

نقش گیاهان دارویی بر سیستم ایمنی ماهیان

منصوره عبدالمنافی*

*M.abdolmanafi@yahoo.com

گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۹

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از گیاهان دارویی برای پیشگیری از بیماری‌ها به عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها در آبزی‌پروری رایج شده است. فرآورده‌های گیاهی به دلیل خصوصیات خاص از جمله همراهی بیشتر با محیط‌زیست، در دسترس بودن و ارزش اقتصادی مناسب و نیز امکان کشت و تولید در سطح وسیع بیشتر توجهات بسیاری از کاربران را به خود جلب نموده‌اند. افزایش روزافزون مقاومت‌های باکتریایی نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های تجاری، گرایش به استفاده از گیاهان را به منظور تحریک سیستم ایمنی افزایش داده است. گیاهان دارویی نقش مهمی در تقویت عملکرد و ارتقاء سیستم ایمنی آبزیان دارند و به طور مؤثری با فعالیت‌های ضد ویروسی و ضد باکتریایی خود سبب کاهش در هزینه‌های پرورش می‌شوند. در این مقاله به بررسی نقش گیاهان دارویی بر سیستم ایمنی ماهیان پرداخته می‌شود که طی آن مقالات و گزارش‌های علمی مرتبط در سال‌های اخیر مورد بررسی و ارزیابی لازم قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: گیاهان دارویی، سیستم ایمنی، آبزی‌پروری، ماهی

مقدمه

ماهیان پرورشی به دلیل استرس‌های محیط متراکم بیشتر مستعد بیماری هستند. آلودگی محیطی، استرس و عوامل عفونی، تلفات بالای ماهیان را در مزارع پرورشی بدنبال دارد که حدود ۶۰ درصد از تلفات در مزارع ناشی از بیماری‌های عفونی است (Pavaraj *et al.*, 2011). برای پیشگیری از زیان‌های اقتصادی ناشی از بیماری‌های مختلف، پرورش‌دهندگان باید اقداماتی برای کنترل، پیشگیری و درمان انجام دهند. عواملی نظیر آلودگی‌های محیط‌زیست، تجمع باقی‌مانده‌های دارو در محیط و بدن ماهی، عدم تأثیر آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان بیماری‌های ویروسی، گسترش عوامل بیماری‌زای مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها و ضعف سیستم ایمنی ماهی از مهم‌ترین مشکلات استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها قلمداد می‌شود (Aoki, 1992; Alexander *et al.*, 2010; Hoseinifar *et al.*, 2018; Wan *et al.*, 2018). یک موضوع مهم که در آبی‌پروری حائز اهمیت است، رابطه بین تغذیه و سلامت ماهی می‌باشد. از عمده‌ترین مشکلاتی که پرورش‌دهندگان ماهی با آن مواجه هستند، کاهش میزان زنده‌مانی بخصوص در مراحل اولیه زندگی می‌باشد. لذا، تقویت و ارتقاء سیستم ایمنی و دفاعی بدن ماهیان به‌ویژه گونه‌های باارزش و اقتصادی از اصلی‌ترین نیازهای پرورش‌دهندگان می‌باشد. عواملی همچون صفات ژنتیکی، فصل، درجه حرارت، آلودگی، دستکاری و استرس تراکم، ترکیب جیره و افزودنی‌های غذایی نظیر محرک‌های ایمنی، فیتوبیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها و نیز تأثیرات بیماری و واکنش‌های سیستم ایمنی غیراختصاصی یا ذاتی تأثیرگذار باشند (Magnadottir, 2006). گیاهان دارویی و مشتقات آن در آبی‌پروری به عنوان روشی امیدوار کننده و جایگزین برای پیشگیری یا کنترل بیماری در ماهیان شناخته شده است (Harikrishnan *et al.*, 2011b; Reverter *et al.*, 2014; Van Hai, 2015). که با توجه به روند رو به رشد آن در جهان، استفاده از گیاهان دارویی در بسیاری از کشورهای مانند چین، مصر، هند، اندونزی، ایران، ژاپن، کره، مکزیک، نیجریه و تایلند مورد توجه قرار گرفته است (Watanuki *et al.*, 2010; Van-Hai, 2015). گیاهان دارویی نسبت به داروهای شیمیایی از مزایای زیادی برخوردارند از جمله: قیمت مناسب، سمیت پایین، تجدید پذیر، همراهی بیشتر با محیط‌زیست و جاندار، امکان کشت و تولید در سطح وسیع، در دسترس همراه با عوارض جانبی اندک که بعید به نظر می‌رسد، مقاومت دارویی ایجاد کنند. برخی از ترکیبات گیاهی نه‌تنها اثر ضد باکتریایی و ضد ویروسی دارند بلکه سبب تقویت سیستم ایمنی نیز می‌شوند (Citarasu, 2010; Gabor *et al.*, 2010; Pu *et al.*, 2017; Abarike *et*

