زیست‌فعال، گیاهان دارویی

* مسئول مکاتبه: a.zamani@malayeru.ac.ir

مقدمه

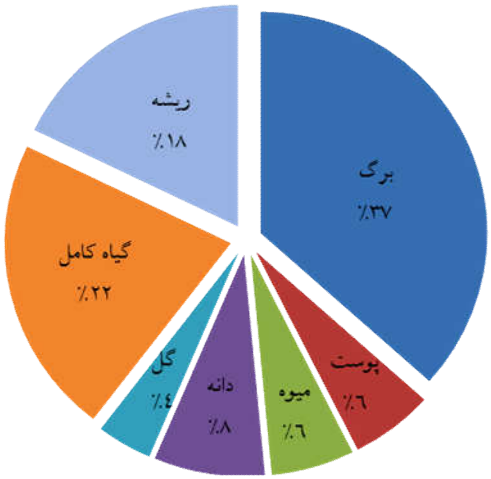
صنعت آبزی‌پروری در دهه‌های اخیر رشد چشمگیری را در جهت تولید پروتئین جانوری داشته است به‌طوری‌که میزان تولید آن در سال ۲۰۱۸ بالغ بر۸۲ میلیون تن بوده است که در مقایسه با سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ حدود ۲۲ میلیون تن افزایش نشان می‌دهد (فائو، ۲۰۲۰). با این‌حال، این میزان رشد در صنعت آبزی‌پروری اغلب به‌دلیل استفاده از کشت متراکم بوده است که این رویه روند ابتلا به عوامل بیماری‌زا را افزایش داده است (ژائو، ۲۰۲۰). از آن‌جائی‌که زیان مالی ناشی از تلفات آبزیان پرورشی بر اثر بیماری‌های میکروبی مسأله بسیار جدی می‌باشد بنابراین پژوهشگران در سال‌های اخیر رویکرد ویژه‌ای را نسبت به مطالعه تقویت سیستم ایمنی بدن آبزیان در برابر عوامل بیماری‌زا اتخاذ کرده‌اند (ریکو و همکاران، ۲۰۱۳). چندین روش برای درمان و جلوگیری از گسترش بیماری‌های آبزیان پیشنهاد داده‌اند ازجمله روش رایج استفاده از داروهای دامپزشکی مانند آنتی‌بیوتیک‌ها است (ون های، ۲۰۱۵). استفاده بیش از حد از آنتی‌بیوتیک‌ها مانند کلرامفنیکل و نیتروفوران مضرات بی‌شماری را برای محیط زیست و سلامتی به همراه دارد که منجر به گسترش سویه‌های باکتریایی مقاوم و تجمع آن‌ها در عضلات می‌شود. هم‌چنین استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها می‌تواند رشد لارو ماهی را کاهش داده و باعث مختل شدن مکانیسم دفاعی آن‌ها شوند (سیتاراسو، ۲۰۱۰؛ رومرو و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین، استفاده از آن‌ها در بعضی از کشورها با محدودیت و یا ممنوعیت همراه شده است. استفاده از داروهای ضد انگلی مانند تری‌کلروفن یا پارازیکانتل برای جانوران و محیط زیست خطرناک بوده و می‌تواند منجر به مقاومت دارویی این عوامل بیماری‌زا گردد (فروود، ۲۰۱۳). واکسن‌ها مؤثرترین روش برای جلوگیری از شیوع بیماری در صنعت آبزی‌پروری تلقی می‌شوند ولی استفاده گسترده از آن‌ها بسیار پرهزینه بوده و از آن‌جائی‌که بیش‌تر واکسن‌ها فقط در برابر یک نوع پاتوژن عمل می‌کنند بنابراین تهیه واکسن‌های چند سویه بسیار دشوار است (پاسنیک و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به مضرات و محدودیت‌های استفاده از روش‌های درمانی موجود، ضرورت توسعه روش‌های جایگزین در مدیریت بیماری آبزیان پرورشی احساس می‌شود. از طرف دیگر، شیوع بیماری در مراکز پرورشی اغلب با سلامت جانور همراه است و بیش‌تر عوامل بیماری‌زا فرصت طلب بوده و از ماهیان برای گسترش خود در محیط استفاده می‌کنند. بنابراین، راه‌حل‌های جایگزین باید ایمنی ماهی را نسبت به عفونت‌های بیماری‌زا به حداکثر برسانند (ون های، ۲۰۱۵).

گیاهان دارویی[1]، گیاهانی خوشبو و معطر هستند که برای طعم دادن به غذا، مصارف دارویی یا خوشبوکنندگی استفاده می‌شوند و به صورت قرص، کپسول، پودر، چای، عصاره و گیاه تازه یا خشک شده در دسترس هستند (ژائو، ۲۰۲۰). این گیاهان از هزاران سال پیش در تمدن‌های مختلف به عنوان محرک ایمنی در درمان انواع بیماری‌ها استفاده می‌شدند (رورتر و همکاران، ۲۰۱۴). امروزه گیاهان دارویی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه و مناطق روستایی منبع اصلی دارو جهت درمان محسوب می‌شوند. اگرچه اخیراً گرایش به استفاده از گیاهان دارویی و عصاره آن‌ها در آبزی‌پروری افزایش یافته است، اما از گیاهان دارویی در مزارع پرورش ماهی در مناطق روستایی از مدت‌ها قبل استفاده شده است؛ به‌عنوان مثال ۴۶ درصد مزارع پرورشی ماهی در غرب اندونزی به‌طور سنتی از گیاهان دارویی به‌صورت تازه در داخل استخر برای بهبود کیفیت آب، کاهش استرس ماهیان، افزایش مقاومت ماهی در برابر عوامل بیماری‌زا و و درمان بیماری استفاده می‌کنند

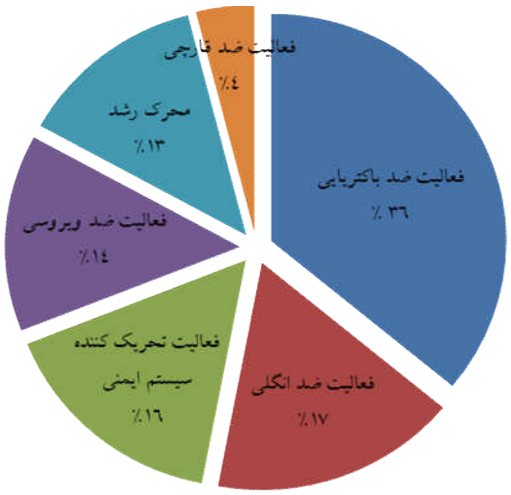
1- Herbs

(کاروسو و همکاران، ۲۰۱۳). گیاهان دارویی به‌عنوان یک منبع ایمن و ارزان‌قیمت و با داشتن کم‌ترین عوارض جانبی می‌توانند جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها، مواد شیمیایی، واکسن‌ها و سایر ترکیبات سنتتیک در صنعت آبزی‌پروری باشند (سیتاراسو، ۲۰۱۰؛ هاری کریشنان و همکاران، ۲۰۱۱؛ ون های، ۲۰۱۵؛ ژائو، ۲۰۲۰). از دهه ۱۹۹۰، نقش داروهای گیاهی به عنوان مواد افزودنی در خوراک آبزیان برای پیشگیری و درمان بیماری، توجه پژوهشگران را بیش‌تر به خود جلب کرده است (والادائو و همکاران، ۲۰۱۵). پژوهش‌ها نشان داده است که داروهای گیاهی نقش مهمی در تقویت عملکرد ایمنی بدن آبزیان (مانند ماهی، میگو و خرچنگ) دارند و می‌توانند به‌طور مؤثری فعالیت‌های ضد ویروسی، ضد باکتریایی و ضد انگلی سیستم ایمنی را تقویت کنند (بیندهو و همکاران، ۲۰۱۴؛ انگامبی و همکاران، ۲۰۱۶؛ بروم و همکاران، ۲۰۱۹). گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن‌ها دارای ترکیبات مختلفی مانند آلکالوئیدها، فلاوونوئیدها، رنگدانه‌ها، فنل‌ها، کوینون، ترپنوئیدها، لکتین، استروئیدها و روغن‌های ضروری هستند که از فعالیت‌های زیستی متعددی مانند تحریک رشد، بهبود سیستم ایمنی، افزایش توان ضد میکروبی، تحریک اشتها و ضد استرس برخوردارند (چاکرابورتی و هانز، ۲۰۱۱؛ رورتر و همکاران، ۲۰۱۴). علاوه‌بر این، گیاهان دارویی سرشار از مواد مغذی مختلفی هستند که می‌توان آن‌ها را به عنوان یک گیاه کامل، بخش‌هایی از آن (مانند برگ، گل، ساقه، ریشه، صمغ یا دانه)، استخراج عصاره یا در ترکیب با پربیوتیک‌ها و سایر محرک‌های ایمنی استفاده کرد (شکل ۱). درک بهتر از نحوه عملکرد می‌تواند به کاربردهای مؤثر و مناسب گیاهان دارویی در آبزی‌پروری منجر شود، زیرا استفاده از این ترکیبات گیاهی ممکن است برای هر گونه ماهی اختصاصی باشد. اکثر گیاهانی که توسط پرورش‌دهندگان ماهی به‌طور سنتی مورد استفاده قرار گرفته و هم‌چنین در مطالعات علمی نیز استفاده بالقوه آن‌ها در آبزی‌پروری بررسی شده است شامل بیش از ۲۵۰ گونه گیاهی از ۷۵ خانواده و ۳۲ راسته بوده است که عمدتاً متعلق به راسته‌های نعناسانان Lamiales (تیره نعناعیان Lamiaceae)، باقلاسانان Fabals (تیره باقلائیان Fabaceae)، میناسانان Asterales (تیره کاسنیان Asteraceae) و مالپیگی‌سانان Malpighiales (تیره فرفیون Euphorbiaceae و تیره نازبیابانیان Phyllanthaceae) بوده است (رورتر و همکاران، ۲۰۱۷). بررسی فعالیت زیستی ترکیبات گیاهان دارویی مورد استفاده در آبزی‌پروری نشان می‌دهد ۳۶ درصد از گیاهان مورد مطالعه فعالیت ضد باکتریایی، ۱۷ درصد دارای فعالیت ضد انگلی، ۱۶ درصد فعالیت تحریک‌کننده سیستم ایمنی، ۱۴ درصد فعالیت ضد ویروسی، ۱۳ درصد محرک رشد و تنها ۴ درصد فعالیت ضد قارچی را دارند (شکل ۲). البته باید توجه نمود که این نسبت‌ها با توجه به مطالعات انجام شده در مورد هر آسیب‌شناسی به‌خصوص مطرح می‌شود؛ به عنوان مثال عمده مطالعات به بررسی فعالیت‌های ضد باکتری اختصاص یافته است و مطالعات در زمینه فعالیت‌های ضد قارچی کم‌تر بوده است. در بین گیاهان دارویی بیش‌ترین مطالعات مربوط به فعالیت‌های زیستی گیاهان راسته میناسانان است که تقریباً نیمی از آن‌ها فعالیت ضد باکتری نشان می‌دهند و راسته‌های نعناسانان و مالپیگی‌سانان در رتبه‌های بعدی هستند. راسته نعناسانان بیش‌ترین تعداد گیاهان دارای فعالیت تحریک ایمنی و فعالیت ضد قارچی را دارند، در حالی‌که مالپیگی‌سانان بیش‌ترین فعالیت ضد ویروسی را نشان می‌دهند (رورتر و همکاران، ۲۰۱۷). در ایران نیز مطالعات گسترده‌ای در زمینه استفاده از انواع گیاهان دارویی در آبزی‌پروری انجام شده است که عمدتاً به بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی

آن‌ها در جیره‌های غذایی و فرآورده‌های شیلاتی مانند سوریمی (زمانی، ۲۰۱۹؛ زمانی و غفاری، ۲۰۱۹؛ زمانی و همکاران، ۲۰۲۱) و اثرات بیهوش‌کنندگی (زمانی و سالاروند، ۲۰۱۸؛ زمانی و همکاران، ۲۰۱۹) آن‌ها پرداخته شده است؛ درحالی‌که مطالعات در زمینه کاربرد درمانی این گیاهان اندک بوده و عمده این پژوهش‌ها مربوط به تیره نعناعیان، چتریان (Apiaceae) و نرگسیان (Amaryllidaceae) بوده است. با این‌حال، استفاده از گیاهان دارویی در ابتدای راه می‌باشد و هنوز هم دانش کمی در مورد اثرات درازمدت آن‌ها روی فیزیولوژی ماهی وجود دارد و از طرف دیگر کیفیت ترکیبات شیمیایی هر گونه گیاهی به‌طور مستقیم تحت‌تأثیر شرایط جغرافیایی محل رویش آن قرار دارد که می‌تواند در مطالعات مختلف، نتایج متفاوتی را نشان دهد. در این مطالعه نقش گیاهان دارویی به‌عنوان منبعی مطمئن و ایمن در پیشگیری و درمان بیماری‌های آبزیان و هم‌چنین جایگزینی برای برخی داروها مانند آنتی‌بیوتیک‌ها بررسی شده و عمده مطالعات صورت گرفته در کشور ایران با توجه به غنای گونه‌ای این گیاهان ارزشمند مدنظر قرار گرفته است.

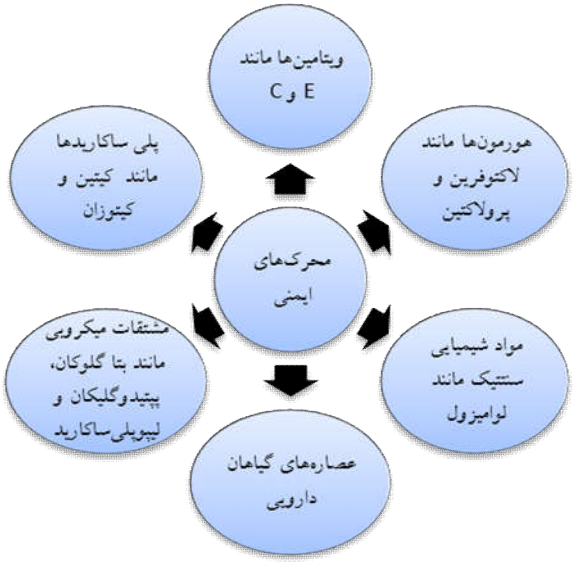


شکل ۱- بخش‌های مختلف گیاهان مورد استفاده در آبزی‌پروری (رورتر و همکاران، ۲۰۱۷).
نحوه استفاده از گیاه کامل می‌تواند به‌صورت پودر شده و یا استخراج روغن و عصاره باشد.

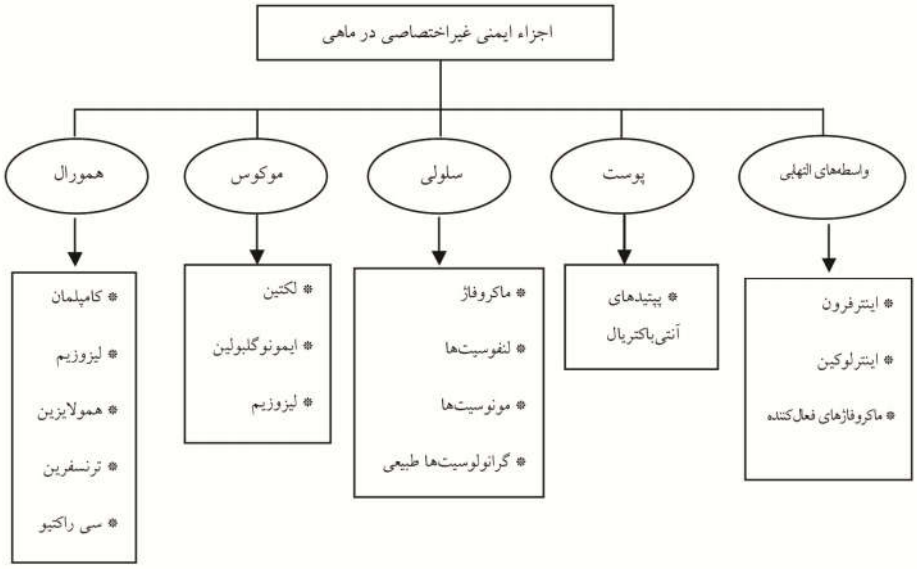


شکل ۲- فعالیت زیستی ترکیبات گیاهان دارویی مورد استفاده در آبزی‌پروری (رورتر و همکاران، ۲۰۱۷).

نقش گیاهان دارویی در تقویت سیستم ایمنی: یک محرک ایمنی به گروهی از ترکیبات با منشاء شیمیایی یا طبیعی اطلاق می‌شود که مکانیسم دفاعی بدن یا پاسخ ایمنی را افزایش داده و جانور را در برابر بیماری‌ها مقاوم‌تر می‌کند (شکل ۳) (آندرسون، ۱۹۹۲). در مواردی که شیوع بیماری چرخه‌ای و قابل پیش‌بینی است، محرک‌های ایمنی می‌توانند مکانیسم دفاع ایمنی غیراختصاصی را افزایش دهند و از تلفات بیماری جلوگیری نمایند (شکل ۴). با این‌حال، استفاده نامناسب از محرک‌های ایمنی قوی ممکن است باعث سرکوب یا تغییر مسیرهای زیستی خاص گردد.



شکل ۳- محرک‌های ایمنی مورد استفاده در آبزی‌پروری. در میان انواع محرک‌های ایمنی، گیاهان دارویی به‌عنوان یک منبع امیدبخش باعث بهبود عملکرد رشد، ایمنی ماهی و خواص ضد میکروبی در مقایسه با انواع شیمیایی و آنتی‌بیوتیک‌ها می‌شوند. حضور بسیاری از متابولیت‌های ثانویه زیست‌فعال در گیاهان باعث تقویت ایمنی آبزیان می‌شود (مهانا و همکاران، ۲۰۱۵).



شکل ۴- اجزاء سیستم ایمنی غیراختصاصی در ماهی. حضور ترکیبات زیست‌فعال در گیاهان می‌تواند از تکثیر عوامل بیماریزا جلوگیری کرده و باعث افزایش دفاع ایمنی غیراختصاصی شود (الومالای و همکاران، ۲۰۲۰).

محرک‌های ایمنی از طریق چندین مسیر زیستی سیستم ایمنی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند که در ادامه به آن‌ها اشاره شده است. هموسیت‌ها[1] در ساخت، ذخیره‌سازی و هم‌چنین تخلیه پیش آنزیم‌ها و سوبستراهای دخیل در لخته شدن خون و پیش آنزیم پروفنول اکسیداز مؤثر هستند. پروتئین‌های فعال در سیستم پروفنول اکسیداز از موقعیت بسیار برجسته‌ای در تشخیص غیرخودی، ارتباط بین هموسیت‌ها و تولید ملانین برخوردارند. پس از فعال‌سازی و رهاسازی ترکیبات ضدمیکروبی از سوی هموسیت‌ها، آنزیم پروفنول اکسیداز به شکل فعال خود یعنی فنول اکسیداز تبدیل شده و سپس این آنزیم اکسیداسیون فنول به کوئینون را کاتالیز نموده و منجر به تشکیل ملانین به عنوان یکی از عوامل تحریک سیستم ایمنی غیراختصاصی بدن می‌شود (وارگاس و پییز، ۲۰۰۰).

گلیسیریزین[2] نوعی ساپونین (از ترکیبات موجود در ریشه گیاه) است که حاوی مولکول اسید گلیسیرینیتیک[3] است که فعالیت ضدالتهابی و ضدسرطانی دارد (ژانگ و همکاران، ۱۹۹۰). اداهیرو و همکاران (۱۹۹۱) گزارش نمودند که ایمنی بدن در برابر عفونت باکتریایی استرپتوکوکوس در ماهی دم‌زرد (*Seriola quinqueradiata*) تغذیه شده با گلیسریزین افزایش یافت، با این‌حال، افزایشی در فعالیت لیزوزیم خون و فعالیت فاگوسیتوزی ماکروفاژها مشاهده نکردند. در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده از گلیسیریزین در شرایط برون‌تنی باعث افزایش فعالیت تنفسی ماکروفاژها و تکثیر لنفوسیت‌ها گردید (کیم و همکاران، ۱۹۹۸). محرک‌های ایمنی موجود در گیاهانی مانند انگور هندی (*Emblica officinalis*)، علف برمودا (*Cynodon dactylon*) و گیاه آدولسا (*Adathoda vasica*) باعث بهبود سیستم ایمنی و کاهش عفونت میکروبی در ماهی قرمز (*Carassius auratus*) و ماهی مولی (*Poecilia sphenops*) شده‌اند (مگدلین، ۲۰۰۵). عصاره متانولی گیاهانی مانند ریحان (*Ocimum sanctum*)، جینسنگ هندی (*Withania somnifera*) و مولوکاس (*Myristica fragrans*) باعث بهبود عملکرد سیستم ایمنی بدن مانند فعالیت فاگوسیتیک و ضد باکتریایی در مقابل *Vibrio harveyi* در ماهی هامور (*Epinephelus tauvina*) شده‌اند. عصاره متانولی ۵ گیاه دارویی مختلف شامل علف برمودا (*C dactylon*)، بکرایی (*Aegle marmelos*)، آیدانا (*Tinospora cordifolia*)، پیکروریزا (*Picrorhiza kurroa*) و گل مروارید کاذب (*Eclipta alba*) در جیره غذایی میگو تأثیر مثبتی بر بهبود بیماری لکه سفید از خود نشان دادند (سیتاراسو و همکاران، ۲۰۰۶). حسینی‌فر و همکاران (۲۰۱۷) عصاره اتانولی حاصل از برگ گیاه ازگیل (*Mespilus germanica*) را در غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد در جیره غذایی ماهی کپور معمولی بررسی نموده و نتایج نشان داد با افزایش غلظت عصاره سطوح ایمونوگلبولین و اینترلوکین ۸ به‌ترتیب در مخاط پوست و پوست افزایش یافت. ترکیبات موجود در گیاهان دارویی این توانایی را دارند تا مانع تولید اکسیژن فعال و رادیکال آزاد شده و به‌عنوان یک ترکیب ضد استرس در میگوها مورد استفاده قرار گیرند. هم‌چنین مطالعات نشان داد گیاه پیکروریزا در میگوها نقش ضداسترس و گیاه ریحان (*O. sanctum*) در ماهی تیلاپیا (*Oreochromis mossambicus*) در تقویت سیستم ایمنی علیه باکتری *Aeromonas hydrophila* نقش مؤثری داشته‌اند (سیتاراسو و همکاران، ۱۹۹۸؛ لگامبال و همکاران، ۲۰۰۰). به‌طورکلی، گیاهان دارویی و عصاره‌های گیاهی حاوی انواع مختلفی از ترکیبات زیست‌فعال مانند پلی‌ساکاریدها، آلکالوئیدها و