(al., 2018; Alagawany *et al.*, 2019a) همچنین از فیتوبیوتیک‌ها می‌توان برای درمان بسیاری از بیماری‌ها که درمان آنها با آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای شیمیایی دشوار است، استفاده کرد (Li and Peng, 2013; Zhou *et al.*, 2016; Alagawany *et al.*, 2019b; Abd El-Hamid *et al.*, 2019).

سیستم ایمنی

ایمنی یک فعالیت فیزیولوژیک مهم در حیوانات برای محافظت آنها در برابر استرس، عوامل عفونی، بیماری‌ها و هموستاز داخلی می‌باشد که به دو نوع ایمنی غیراختصاصی (ایمنی ذاتی^۱) و ایمنی اختصاصی (ایمنی اکتسابی^۲) تقسیم می‌شود. ایمنی غیراختصاصی خود به دو بخش کلی: ایمنی غیراختصاصی سرمی و ایمنی غیراختصاصی موکوسی تقسیم‌بندی می‌شود (Alishahi, 2010; Roberts, 2012). ماهیان بیشتر متکی به سیستم ایمنی غیراختصاصی (ذاتی) هستند. بنابراین، افزایش ایمنی ذاتی می‌تواند وضعیت سلامت ماهی را بهبود بخشد و مقاومت را در برابر بیماری افزایش دهد (Harikrishnan *et al.*, 2011a). برای ماهی لایه مخاطی سطح بدن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سدی که به مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند، بنابراین نه‌تنها بدن را در برابر آسیب‌های انگل‌ها، قارچ‌ها باکتری‌ها و سایر موارد محافظت می‌کند و موجودات مضر را از بین می‌برد، بلکه منجر به پوستی با نفوذپذیری طبیعی می‌شوند (Li *et al.*, 2011). پاسخ ایمنی ذاتی اولین پاسخ خط دفاعی در برابر حمله عوامل بیماری‌زاست که به وسیله ساختار ژنتیکی تعیین می‌شود و نقش مهمی در جلوگیری از عفونت‌ها دارد (Whyte, 2007). مکانیسم‌های ایمنی غیراختصاصی در ماهیان استخوانی درون مایعات بدن ماهی و از جمله مخاط ترشح شده، مجموعه‌ای از مواد حل‌شدنی وجود دارند که از طریق جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و خنثی‌سازی آنزیم‌هایی که عوامل بیماری‌زا به آنها وابسته‌اند، دارای عملکردهای دفاعی می‌باشند. اجزاء اصلی سیستم ایمنی ذاتی سلولی شامل: ماکروفاژها، مونوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها و عناصر هومورالی این سیستم شامل لیزوزیم یا سیستم کمپلمان هستند (Magnadottir, 2006). این سیستم در ماهیان و سخت‌پوست‌ها شامل فعال‌سازی نوتروفیل، تولید پراکسیداز (آنتی پروتاز، نیتریک اکسید گلوکوتائین پراکسیداز و فنل اکسیداز) و رادیکال‌های اکسیداتیو همراه با راه‌اندازی سایر عوامل التهابی است. فاگوسیتوز یکی از واسطه‌های اصلی ایمنی ذاتی