1- Haemocytes
2- Glycyrrhizin
3- Glycyrretinic acid

فلاونوئیدها هستند که به عنوان محرک ایمنی برای افزایش پاسخ ایمنی در ماهی عمل می‌کنند. اجزای اصلی سیستم ایمنی ذاتی شامل مآکروفاژها، مونوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها و عناصر هومورال مانند لیزوزیم هستند. سیستم ایمنی تحت‌تأثیر ترکیبات زیست‌فعال موجود در گیاهان دارویی، از طریق ترکیباتی مانند لیزوزیم، کمپلمان، آنتی‌پروتئاز، ملوپراکسیداز، گونه‌های اکسیژنی فعال، گونه‌های نیتروژنی فعال، فاگوسیتوز، فعالیت ترکیدگی تنفسی، اکسید نیتریک، هموسیت‌های کل، گلوتاتیون پراکسیداز و فنول اکسیداز در برابر بیماری‌های باکتریایی، قارچی، ویروسی و انگلی عمل می‌کند (آردو و همکاران، ۲۰۰۸؛ هاری کریشنان و همکاران، ۲۰۱۱). به‌عنوان مثال، سلول‌های فاگوسیتیک مهم‌ترین اجزای سلولی سیستم ایمنی ذاتی در ماهیان که طی فرآیندی به نام ترکیدگی تنفسی، اکسیژن سمی تولید می‌کنند. فعالیت فاگوسیتی یک مکانیسم دفاعی اولیه و از ویژگی‌های مهم سیستم ایمنی ماهی است. این پارامتر معمولاً بعد از تجویز مواد تحریک‌کننده ایمنی از طریق خوراکی افزایش می‌یابد. عصاره‌های گیاهان دارویی می‌توانند فاگوسیتوز را در گونه‌های مختلف ماهی تقویت کنند. عصاره گیاه گون (*Astragalus membranaceus*) فعالیت فاگوسیتیک لکوسیت‌های جدا شده از تیلاپیای نیل را افزایش داده است (آردو و همکاران، ۲۰۰۸). دیگر عملکردهای محرک سیستم ایمنی می‌تواند در افزایش سایر پارامترهای ایمنی مشاهده شود. به‌عنوان مثال عصاره گل پیچ امین‌الدوله (Lonicera) حاوی ترکیبات فعال مختلفی مانند اسید کلروژنیک است که می‌تواند ماکروفاژها را از طریق مسیر کلسی‌نئورین در رده سلول های انسانی فعال کند (جیان و وو، ۲۰۰۴).

نقش گیاهان دارویی به عنوان عامل ضد باکتری: باکتری‌ها، مهم‌ترین و اصلی‌ترین عوامل بیماری‌زا در جانوران آبزی هستند. از مهم‌ترین باکتری‌های عامل بیماری در ماهیان می‌توان به استرپتوکوکوس، میکروکوکوس، مایکوباکتریوم، استافیلوکوکوس، آئروموناس، ادواردسیلا، فلاووباکتریوم، یرسینیا و ویبریو اشاره نمود (آگوایر و همکاران، ۲۰۰۴). بیماری‌های باکتریایی باعث تلفات قابل‌توجهی در آبزیان پرورشی می‌شوند. برخی از داروهای گیاهی اثرات ضد باکتری خاصی بر روی باکتری‌های بیماری‌زا دارند (جدول ۱). در بسیاری از گونه‌های گیاهی، دی‌ترپن‌ها و سسکوئی ترپن‌ها به‌عنوان فیتوآلکسین‌ها عمل می‌کنند و در مکانیسم دفاعی در برابر عوامل بیماری‌زای قارچی و باکتریایی نقش دارند. مکانیسم عملکرد ترپن‌ها به‌طور کامل مشخص نیست اما تصور بر این است که از طریق ترکیبات چربی‌دوست باعث اختلال در غشاء میکروارگانیسم می‌شوند (مندوزا و همکاران، ۱۹۹۷). در اکثر موارد ترکیبات فنولی، پلی‌ساکاریدی، پروتئوگلیکان و فلاونوئیدها نقش عمده‌ای را در جلوگیری یا کنترل عفونت‌های میکروبی ایفا می‌کنند. باکتری‌های جنس Vibrio شامل باکتری‌های شورپسند هستند که به‌طور گسترده در محیط‌های دریایی وجود دارند. سیتاراسو و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه خود پست لاروهای میگوی ببری سیاه را در محیط حاوی باکتری ویبریو قرار دادند و مشاهده کردند هنگامی که این میگو از آرتمیای غنی‌شده با عصاره‌های متانولی گیاهان باکوچی (*Psoralea corylifolia*)، بادنجان (*Solanum trilobatum*) و نائین هاوندی (*Andrographis paniculata*) تغذیه شدند، حضور باکتری ویبریو در بافت‌ها به شدت کاهش یافت. نتایج بررسی ایمانوئل و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد میزان عفونت باکتریایی ویبریو (*Vibrio parahaemolyticus*) در میگوی سفید هندی تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده با عصاره گیاه کرچک (*Ricinus communis*)

به‌شدت کاهش پیدا کرد. هم‌چنین عفونت ناشی از باکتری ویبریو (*Vibrio damsela*) در میگو با استفاده از عصاره بوتانولی جینسنگ هندی (*Withania somnifera*) از طریق غنی‌سازی آرتمیا با موفقیت کنترل گردید (پراسیتا، ۲۰۰۵). بررسی انگامبی و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد عصاره گیاه *Quillaja saponaria* حاوی ساپونین بوده و می‌تواند باعث افزایش سطح ایمنی در خرچنگ گازامی (*Portunus trituberculatus*) شود. باکتری *A.hydrophila*، یک پاتوژن آبزی فرصت‌طلب است که باعث ایجاد چندین بیماری از جمله زخم‌های پوستی و سپتی سمی خونریزی‌دهنده می‌شود. تغذیه کپور معمولی با غذای حاوی پودر برگ گیاه *Eucommia ulmoides* باعث افزایش مقاومت نسبت به این باکتری گردید (لوآ، ۲۰۰۲). استفاده از عصاره برگ گوآوا (*Psidium guajava*) (گوبی و همکاران، ۲۰۱۶)، گیاه تلخ بیان (*Sophora flavescens*) (وو و همکاران، ۲۰۱۳) و ترکیب گون (*A.membranaceus*)، آنژلیک (*Angelica sinensis*) و کراتاگوس (*Crataegus hupehensis*) (آباریکه و همکاران، ۲۰۱۹) باعث کاهش مرگ و میر و افزایش مقاومت به بیماری در ماهی تیلاپیا (*O.mossambicus*) در برابر باکتری *A. hydrophila* گردید. عصاره‌های اتانولی، متانولی و هگزان حاصل از گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) بر علیه ۱۴۶ عامل بیماری‌زا مؤثر در آبزی‌پروری از نظر ویژگی‌های ضد میکروبی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد عصاره هگزانی می‌تواند طیف وسیع‌تر و مؤثرتری از فعالیت‌های ضد باکتریایی را القاء نماید (آدیگوزل و همکاران، ۲۰۰۵). عصاره بادام هندی (*Terminalia catappa*)، به عنوان یک داروی ضد میکروبی علیه انگل خارجی و هم‌چنین باکتری *A.hydrophila* در ماهی تیلاپیا شناخته شده است (چیتمانات و همکاران، ۲۰۰۵). تأثیر استفاده از بذر سیاه‌دانه (*Nigella sativa*) در کنترل باکتری *Flavobacterium columnare* که عامل بیماری کلومناریس در گربه‌ماهی (*Ictalurus punctatus*) بود توسط محمد و آریاس (۲۰۱۶) بررسی گردید. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده گیاهان راسته میناسانان، نعناسانان و مالپیگی‌سانان به‌دلیل دارا بودن ترکیبات فنولی، پلی‌ساکاریدی، پروتئوگلیکان و فلاونوئیدها بیش‌ترین میزان فعالیت ضد باکتریایی را نشان می‌دهند که می‌توانند در کنترل و درمان بیماری‌های باکتریایی مؤثر باشند (رورتر و همکاران، ۲۰۱۷).

نقش گیاهان دارویی به عنوان عامل ضد ویروس: ویروس‌ها عوامل عفونی کوچکی هستند که گونه‌های وحشی و پرورشی آبزیان را آلوده می‌کنند و اغلب باعث مرگ و میر شدید می‌شوند. ویروس‌ها بر اساس ساختار، ویژگی‌های ژنتیکی (DNA دار و RNAدار) و خواص پروتئینی طبقه می‌شوند. ویروس‌های DNA دار خانوده Iridoviridae, Adenoviridad و Herpesviridae و ویروس‌های RNA دار خانواده Picornaviridae ،Reoviridae Aquareoviridae، Paramyxoviridae ،Togaviridae ،Nodoviridae، Orthomyxoviridae و Rhabdoviridae عمدتاً باعث بروز بیماری در ماهیان می‌شوند (رابرتس، ۲۰۰۳). اکثر آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای شیمیایی رایج، تأثیر آشکاری در درمان بیماری‌های ویروسی آبزیان پرورشی ندارند ولی باعث افزایش مقاومت ویروس شده‌اند (مک کوچئون و همکاران، ۱۹۹۵). با این حال، بسیاری از گیاهان دارویی و عصاره‌های آن‌ها می‌توانند مقاومت زیادی را در جانور آبزی نسبت به ویروس‌ها ایجاد کرده و اثر سویی بر جانور آبزی و محیط زیست نداشته باشند (جدول ۱). داروهای گیاهی عمدتاً قادرند عفونت ناشی از ویروس و تکثیر آن‌ها را از طریق ترکیبات ایمن‌ساز مهار کنند. بسیاری

از گیاهان طی سالیان متمادی به‌عنوان داروهای خانگی استفاده شده‌اند و برخی از آن‌ها دارای خواص ضد ویروسی قوی هستند. مشخص شده است که تعداد کمی از آن‌ها از فعالیت ضد ویروسی علیه ویروس‌های ماهی برخوردارند و برخی از آن‌ها نیز تأثیر زیادی بر ویروس‌های آلوده‌کننده میگوها دارند. اما بیش‌تر مطالعات در مورد استفاده از داروهای گیاهی ضد ویروسی در سخت‌پوستان انجام شده است زیرا سخت‌پوستان فاقد سیستم ایمنی اکتسابی (Adaptive immune system) بوده و نمی‌توان با استفاده از واکسن از بروز بیماری در آن‌ها جلوگیری کرد. به‌عنوان مثال، گیاهان گون (*A.membranaceus*)، لونیکرا (*Lonicera japonica*)، فرفیون (*Euphorbia humifusa*) و رادیکس (*Radix isatidis*) اثرات مهارکنندگی مهمی بر تکثیر ویروس دارند (ژو و ژانگ، ۲۰۱۳؛ چانگ و همکاران، ۲۰۱۶). دیرک بوساراکوم و همکاران (۱۹۹۶) تأثیر عصاره اتانولی گیاه کلیناکانتوس (*Clinacanthus nutans*) ترکیب شده با پلی وینیل پیرولیدون را در تغذیه میگوی ببری سیاه مطالعه نمودند و نتایج پژوهش آن‌ها بیانگر بروز سطح مقاومت بالایی (۹۵ درصد بقاء) در برابر ویروس عامل بیماری سر زرد (Yellow head virus) نسبت به گروه کنترل (۲۵ درصد بقاء) بود که می‌تواند به دلیل وجود ترکیبات ضدویروس در گیاه مورد مطالعه باشد. در مطالعه میکول و همکاران (۲۰۰۵) روی عصاره برگ زیتون (*Olea europaea*) و ترکیب اصلی آن، اولئوروپین، مشخص شد که رابدوویروس عامل سپتی سمی خونریزی‌دهنده (VHSV) در ماهی سالمون به خوبی کنترل شده است. یوگیسواران (۲۰۱۲) عصاره‌های متانولی حاصل از گیاهان آکالیفا هندی (*Aclypha indica*)، علف برمودا، پیکروریزا، جینسنگ هندی و انگور هندی را بر بیماری لکه سفید در میگوی ببری سیاه مورد بررسی قرار داده و نتایج نشان داد پس از تزریق با این عصاره‌های گیاهی، عامل بیماری کنترل شد؛ به‌طوری‌که بعد از گذشت ۲۰ روز تقریباً ۶۰ درصد بقاء در میگوهای تحت تیمار با عصاره‌های گیاهی مشاهده گردید در حالی‌که در گروه کنترل بعد از ۴ روز ۱۰۰ درصد تلفات ثبت گردید. مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد گیاهان راسته مالپیگی‌سانان بیش‌ترین فعالیت ضد ویروسی را دارند که می‌توانند به‌طور غیرمستقیم عفونت ویروسی را از طریق تحریک بدن میزبان نسبت به تولید برخی اینترفرون‌ها یا بهبود سطح ایمنی غیراختصاصی مهار کنند (چوی و همکاران، ۲۰۱۷؛ رورتر و همکاران، ۲۰۱۷).

نقش گیاهان دارویی به عنوان عامل ضد قارچ: به‌طورکلی، قارچ‌ها به عنوان مهاجم ثانویه در زخم‌ها و ضایعات ناشی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی، انگلی، دستکاری بیش از حد و هم‌چنین شرایط نامساعد محیطی، باعث بروز بیماری می‌شوند. رشد قارچ در سطح تخم‌ها و لارو ماهیان می‌تواند باعث تلفات زیاد شود (میر، ۱۹۹۱). از مهم‌ترین این عوامل قارچی در ماهیان می‌توان به Achlya، Aphanomyces، Calyptralegnia، Dictyuchus، Leptolegnia، Pythiopsis، Saprolegnia و Thraustotheca از راسته Saprolegniales و در سخت‌پوستان به Serolpidium، Lagendium و Fusarium اشاره نمود (کاروناساگار و همکاران، ۲۰۰۴). در مقایسه با مطالعات در زمینه عوامل ضد باکتری و ضد ویروسی گیاهان دارویی در آبزی‌پروری، برررسی‌های محدودی علیه عوامل بیماری‌زای قارچی انجام شده است (جدول ۱). یک مولکول ضد قارچی به نام ۲- (۳،۴- دی متیل- ۲،۵- دی هیدرو-H۱-پیرول-۲-یل)-۱- متیل اتیل پنتانوآت از گیاه تاتوره (*Datura metel* L.) جدا شده است که نشان می‌دهد از خواص

ضد آسپرژیلوس برخوردار است (دابور، ۲۰۰۴). آدیگوزل و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه خود توانستند با موفقیت عفونت قارچی تخم ماهی تیلاپیا ناشی از *Aspergillus flavus* و *Fusarium oxysporum* را توسط عصاره‌های اتانولی، متانولی و هگزان حاصل از گیاه *O. basilicum* از طریق برگ بادام هندی کاهش دهند. عصاره حاصل از گیاهان راسته نعناسانان دارای بیش‌ترین فعالیت ضد قارچی بوده که از طریق تخریب دیواره سلولی قارچ‌ها و تغییر در میزان نفوذپذیری آن، بر متابولیسم ساخت RNA و پروتئین سلول قارچ تأثیر گذاشته و منجر به مرگ آن شوند (گومز و دایلر، ۲۰۱۴؛ رورتر و همکاران، ۲۰۱۷).

نقش گیاهان دارویی به‌عنوان عامل ضد انگل: عفونت‌های انگلی مسئول تلفات انبوه ماهیان پرورشی بوده و خسارات اقتصادی قابل‌توجهی به بار می‌آورند. حشره‌کش‌های معمول مانند فورازولیدون و دیپترکس (عوامل شیمیایی) و اورمکتین (آنتی‌بیوتیک)، منجر به مقاوم شدن برخی از انگل در برابر دارو شده است (هالت و همکاران، ۲۰۰۶). گزارش‌های کمی درباره کاربرد گیاهان دارویی در درمان بیماری‌های انگلی در پرورش آبزیان وجود دارد (جدول ۱). هم‌چنین به‌دلیل وجود مراحل مختلف تکاملی در زندگی یک انگل، کاربرد گیاهان دارویی در درمان بیماری‌های انگلی با مشکل مواجه می‌شود. داکتیلوژیروس، یک انگل خارجی و تک میزبان از شاخه کرم‌های پهن است که روی آبشش ماهیان زندگی می‌کند و معمولاً در آسیا و اروپای مرکزی رایج است. این انگل می‌تواند باعث تخریب آبشش، ترشح بیش از حد مخاط و افزایش تنفس در ماهی شود. عصاره‌های متانولی و آبی گیاه شاه‌بلوط (*Semen aesculi*) می‌توانند به عنوان یک ماده ضد انگل طبیعی برای کنترل انگل *Dactylogyrus intermedius* مورد استفاده قرار گیرند (لیو و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعه وانگ و همکاران (۲۰۱۱) ثابت نمود عصاره اتانولی گیاه *Radix angelicae* دارای فعالیت ضد التهابی قوی علیه انگل *D.intermedius* در ماهی قرمز بود. عصاره آبی گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis*) از فعالیت بالایی علیه عفونت *Dactylogyrus minutes* در ماهی کپور معمولی (زورال و همکاران، ۲۰۱۷) و عصاره اتیل استات گیاه *Euphorbia fischeriana* در شرایط آزمایشگاهی علیه انگل *Dactylogyrus vastator* برخوردار بودند (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۴). یکی دیگر از انگل‌های شایع *Ichthyophthirius multifiliis* است که در ماهیان آکواریومی گرمسیری دیده می‌شود. بررسی‌های درون‌تنی و برون‌تنی گیاه *Toddalia asiatica* نشان داد که وجود ترکیبات کلریترین و کلروزایلونین می‌تواند نقش بسیار موثری در کنترل این انگل ایفا کند (شان و همکاران، ۲۰۱۴). اثر آزادی‌راکتین جداشده از درخت چریش (*Azadirachta indica*) علیه انگل *Trichodina sp* در ماهی زبرا (*Daino rerio*) تأیید شد (وو و ژو، ۲۰۰۳). برخی داروهای گیاهی ممکن است در غلظت‌های مؤثر ضد انگل، برای جانوران آبزی سمی باشند؛ بنابراین لازم است قبل از تعیین غلظت ضد انگلی مؤثر، غلظت بی‌خطر داروی گیاهی برای جانور آبزی مورد نظر تعیین شود (ماله ریوس و همکاران، ۲۰۱۶). تعیین ترکیبات شیمیایی گیاهان به درک بهتر نحوه عملکرد آن‌ها کمک می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد. به‌طور مثال کلریترین و کلیدوناین موجود در گیاهانی مانند (*Chelidonium majus* L.) توانایی سمیت سلولی بالایی از طریق مسیرهای القاکننده آپوپتوز دارد که با تأثیرگذاری مستقیم بر میتوکندری انگلی مانند *D.intermedium* می‌تواند آن‌را نابود کند (کامینسکی و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین، شناسایی مولکول‌های زیست‌فعال و بهینه‌سازی روش‌های استخراج با توجه به مولکول

شناسایی شده، غلظت و روش کاربرد، مدت زمان درمان و نوع انگل از اهمیت بالایی برخوردار است (رورتر و همکاران، ۲۰۱۴). در بین گیاهان مورد مطالعه عصاره گیاه سیر (راسته مارچوبه‌سانان) و برگ چای سبز (راسته تئالس) تأثیر بالایی در کنترل بیماری‌های انگلی در ماهیان داشته است (سیاهیدا و همکاران، ۲۰۱۵).

جدول ۱- گیاهان دارویی مورد استفاده در درمان بیماری‌های رایج در آبزیان.