¹ Innate immunity

² Acquired immunity

واسطه شدن در اتساع عروق در حالت التهاب و جذب گلبول‌های سفید به صورت جذب شیمیایی و کمک به فرآیند بلع توسط بیگانه‌خوارها، مهم‌ترین نوع این‌گونه عوامل دفاعی به شمار می‌آید (Soltani, 2010; Roberts, 2012). نوتروفیل‌های خون نقش مهمی در ایمنی غیراختصاصی بازی می‌کنند و با تولید پروتئین‌های چسبنده، به سطح بافت‌ها متصل شده که این عمل باعث تسهیل مهاجرت آنها به مناطق آسیب‌دیده می‌شود (Dorucu *et al.*, 2009). لنفوسیت‌ها نیز یکی از مهم‌ترین سلول‌هایی هستند که می‌توانند در عملکرد سیستم ایمنی ماهیان مؤثر باشند. این سلول‌ها، پادتن (Ta'ati *et al.*, 2012) و سلول‌های دفاع اختصاصی را تولید می‌کنند. علاوه بر این، قابلیت ماکروفاگوسیتی دارند به طوری که افزایش تعداد لنفوسیت می‌تواند سبب تقویت سیستم ایمنی ماهیان شود (Jalali *et al.*, 2009). لیزوزیم یک آنزیم ضد باکتریایی است که با تخریب دیواره باکتری‌ها سبب از بین بردن و جلوگیری از رشد باکتری‌ها می‌شود و نقش بسیار مهمی در ایمنی غیراختصاصی دارد (Magnadottir, 2006; Saurabh and Sahuoo, 2008). سیستم ایمنی ماهیان استخوانی برای پیشگیری از تکثیر و رشد باکتری در بدن فعالیت‌هایی انجام می‌دهد که به‌عنوان «فعالیت باکتری‌کشی» شناخته می‌شود. این امر با تولید ترکیبات ضد باکتری مانند پروتئین و سیتوکین و فعالیت‌های فاگوسیتوز و التهاب رخ می‌دهد (Biller-Takahashi *et al.*, 2013). محرک‌های ایمنی از طریق تقویت سیستم دفاع غیراختصاصی و حتی اختصاصی قادر به مقابله با بیماری‌های عفونی می‌باشند و از آنجایی که ماهی برخلاف پستانداران بیشتر به سیستم ایمنی غیراختصاصی متکی است، استفاده از مواد محرک ایمنی به‌عنوان یک مکمل غذایی قادر به بهبود دفاع غیر اختصاصی و ایجاد مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا در زمان بروز استرس‌های فراوان حین دوره پرورش می‌باشد (شیخ‌زاده، ۲۰۱۱). استفاده از عصاره‌های گیاهی با پتانسیل جایگزین کردن داروهای شیمیایی برای کنترل بیماری و تقویت سیستم ایمنی ذاتی و اکتسابی ماهی توسعه یافته است (Guardiola *et al.*, 2016).

گیاهان دارویی

استفاده از مواد گیاهی به‌عنوان دارو، در کشورهای آسیایی تاریخچه طولانی دارد و ممکن است منبع مفیدی از داروهای جدید و ترکیبات فعال زیستی برای درمان مؤثر بیماری‌های عفونی را در ماهیان فراهم آورند و سبب افزایش میزان سلامتی ماهیان و فرآورده‌های آنها و حفظ محیط‌زیست شوند. تحقیقات در زمینه یافتن مواد محرک ایمنی مناسب در ماهی در حال افزایش است و

برای عوامل بیماری‌زا در ماهی و سخت‌پوستان است (Ringo *et al.*, 2012).

ایمنی غیراختصاصی سرمی: به صورت غیراختصاصی سبب ممانعت رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا می‌شوند. این اجزاء هومورال ایمنی طبیعی اغلب پروتئین یا گلیکوپروتئین هستند که شامل پروتئین‌های فاز حاد، لیزوزیم، کمپلمان، لیزین، آگلوتینین، لکتین، تریپسین، سیتوکین^۱، پرسیپتین، پروتئین‌های متصل شونده به یون‌های فلزی، ایکوزانوئیدها و ... می‌باشند (Alishahi, 2010).

ایمنی غیراختصاصی موکوسی: سد بافت‌های پوششی به‌عنوان اولین خط دفاعی در برابر عوامل مهاجم می‌باشد. سالم بودن و یکنواختی بافت پوششی عامل مهمی در دفاع ایمنی و حفظ تعادل اسمزی مایعات داخلی بدن ماهی است. لایه موکوسی لایه‌ای بین بدن ماهی و محیط خارجی را تشکیل می‌دهد. مهم‌ترین عمل مخاط ممانعت از چسبیدن باکتری‌ها، قارچ‌ها و انگل‌ها به سطوح پوششی است. لایه مخاطی به‌طور دائمی توسط سلول‌های ترشح‌کننده موکوس بازسازی می‌شود. میزان ترشح موکوس ممکن است در پاسخ به عفونت یا محرک‌های فیزیکی و شیمیایی افزایش یابد. کمپلمان نیز به‌عنوان یکی از سیستم‌های ضد میکروبی مهم در مخاط پوست مورد توجه است (Alishahi, 2010).