عامل بیماری	گیاه دارویی مورد استفاده	منبع
ویروس	ویروس سندرم لکه سفید میگو (WSSV)	راش هندی (*Pongamia pinnata*)	رامشتانگام و راماسامی، ۲۰۰۷
		علف برمودا (*Cynodon dactylon*)	بالاسوبرامانیان و همکاران، ۲۰۰۸
		آگاتی (*Agathi grandiflora*)	بیندهو و همکاران، ۲۰۱۴
		گاردنیا (*Gardenia jasminoides*)	هوانگ و همکاران، ۲۰۱۹
	بیماری خونریزی‌دهنده کپور علفخوار (GCRV)	مگنولیا (*Magnolia officinalis*)	چن و همکاران، ۲۰۱۷
	هرپس‌ویروس کپورماهیان	کلیناکانتوس (*Clinacanthus nutans*)	هتراکول و همکاران، ۲۰۱۸
	ویرمی بهاره کپور ماهیان (SVCV)	لوبیای تونکا (*Dipteryx odorata*)	شن و همکاران، ۲۰۱۸
	نکروز بافت خون‌ساز عفونی (*IHNV*)	*Arctigenin* (Asteraceae: *Arctium lappa*)	هو و همکاران، ۲۰۱۹
باکتری	آئروموناس هیدروفیلا	داروآش (*Korean mistletoe*)	چوی و همکاران، ۲۰۰۸
		گزنه (*Urtica dioica*)	ان گوگی و همکاران، ۲۰۱۵
		انجیر (*Ficus carica*)	وانگ و همکاران، ۲۰۱۶
		پانیکولاتا (*Andrographis paniculata*)	پالانیکانی و همکاران، ۲۰۱۹
	ویبریو آلگینولیتیکوس	ماهون چینی (*Toona sinensis*)	هاسیه و همکاران، ۲۰۰۸
		کافور (*Cinnamomum camphora*)	یه و همکاران، ۲۰۰۹
		حرا (*Avicennia marina*)	دهایانیتی و همکاران، ۲۰۱۵
		رومارن (*Rosmarinus officinalis*)	زیلبرگ و همکاران، ۲۰۱۰
	استرپتوکوکوس	تلخ بیان (*Sophora flavescens*)	وو و همکاران، ۲۰۱۳
		فلفل (*Pimenta dioica*)	یلماز و ارگون، ۲۰۱۴
		گون (*Astragalus membranaceus*)	آباریکه و همکاران، ۲۰۱۹
		ریحان (*Clove basil*)	بروم و همکاران، ۲۰۱۹
قارچ	ساپرولگنیا	سداب (*Ruta graveolens*)	هاشمی و همکاران، ۲۰۱۲
		سرده (*Arctium lappa*)	ژو – گانگ و همکاران، ۲۰۱۳
		اریگانوم (*Origanum onites*) و آویشن (*Thymbra spicata*)	گومز و دایلر، ۲۰۱۴
	کاندیدا آلبیکانس	فلفل (*Piper guineese*)	اکه‌که و همکاران، ۲۰۰۱
	آسپرژیلوس	جلبک (*Asparagopsis taxiformis*)	گنووس و همکاران، ۲۰۱۳
	کلاریاس گاریپینوس و فوزاریوم سولانی	ورنونیا (*Vernonia amygdalina*)	شریف روحانی و همکاران، ۲۰۱۳
انگل	ایکتیوفتیروس مولتیفیلس	توت سفید (*Morus alba*)	یی و همکاران، ۲۰۱۲؛ فو و همکاران، ۲۰۱۴
	داکتیلوژیروس اینترمدیوس	ساپان (*Caesalpinia sappan*)	هوآنگ و همکاران، ۲۰۱۳
		سرده (*Cuscuta chinensis*)	
		درمنه چینی (*Artemisia argyi*)	
		لیسیما (*Lysima chiachristinae*)	
		فورتانی (*Eupatorium fortunei*)	

مطالعات صورت گرفته در ایران: ایران، سرزمینی ممتاز از نظر غنای گیاهی و تنوع زیستی بوده و دارای ۱۱ اقلیم از ۱۳ اقلیم شناخته شده جهانی است. طبق بررسی علمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، از میان حدود ۸۰۰۰ گونه گیاهی در منابع طبیعی کشور، حدود ۲۳۰۰ گونه از این گیاهان دارای خواص دارویی است و ۱۷۲۸ گونه از این گیاهان به‌عنوان گیاهان بومی ایران می‌باشند که منحصراً در سرزمین ایران رویش کرده و به عنوان یک ظرفیت انحصاری در کشور محسوب می‌شوند (مولادوست و شاه‌مرادی، ۲۰۲۰). براساس آمار مرکز تجارت جهانی در سال ۲۰۱۸، صادرات جهانی گیاهان دارویی حدود ۱۰۰ میلیارد و ۷۰۰ میلیون دلار ارزش داشته است و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰ ارزش صادرات این بخش به رقم ۵ تریلیون دلار برسد (آذرکیش و همکاران، ۲۰۱۴). براساس آخرین آمار مرکز تجارت جهانی، کشور ایران با دارا بودن سهم ۰/۱ درصدی از صادرات جهانی گیاهان دارویی در بین ۱۷۱ کشور صادرکننده در رتبه ۷۲ قرار دارد که سهم بسیار اندکی می‌باشد. با توجه به رشد صنعت آبزی‌پروری در ایران (تولید ۴۸۹۲۰۵ تن در سال ۱۳۹۷؛ سازمان شیلات ایران) لزوم به‌کارگیری داروهای گیاهی به‌جای داروهای شیمیایی و آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان آبزیان بیش از پیش نمایان شده است (جدول ۲).

جدول ۲- مطالعات صورت گرفته در کشور ایران در زمینه استفاده از گیاهان دارویی در درمان آبزیان.

هدف مطالعه	نوع گیاه دارویی	منبع
افزایش مقاومت به آئروموناس هیدروفیلا در ماهی سیکلید	آلوئه‌ورا	عالیشاهی (۲۰۱۱)
افزایش سطح ایمنی ماهی گربه‌ماهی	مورخوش	رضائی و همکاران (۲۰۱۱)
بهبود ایمنی غیراختصاصی ماهی استرلیاد	پونه کوهی، مرزه معمولی و آویشن شیرازی	رئیسی و همکاران (۲۰۱۴)
بهبود فاکتورهای ایمنی غیراختصاصی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان	آویشن	عزیزی و همکاران (۲۰۱۶)
فعال شدن سیستم ایمنی غیر اختصاصی در میگو وانامی	سیر	پذیر و اکبرپور (۲۰۱۶)
بهبود پارامترهای ایمنی	مورد	بهادری بیرگانی و همکاران (۲۰۱۸)
بهبود فاکتورهای ایمنی غیراختصاصی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان	اسفرزه	محمدی و همکاران (۲۰۱۶)
افزایش سطح ایمنی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان	پیاز	بنام و همکاران (۲۰۱۶)
بهبود ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان	مورد	رخشان و چله‌مال (۲۰۱۷)
بهبود ایمنی ماهی کاراس طلایی	بومادران	نژاد مقدم و همکاران (۲۰۱۸)
بهبود شاخص‌های ایمنی در بچه‌ماهی کپور معمولی	برگ زیتون	کریمی پاشاکی و همکاران (۲۰۱۸)
بهبود ایمنی ماهی زبرا	آنقوزه	صفری و همکاران (۲۰۱۸)
بهبود شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و ایمنی قزل‌آلای رنگین‌کمان	مخلوط شیرین‌بیان، یونجه، گل همیشه‌بهار، سنجد، آویشن و سیر	رمضانی و همکاران (۲۰۱۹)
بهبود شاخص‌های هماتولوژی فیل‌ماهی	گیاه زردچوبه	زارع سلماسی و همکاران (۲۰۱۹)

مطالعه عالیشاهی (۲۰۱۱) در بررسی سطوح مختلف (غلظت‌های ۰/۱، ۰/۵، ۱ درصد) عصاره گیاه آلوئه‌ورا بر شاخص‌های رشد و میزان مقاومت در برابر عفونت باکتری آئروموناس هیدروفیلا در ماهی سیکلید (*Amphiophus labiatus*) نشان داد مناسب‌ترین غلظت آلوئه‌ورا در خوراک برای تحریک رشد و افزایش مقاومت در برابر عفونت‌های باکتریایی غلظت ۰/۵ درصد می‌باشد. عزیزی و همکاران (۲۰۱۶) جیره غذایی حاوی اسانس آویشن را بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و بیوشیمیایی سرم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (با میانگین وزنی ۶۹/۳۸ گرم) بررسی کردند و نتایج آن‌ها نشان داد بیش‌ترین تعداد گلبول سفید و فراسنجه‌های سرمی مانند میزان پروتئین کل در تیمار حاوی آویشن به‌دست آمد. مهدوی و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر مکمل اسانس رازیانه با مقادیر۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم را بر شاخص‌های رشد، زنده‌مانی، ترکیب لاشه و فراسنجه‌های خونی بچه‌ماهی سفید دریای خزر (با میانگین وزنی ۰/۶ گرم) بررسی کردند و نتایج نشان داد غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم باعث افزایش تعداد گلبول سفید و گلبول قرمز و ارتقاء سیستم ایمنی گردید. جهانبخشی و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر سطوح مختلف اسانس گیاه سیر با مقادیر ۰/۱۰، ۰/۱۵ و ۰/۲۰ گرم بر کیلوگرم غذا را بر شاخص‌های رشد، بقاء و برخی شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی ماهی گورامی سه خال (*Trichogaster trichopterus*) را بررسی کردند و نتایج نشان داد افزودن اسانس گیاه سیر به جیره غذایی ماهی گورامی سه خال می‌تواند نقش مثبتی در رشد، ارتقاء وضعیت عمومی و ایمنی بدن داشته باشد. قاسمی و همکاران (۲۰۱۷) اثر افزودن زردچوبه با سطوح ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد را در جیره غذایی بر عملکرد رشد و بقاء در برابر تنش شوری کپور معمولی (با میانگین وزن ۱۸/۷۱ گرم) بررسی کردند و نتایج نشان داد استفاده از زردچوبه در غلظت بالای ۱ درصد باعث کاهش شاخص‌های رشد گردید اما مقاومت در مواجهه با شوری افزایش یافت. براساس نتایج این مطالعه افزایش ۰/۵ تا ۱ درصد پودر زردچوبه در جیره غذایی ماهی کپور معمولی باعث افزایش مقاومت این ماهی در مواجهه با استرس شوری گردید. صفری و همکاران (۲۰۱۸) اثرات عصاره هیدروالکلی گیاه آنقوزه را در سطوح ۰/۵، ۱ و ۲ درصد به مدت ۸ هفته در جیره غذایی بر بیان ژن‌های مرتبط با ایمنی (IL1B TNF-alpha) در ماهی گورخری (*Danio rerio*) با میانگین وزنی ۰/۳ گرم بررسی کردند و نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها نشان داد استفاده از عصاره هیدروالکلی این گیاه می‌تواند به واسطه افزایش بیان نسبی سایتوکین‌های التهابی به بهبود وضعیت ایمنی در ماهی گورخری کمک نماید. زارع سلماسی و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر ماده مؤثره گیاه زردچوبه (*Curcuma longa* L.) بر فاکتورهای هماتولوژی فیل‌ماهی جوان (*Huso huso*) را از طریق تزریق صفاقی در حجم ۰/۵ میلی‌لیتر را مورد بررسی قرار داده و نتایج نشان داد تزریق عصاره کورکومین به میزان ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن در مقایسه با گروه‌های کنترل منفی (فاقد تزریق) و کنترل مثبت (تزریق سرم فیزیولوژیک) افزایش معنی‌داری را در شاخص‌های هماتولوژی مانند تعداد گلبول قرمز، گلبول سفید، درصد هماتوکریت، هموگلوبین و غیره نشان داد.

نتیجه‌گیری

اخیراً در آبزی‌پروری استفاده از گیاهان دارویی به‌عنوان محرک‌های ایمنی جهت تقویت سیستم ایمنی غیراختصاصی آبزیان پرورشی رایج شده است. این گیاهان منبعی غنی از تانن‌ها، پلی‌ساکاریدها، آلکالوئیدها، فلاوونوئیدها، ساپونین‌ها و پلی‌پپتیدها

هستند که نقش‌های مختلفی مانند اثرات ضد میکروبی، ضد انگلی و تقویت سیستم ایمنی آبزیان برای آن‌ها تأیید شده است. با مروری بر مطالعات انجام شده در این زمینه به نظر می‌رسد استفاده از گیاهان دارویی به‌عنوان محرک‌های ایمنی می‌تواند جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها، واکسن‌ها و ترکیبات شیمیایی باشد. در بین گیاهان دارویی، بالاترین فعالیت ضد باکتریایی و ضد قارچی به ترتیب مربوط به گونه‌های راسته میناسانان و نعناسانان بوده و گونه‌های راسته مالپیگی‌سانان بالاترین فعالیت ضد ویروسی و راسته مارچوبه‌سانان و تئالس بالاترین فعالیت ضدانگلی را نشان می‌دهند. اما با توجه به عدم تطابق نتایج برخی از پژوهش‌ها که دلیل آن می‌تواند ترکیبات موجود در عصاره‌های مختلف و استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره‌های گیاهی باشد، لزوم انجام پژوهش‌ها بیش‌تر و تخصصی‌تر بر روی غلظت‌های قابل‌استفاده عصاره‌های گیاهی به‌منظور رسیدن به غلظت بهینه و هم‌چنین تعیین ترکیبات موجود در عصاره‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد زیرا این امر می‌تواند تأثیر به کارگیری آن‌ها در صنعت آبزی‌پروری را بیش از پیش نمایان سازد. هم‌چنین بر اساس مطالعات انجام شده می‌توان از تخلیص ترکیبات شیمیایی موجود در عصاره‌های گیاهی برای تأثیرگذاری بیش‌تر بر عوامل بیماری‌زا و تحریک مؤثرتر سیستم ایمنی استفاده کرد.

منابع

Abarike, E.D., Jian, J., Tang J., Cai, J., Yu, H., and Chen, L. 2019. Traditional chinese medicine enhances growth, immune response, and resistance to *Streptococcus agalactiae* in Nile Tilapia. J. Aquat. Anim. Health. 31: 1. 46-55.

Adiguzel, A., Gulluce, M., Şengül, M., Ogutcu, H., Sahin, F., and Karaman, I. 2005. Antimicrobial effects of *Ocimum basilicum* (Labiatae) extract. Turk. J. Biol. 29: 3. 155-60.

Aguirre-Guzmán, G., Mejia Ruíz, H., and Ascencio, F. 2004. A review of extracellular virulence product of *Vibrio* species important in diseases of cultivated shrimp. Aquac. Res. 35: 15. 1395-404.

Alishahi, M. 2011. Effects of different levels of Aloe vera crude extract on the growth rate and resistance against Aeromonas hydrophila infection in *Amphilophus labiatus*. J. Mar. Biol. 2: 4. 41-46. (In Persian)

Anderson, D.P. 1992. Immunostimulants, adjuvants, and vaccine carriers in fish: applications to aquaculture. Annu. Rev. Fish Dis. 2: 281-307.

Ardo, 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. 31: 275. 1-4. 26-33.

Azarkish, P., Doosti Irani, A., Hoseseini, A.H., and Mohammadi, R. 2014. Medicinal plants capacities and sustainable capital for Iran's economic progress. Fourth Iranian Islamic Model of Progress Conference, Iran's Progress, Past, Present and Future, Tehran, 19-20 May: 1-19.

Azizi, E., Yeganeh, S., Firouzbakhsh, F., and Janikhalili, K. 2016. Effects of dietary Supplemental thyme essence (*Thymus vulgaris* L.) on growth, hematological and serum biochemical parameters of Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). J. Appl. Ichthyol. Res. 4: 2. 45-61. (In Persian)

Bahadori Birgani, S.H., Roomiani, L., and Chelehmal dezfulnezhad, M. 2018. The effect of the extract supplements (*Myrtus communis* L.) on growth, survival, blood and immune system of fish Common carp (*Cyprinus carpio*). J. Anim. Res. 31: 3. 255-266. (In Persian)

Balasubramanian, G., Sarathi, M., Venkatesan, C., Thomas, J., and Sahul Hameed, A.S. 2008. Oral administration of antiviral plant extract of *Cynodon dactylon* on a large scale production against white spot syndrome virus (WSSV) in *Penaeus monodon*. Aquaculture: 279: 2-5.

Benam, R., Ouraji, H., Keramat, A., and Jani Khalili, Kh. 2016. Effects of diet supplementing onion (*Allium cepa*) powder on growth, survival, fillet composition and hematological parameters of *Oncorhynchus mykiss*. J. Exp. Anim. Sci. 4: 4. 63-73. (In Persian)

Bindhu, F., Velmurugan, S., Donio, M.B., Michaelbabu, M., and Citarasu, T. 2014. Influence of *Agathi grandiflora* active principles inhibit viral multiplication and stimulate immune system in Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus* against white spot syndrome virus infection. Fish Shellfish *Immunol*. 41: 2. 482-92.

Brum, A., Pereira, S.A., Owatari, M.S., Chagas, E.C., Chaves, F.C., Mouriño, J.L., and Martins, M.L. 2019. Effect of dietary essential oils of clove basil and ginger on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) following challenge with *Streptococcus agalactiae*. Aquaculture. 468: 235-243.

Caruso, D., Lusiastuti, A.M., Slembrouck, J., Komarudin, O., and Legendre, M. 2013. Traditional pharmacopeia in small scale freshwater fish farms in West Java, Indonesia: an ethnoveterinary approach. Aquaculture. 416: 334-45.

Chakraborty, S.B., and Hancz, C. 2011. Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. Rev. Aquac. 3: 3. 103-19.

Chang, S.Y., Park, J.H., Kim, Y.H., Kang, J.S., and Min, J.Y. 2016. A natural component from *Euphorbia humifusa* Willd displays novel, broad-spectrum anti-influenza activity by blocking nuclear export of viral ribonucleoprotein. Biochem. Biophys. Res. Commun. 471: 2. 282-9.

Chen, X.H., Hu, Y., Shan, L.P., Yu, X.B., Hao, K., and Wang, G.X. 2017. Magnolol and honokiol from *Magnolia officinalis* enhanced antiviral immune responses against grass carp reovirus in *Ctenopharyngodon idella* kidney cells. Fish Shellfish Immunol. 63: 245-254.

Chitmanat, C., Tongdonmuan, K., Khanom, P., Pachontis, P., and Nunsong, W. 2003. Antiparasitic, antibacterial, and antifungal activities derived from a Terminalia catappa solution against some tilapia (*Oreochromis niloticus*) pathogens. InIII WOCMAP Congress on Medicinal and Aromatic Plants-Volume 4: Targeted Screening of Medicinal and Aromatic Plants, Economics. 678: 179-182.

Choi, J.G., Jin, Y.H., Lee, H., Oh, T.W., Yim, N.H., Cho, W.K., and Ma, J.Y. 2017. Protective effect of *Panax notoginseng* root water extract against influenza a virus infection by enhancing antiviral interferon-mediated immune responses and natural killer cell activity. Front. Immunol. 8: 1542.

Choi, S.H., Park, K.H., Yoon, T.J., Kim, J.B., Jang, Y.S., and Choe, C.H. 2008. Dietary Korean mistletoe enhances cellular non-specific immune responses and survival of Japanese eel (*Anguilla japonica*). Fish Shellfish Immunol. 24: 67-73.

Citarasu, T. 2010. Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. Aquac Int. 18: 403-414.

Citarasu, T., Immanuel, G., and Marian, M.P. 1998. Effects of feeding Artemia enriched with stresstol and cod liver oil on growth and stress resistance in the Indian white shrimp *Penaeus indicus* post larvae. Asian Fish. Sci. 12: 65-75.

Citarasu, T., Rajajeyasekar, R., Venkatramalingam, K., Dhandapani, P.S., and Marian, M.P. 2003. Effect of wood apple *Aegle marmelos*, Correa (Dicotyledons, Sapindales, Rutaceae) extract as an antibacterial agent on pathogens infecting prawn (*Penaeus indicus*) larviculture. Indian J. Mar. Sci. 32: 2. 156-161.

Citarasu, T., Sivaram, V., Immanuel, G., Rout, N., and Murugan, V. 2006. Influence of selected Indian immunostimulant herbs against white spot syndrome virus (WSSV) infection in black tiger shrimp, *Penaeus monodon* with reference to haematological, biochemical and immunological changes. Fish Shellfish Immunol. 21: 4. 372-84.

Dabur, R., Ali, M., Singh, H., Gupta, J., and Sharma, G.L. 2004. A novel antifungal pyrrole derivative from *Datura metel* leaves. Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences. 59: 7. 568-70.

Dhayanithi, N.B., Kumar, T.T., Arockiaraj, J., Balasundaram, C., and Harikrishnan, R. 2015. Dietary supplementation of *Avicennia marina* extract on immune protection and disease resistance in *Amphiprion sebae* against *Vibrio alginolyticus*. Fish Shellfish Immunol. 45: 52-58.

Direkbusarakom, S., Ruangpan, L., Ezura, Y., and Yoshimizu, M. 1998. Protective efficacy of *Clinacanthus nutans* on yellow-head disease in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Fish Pathol. 33: 4. 401-4.

Edahiro, T., Hamaguchi, M., and Kusuda, R. 1991. Suppressive effect of glycyrrhizin against streptococcal infection promoted by feeding oxidized lipids to yellowtail *Seriola quinqueradiata*. Aquac. Sci. 39: 1. 21-7.

Elumalai, P., Kurian, A., Lakshmi, S., Faggio, C., Esteban, M.A., and Ringø, E. 2020. Herbal immunomodulators in aquaculture. Rev. Fish. Sci. Aquac. 29: 1. 33-57.

FAO (Fishery and Aquaculture Statistics). Global Aquaculture Production 1950-2018 (Fish Stat J). In FAO Fisheries and Aquaculture Department [Online]; FAO: Rome, Italy, 2020. http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf.

Forwood, J.M., Harris, J.O., and Deveney, M.R. 2013. Efficacy of current and alternative bath treatments for *Lepidotrema bidyana* infecting silver perch, *Bidyanus bidyanus*. Aquaculture. 416: 65-71.

Fu, Y., Zhang, Q., Xu, D.H., Xia, H., Cai, X., Wang, B., and Liang, J. 2014. Parasiticidal effects of *Morus alba* root bark extracts against *Ichthyophthirius multifiliis* infecting grass carp. Dis. Aquat. Org. 108: 2. 129-136.

Genovese, G., Leitner, S., Minicante, S.A., and Lass-Flörl, C. 2013. The Mediterranean red alga *Asparagopsis taxiformis* has antifungal activity against Aspergillus species. Mycoses. 56: 516-519.

Ghasemi, A., Mazandarani, M., Sudagar, M., and Hosseini, S.M. 2017. Effect of dietary turmeric (*Curcuma longa*) addition on growth performance and survival rate against salt-water stress in common carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics, 6: 2. 21-30. (In Persian)

Gobi, N., Ramya, C., Vaseeharan, B., Malaikozhundan, B., Vijayakumar, S., Murugan, K., and Benelli, G. 2016. *Oreochromis mossambicus* diet supplementation with *Psidium guajava* leaf extracts enhance growth, immune, antioxidant response and resistance to *Aeromonas hydrophila*. Fish Shellfish Immunol. 58: 572-83.

Gormez, O., and Diler, O. 2014. In vitro antifungal activity of essential oils from Tymbra, Origanum, Satureja species and some pure compounds on the fish pathogenic fungus, *Saprolegnia parasitica*. Aquac. Res. 45: 1196-1201.

Haetrakul, T., Dunbar, S.G., and Chansue, N. 2018. Antiviral activities of *Clinacanthus nutans* (Burm.f.) Lindau extract against Cyprinid herpesvirus 3 in koi (*Cyprinus carpio koi*). J. Fish Dis. 41: 581-587.

Hallett, R.L., Dunyo, S., Ord, R., Jawara, M., Pinder, M., Randall, A., Alloueche, A., Walraven, G., Targett, G.A., Alexander, N., and Sutherland, C.J. 2006. Chloroquine/sulphadoxine-pyrimethamine for gambian children with malaria: transmission to mosquitoes of multidrug-resistant Plasmodium falciparum. PLoS Clinical Trials, 1(3):e15.

Harikrishnan, R., Balasundaram, C., and Heo, M.S. 2011. Impact of plant

products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. Aquaculture. 317: 1-4. 1-5.

Hashemi, K.S.M., Sadeghpour, H.M., and Gholampour, A.I. 2012. Isolation of Saprolegnia and the influence of root ethanolic extract of *Ruta graveolens* on Saprolegnia. Spp growth. *Int J.* Biosci. *Biochem.* Bioinforma. 2: 64-67.

Hoseinifar, S.H., Zou, H.K., Miandare, H.K., Van Doan, H., Romano, N., and Dadar, M. 2017. Enrichment of common carp (*Cyprinus carpio*) diet with medlar (*Mespilus germanica*) leaf extract: Effects on skin mucosal immunity and growth performance. Fish Shellfish Immunol. 67: 346-352.

Hsieh, T.J., Wang, J.C., Hu, C.Y., Li, C.T., Kuo, C.M., and Hsieh, S.L. 2008. Effects of rutin from *Toona sinensis* on the immune and physiological responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under *Vibrio alginolyticus* challenge. Fish Shellfish Immunol. 25: 581-588.

Hu, Y., Chen, W.C., Shen, Y.F., Zhu, B., and Wang, G.X. 2019. Synthesis and antiviral activity of a new arctigenin derivative against IHNV in vitro and in vivo. Fish Shellfish Immunol. 92: 736-745.

Huang, A.G., Tu, X., Qi, X.Z., Ling, F., Zhu, B., and Wang, G.X. 2019. *Gardenia jasminoides Ellis* inhibit white spot syndrome virus replication in red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. Aquaculture. 504: 239-247.

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*). Parasitol. Res. 112: 12. 4065-4072.

Immanuel, G., Vincybai, V.C., Sivaram, V., Palavesam, A., and Marian, M.P. 2004. Effect of butanolic extracts from terrestrial herbs and seaweeds on the survival, growth and pathogen (*Vibrio parahaemolyticus*) load on shrimp *Penaeus indicus* juveniles. Aquaculture. 236: 1-4. 53-65.

Iranian Fisheries Organization. 2019. Statistical Yearbook, 33p. (In Persian)

Jahanbakhshi, A., Ahmadnia Motlagh, H., Javadi Mousavi, M., and Rahimi Kia, E. 2015. Effects of garlic (*Allium sativum*) extract on growth performance, survival rate, some hematological and biochemical indices of Gourami (*Trichogaster trichopterus*). Iranian Journal of Animal Science Research, 7: 2. 218-224. (In Persian)

Jian, J., and Wu Z. 2004. Influences of traditional Chinese medicine on non-specific immunity of Jian carp (*Cyprinus carpio var. Jian*). Fish Shellfish Immunol. 16: 2. 185-91.

Kaminskyy, V., Kulachkovskyy, O., and Stoika, R. 2008. A decisive role of mitochondria in defining rate and intensity of apoptosis induction by different alkaloids. Toxicol. Lett. 177: 3. 168-81.

Karimi Pashaki, A., Ghasemi, M., ZorriehZahra, J., Shrif Rohani, M., and Hosseini S. 2018. Effect of diets containing aqueous-alcoholic extract of olive leaf (*Olea eurcpaea* L.) on growth performance and some blood and immune parameters in common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. Iranian Scientific Fisheries Journal. 27: 2. 71-80 (In Persian)

Karunasagar, I., Karunasagar, I., and Umesha, R.K. 2004. Microbial diseases in shrimp aquaculture. In: N. Ramiah (ed.) *Marine Microbiology: Facts and Opportunities*, National Institute of Oceanography, Goa, India, Pp: 165-186.

Kim, K.J., Jang, S.I., Marsden, M.J., Secombes, C.J., Choi, M.S., Kim, Y.G., and Chung, H.T. 1998. Effect of glycyrrhizin on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* leukocyte responses. *J. Korean* Soc. Microbiol. 33: 3. 263-71.

Liu, Y.T., Wang, F., Wang, G.X., Han, J., Wang, Y., and Wang, Y.H. 2010. In vivo anthelmintic activity of crude extracts of *Radix angelicae pubescentis*, *Fructus bruceae*, *Caulis spatholobi*, *Semen aesculi*, and *Semen pharbitidis* against *Dactylogyrus intermedius* (Monogenea) in goldfish (*Carassius auratus*). Parasitol. Res. 106: 5. 1233-9.s.

Logambal, S.M., Venkatalakshmi, S., and Michael, R.D. 2000. Immunostimulatory effect of leaf extract of *Ocimum sanctum* Linn. In *Oreochromis mossambicus* (Peters). Hydrobiologia. 430: 1. 113-20.

Luo, Q.H. 2002. Effects of Eucommia leaf powder on carp's immunization. J. Hunan Univ. Nat. Sci. 28: 1. 51-3.

Magdelin, S.M. 2005. Culture of ornamental fish, Black molly (*Poecilia sphenops*) using medicinal plants having immunostimulant characteristics. India: Manonmaniam Sundaranar University.

Mahdavi, S., Yeganeh, S., Firouzbakhsh, F., and Janikhalili, KH. 2014. Effects of Supplementary Fennel (*Foeniculum vulgare*) Essential Oil of Diet on Growth, Survival, Body Composition and Hematological Parameters of *Rutilus frisii kutum* Fry. Fisheries Science and Technology. 3: 3. 79-90. (In Persian)

Malheiros, D.F., Maciel, P.O., Videira, M.N., and Tavares-Dias, M. 2016. Toxicity of the essential oil of Mentha piperita in *Arapaima gigas* (pirarucu) and antiparasitic effects on Dawestrema spp. (Monogenea). Aquaculture. 455: 81-6.

McCutcheon, A.R., Roberts, T.E., Gibbons, E., Ellis, S.M., Babiuk, L.A., Hancock, R.E., and Towers, G.H. 1995. Antiviral screening of British Columbian medicinal plants. J. Ethnopharmacol. 49: 2. 101-10.

Mehana, E.E., Rahmani, A.H., and Aly, S.M. 2015. Immunostimulants and fish culture: an overview. Annu. Res. Rev. Biol. 5: 6. 477-489.

Mendoza, L., Wilkens, M., and Urzua, A. 1997. Antimicrobial study of the resinous exudates and of diterpenoids and flavonoids isolated from some Chilean Pseudognaphalium (Asteraceae). J. Ethnopharmacol. 58: 2. 85-8.

Meyer, F.P. 1991. Aquaculture disease and health management. J. Anim. Sci. 69: 10. 4201-8.

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). Antivir. Res. 66: 2-3. 129-36.

Mohammadi, M.J., Alishahi, M., and Aramoon, A. 2016. Effects of *Plantago ovata* extract on none specific immune parameters of the juvenile *Oncorhynchus mykiss*. Veterinary Journal, 29: 2. 97-105. (In Persian)

Mohammed, H.H., and Arias, C.R. 2016. Protective efficacy of *Nigella sativa* seeds and oil against columnaris disease in fishes. J. Fish Dis. 39: 6. 693-703.

Moladoost, K., and Shahmoradi, M. 2020. Identification of challenges facing development of the medicinal plants sector in Iran. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 36: 5. 748-762. (In Persian)

Nezhadmoghadam, S., Imanpoor, M.R., Jafari, V., and Safari, R. 2018. Effect of *Achillea millefolium* on mucosal immune response and immune related (TNF-alfa) gene expression in Goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758). Journal of Applied Ichthyological Research. 5: 4. 87-100. (In Persian)

Ngambi, J.W., Li, R., Mu, C., Song, W., Liu, L., and Wang, C. 2016. Dietary administration of saponin stimulates growth of the swimming crab *Portunus trituberculatus* and enhances its resistance against *Vibrio alginolyticus* infection. Fish Shellfish Immunol. 59: 305-11.

Ngugi, C.C., Oyoo-Okoth, E., Mugo-Bundi, J., Orina, P.S., Chemoiwa, E.J., and Aloo, P.A. 2015. Effects of dietary administration of stinging nettle (*Urtica dioica*) on the growth performance, biochemical, hematological and immunological parameters in juvenile and adult Victoria Labeo (*Labeo victorianus*) challenged with *Aeromonas hydrophila*. Fish Shellfish Immunol. 44: 533-541.

Okeke, M.I., Iroegbu, C.U., Jideofor, C.O., Okoli, A., and Esimone, C.O. 2001. Antimicrobial activity of ethanol extracts of two indigenous Nigerian spices. J Herbs Spices Med Plants. 8: 39-48.

Palanikani, R., Chanthini, K.M.P., Soranam, R., Thanigaivel, A., Karthi, S., Senthil-Nathan, S., and Murugesan, A.G. 2020. Efficacy of *Andrographis paniculata* supplements induce a non-specific immune system against the pathogenicity of *Aeromonas hydrophila* infection in Indian major carp (Labeo rohita). Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 27: 19. 23420-23436.

Pasnik, D.J., Evans, J.J., Panangala, V.S., Klesius, P.H., Shelby, R.A., and Shoemaker, C.A. 2005. Antigenicity of *Streptococcus agalactiae* extracellular products and vaccine efficacy. J. Fish Dis. 28: 4. 205-12.

Pazir, M.K., and Akbarpour, E. 2016. Effect of garlic powder (*Allium sativum*) on immune responses of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Journal of Biosafety. 9: 1. 9-19. (In Persian)

Praseetha, R. 2005. Enrichment of brine shrimp *Artemia franciscana* with commercial probiotics and herbal extracts and their resistance against shrimp pathogen Vibrio sp (*Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio damsela*). *Vibrio parahaemolyticus*.

Raissy, M., Fakhrian, M., Jafarian, M., and Varshoei, H. 2014. Study onthe effect of some medicinal plants essential oils on non-specific immune system of sterlet (*Acipenser ruthenus*). Journal of Marine Biology. 6: 1. 23-28. (In Persian)

Rakhshan, M., and Chelemal, M. 2017. The effects of plant essential oils (*Myrtus Communis* L.) on growth performance, hematology and biochemical parameters of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). The Journal of Animal Environmental Research. 9: 3. 195-202 (In Persian)

Rameshthangam, P., and Ramasamy, P. 2007. Antiviral activity of bis (2-methylheptyl) phthalate isolated from *Pongamia pinnata* leaves against white spot syndrome virus of *Penaeus monodon* fabricius. Virus Res. 126: 38-44.

Ramezani, H., Binaeii, M., and Fazli, H. 2019. The effect of different level of dietary herbal on some of the hematological, biochemical and immune parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Animal Environmental Research. 11: 3. 141-146. (In Persian)

Rehulka, J. 1991. Prevention and therapy of fish diseases: fungal diseases. In: J.Tesareik and Z. Svobodová (ed.) *Diagnostics, Prevention and Therapy of Fish Diseases and Intoxications*, FAO, Rome, Italy. Pp: 270-307.

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.

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, 9: 223-61.

Rezaei, M.H., Sourinejad, I., Soltanian, S., and Yousefzadi, M. 2013. The effects of dietary *Zhumeria majdae* extract on growth indices, hematology and immunology of catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. Journal of Aquatic Ecology, 3: 1. 8-19. (In Persian)

Rico, A., Phu, T.M., Satapornvanit, K., Min, J., Shahabuddin, A.M., Henriksson, P.J., Murray, F.J., Little, D.C., Dalsgaard, A., and Van den, Brink P.J. 2013. Use of veterinary medicines, feed additives and probiotics in four major internationally traded aquaculture species farmed in Asia. Aquaculture. 412: 231-43.

Roberts, R.J. 2012. Fish pathology. John Wiley & Sons; Mar 6.

Romero, J., Feijoó, C.G., and Navarrete, P. 2012. Antibiotics in aquaculture–use, abuse and alternatives. Health and Environment in Aquaculture. 11: 159.

Safari, R., Vahedi Amiri, F., Shabany, A., Hoseinifar, S.H., and Kolangi Miandareh, H. 2018. Effect of supplementation of diet with ferula assafoetida hydoalkohalic extract on immune related (il-1βand tnf-alpha) gene. Journal of Animal Physiology and Development. 11: 3. 55-66. (In Persian)

Shan, X.F., Kang, Y.H., Bian, Y., Gao, Y.H., Wang, W.L., and Qian, A.D. 2014. Isolation of active compounds from methanol extracts of Toddalia asiatica against *Ichthyophthirius multifiliis* in goldfish (*Carassius auratus*). Vet. Parasitol. 199: 3-4. 250-4.

Sharif Rohani, M., Dashtiannasab, A., Ghaednia, B., Mirbakhsh, M., Yeganeh, V., and Vahabnezhad, A. 2013. Investigation of the possibility use of *Zataria multiflora* (Avishan-e Shirazi) essence in control of fungal contamination of cultured shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Iran. J. Fish. Sci. 12: 454-464.

Shen, Y.F., Liu, L., Feng, C.Z., Hu, Y., Chen, C., Wang, G.X., and Zhu, B. 2018. Synthesis and antiviral activity of a new coumarin derivative against spring viraemia of carp virus. Fish Shellfish Immunol. 81: 57-66.

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: 1. 27-44.

Valladao, G.M., Gallani, S.U., and Pilarski, F. 2015. Phytotherapy as an alternative for treating fish disease. JVPT. 38: 5. 417-28.

Van Hai, N. 2015. The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: A review. Aquaculture. 446: 88-96.

Vargas-Albores, F., and Yepiz-Plascencia, G. 2000. Beta glucan binding protein and its role in shrimp immune response. Aquaculture. 191: 1-3. 13-21.

Wang, K.Y., Yao, L., Du, Y.H., Xie, J.B., Huang, J.L., and Yin, Z.Q. 2011. Anthelmintic activity of the crude extracts, fractions, and osthole from *Radix angelicae* pubescentis against *Dactylogyrus intermedius* in goldfish (*Carassius auratus*) in vivo. Parasitol. Res. 108: 1. 195-200.

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 Shellfish Immunol. 59: 196-202.

Wu, W., and Zhu, X.H. 2003. Toxic effects on fishes and application on the parasitic diseases control by azadirachtin. Chinese Journal of Pesticide Science. 5: 2. 85-9.

Wu, Y.R., Gong, Q.F., Fang, H., Liang, W.W., Chen, M., and He, R.J. 2013. Effect of *Sophora flavescens* on non-specific immune response of tilapia (GIFT *Oreochromis niloticus*) and disease resistance against *Streptococcus agalactiae*. Fish Shellfish Immunol. 34: 1. 220-7.

Xue-Gang, H., Lei, L., Cheng, C., Kun, H., Xian-Le, Y., and Gao-Xue,W. 2013. In vitro screening of Chinese medicinal plants for antifungal activity against Saprolegnia sp. and *Achlya klebsiana*. N. Am. J. Aquac. 75: 468-473.

Yeh, R.Y., Shiu, Y.L., Shei S.C., Cheng, S.C., Huang, S.Y., Lin, J.C., and Liu, C.H. 2009. Evaluation of the antibacterial activity of leaf and twig extracts of stout camphor tree, *Cinnamomum kanehirae*, and the effects on immunity and disease resistance of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Fish Shellfish Immunol. 27: 26-32.

Yi, Y.L., Lu, C., Hu, X.G., Ling, F., and Wang, G.X. 2012. Antiprotozoal activity of medicinal plants against *Ichthyophthirius multifiliis* in goldfish (*Carassius auratus*). Parasitol. Res. 111: 1771-1778.

Yılmaz, S., and Ergün, S. 2014. Dietary supplementation with Allspice *Pimenta dioica* reduces the occurrence of *Streptococcal* disease during first feeding of Mozambique Tilapia fry. J. Aquat. Anim. Health. 26: 3. 144-148.

Yogeeswaran, A., Velmurugan, S., Punitha, S.M., Babu, M.M., Selvaraj, T., Kumaran, T., and Citarasu, T. 2012. Protection of *Penaeus monodon* against white spot syndrome virus by inactivated vaccine with herbal immunostimulants. Fish Shellfish Immunol. 32: 6. 1058-67.

Zamani, A. 2019. Assessment of spearmint (*Mentha spicata* L.) extract effect on chemical and bacterial quality of Common kilka (Clupeonella cultriventris) surimi during short term storage in refrigerator. Journal of Fisheries Sciences and Technology (JFST). 8: 2. 99-108. (In Persian)

Zamani, A., Abaei, Z., and Abaei, F. 2021. Assessment of Chemical and Bacterial Indices of Common Carp (Cyprinus carpio) Surimi under Various Concentrations of Basil (Ocimum basilicum) Extract During Storage in Refrigerator. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 16: 1. 95-107. (In Persian)

Zamani, A., and Ghaffari, A. 2019. Assessment of Chemical and Bacterial Quality of Surimi Produced from Common Kilka (clupeonella Cultriventris) Under Pennyroyal (mentha Pulegium) Extract during Refrigerator Storage (4±1 °C). Iranian Scientific Fisheries Journal. 28: 4. 23-34. (In Persian)

Zamani, A., Khajavi, M., and Salarvand, S., 2019. Application of herbal medicines in fish anesthesia. The 2nd National Conference on National Resources and Sustainable Development. Shar-e-kord, Iran. (In Persian)

Zamani, A., and Salarvand, S. 2018. Anesthesia induction by tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) on Dalmation molly. The 2nd National Conference on Ornamental Fish. Mahallat, Arak, Iran. (In Persian)

Zare Salmasi, A., Nazerian, S., Taheri Mirghaed, A., and Ebrahimzadeh, S.M. 2019. The Effect of the active ingredient of turmeric plant (*Curcuma longa* L.) on hematological parameters of beluga (*Huso huso*). Veterinary Research Journal. 74: 2. 199-208. (In Persian)

Zhang, X.P., Li, W.X., Ai, T.S., Zou, H., Wu, S.G., and Wang, G.T. 2014. The efficacy of four common anthelmintic drugs and traditional Chinese medicinal plant extracts to control *Dactylogyrus vastator* (Monogenea). Aquaculture. 420: 302-7.

Zhang, Y.H., Yoshida, T., Isobe, K., Rahman, S.M., Nagase, F., Ding, L., and Nakashima, I. 1990. Modulation by glycyrrhizin of the cell-surface expression of H-2 class I antigens on murine tumour cell lines and normal cell populations. Immunology. 70: 3. 405.

Zhou, W., and Zhang, X.Y. 2013. Research progress of Chinese herbal medicine *Radix isatidis* (banlangen). Am. J. Chinese Med. 41: 743-64.

Zhu, F. 2020. A review on the application of herbal medicines in the disease control of aquatic animals. Aquaculture. 526: 735422.

Zilberg, D., Tal, A., Froyman, N., Abutbul, S., Dudai, N., and Golan-Goldhirsh, A. 2010. Dried leaves of *Rosmarinus officinalis* as a treatment for streptococcosis in tilapia. J. Fish Dis. 33: 361-369.

Zoral, M.A., Futami, K., Endo, M., Maita, M., and Katagiri, T. 2017. Anthelmintic activity of *Rosmarinus officinalis* against *Dactylogyrus minutus* (Monogenea) infections in *Cyprinus carpio*. Vet. Parasitol. 30: 247. 1-6.