سیستم ایمنی اکتسابی: سیستم ایمنی اختصاصی است که آبی را قادر به تشخیص مؤثرتر عوامل بیماری‌زای اختصاصی نموده و حافظه ایمنولوژیک را ایجاد می‌کند. فعال‌سازی سیستم ایمنی اختصاصی نسبتاً کند است و به انتخاب گیرنده اختصاصی، تکثیر سلولی و سنتز پروتئین نیاز دارد اما از پایداری بالایی برخوردار است (Ringo *et al.*, 2012). اجزاء اصلی آن شامل پادتن، لنفوسیت^۲، هم‌گلوبولیناسیون، نوتروفیل^۳ است. تقویت و ارتقاء سیستم ایمنی و دفاعی بدن ماهیان به ویژه در گونه‌های با ارزش و اقتصادی از اصلی‌ترین نیازهای پرورش‌دهندگان و مهم‌ترین رویکردهای محققان می‌باشد (Shalaby *et al.*, 2006). سیستم ایمنی اکتسابی از دو بخش مهم ایمنی هومورال یا مایعی (تولید ایمونوگلوبولین^۴) و سلولی) پس زدن پیوند و ازدیاد حساسیت تأخیری) تشکیل شده است. ماهی به علت فرارگیری در رده‌های پایین تکامل جانوری بیشتر وابسته به ایمنی غیراختصاصی (ذاتی یا طبیعی) است (Alishahi, 2010). سیستم دفاعی کمپلمانی از لیزین‌ها محسوب می‌شود که به‌دلیل نقش چندگانه در پاکسازی مواد خارجی از طریق

¹ Cytokine

² Lymphocyte

³ Neutrophils

⁴ Immunoglobuline

روغن‌های ضروری طبقه‌بندی کرد که نقش‌های مختلفی از جمله داشتن اثرات ضد میکروبی، خواص ضد استرس، محرک رشد و تقویت سیستم ایمنی ماهیان برای آنها مشخص شده است (Chakraborty et al 2011; Pan et al., 2011; Bulfon et al., 2015). با توجه به تکامل بیشتر ایمنی غیراختصاصی نسبت به ایمنی اختصاصی و جایگاه ویژه محرک ایمنی بر تحریک ایمنی غیراختصاصی، استفاده از محرک‌های ایمنی برای آبزبان از ارجحیت بیشتری نسبت به حیوانات خونگرم برخوردار است (Gabor et al., 2010). مواد محرک ایمنی مانند گیاهان دارویی که با تحریک سیستم ایمنی غیراختصاصی ماهیان (لیزوزیم، کمپلمان، فعالیت سلول‌های فاگوسیتی) منجر به افزایش توان مقاومت ماهی در برابر عوامل عفونی می‌گردند. برای مثال، می‌توان به افزایش گلبول‌های سفید خون، ارتقاء توان فاگوسیتوز، افزایش فعالیت ضد باکتریایی و عملکرد سلول‌های بیگانه‌خوار، پاسخ پادتنی، افزایش تولید سایتوکین‌ها، تحریک اجزای ایمنی هومورال و افزایش بیان ژن‌های مرتبط با ایمنی افزایش لیزوزیم و یا بالا بردن سطح ایمونوگلوبولین M (IgM) ماهی اشاره کرد (Harikrishnan et al., 2011a; Reverter et al., 2014; Reverter et al. 2017). خانواده‌ای از پروتئین‌ها هستند که واسطه پاسخ‌های ایمنی ذاتی و اکتسابی هستند که توسط سلول‌های مختلفی تولید و ترشح می‌گردند. هر سایتوکین، اغلب بر انواع خاصی از سلول‌ها تأثیر می‌گذارد و پاسخ التهابی، به واسطه سایتوکین می‌باشد که بخش مهمی از پاسخ ایمنی سلولی در ماهی می‌باشد و می‌تواند نقش محافظتی داشته باشند. سایتوکین‌ها را می‌توان بر اساس عملکرد، سلول‌های مترشحه و سلول‌های هدف به پذیرنده‌های خانواده‌های بزرگ ایمونوگلوبولین، پذیرنده‌های سایتوکین کلاس I و کلاس II، اینترلوکین، اعضای خانواده پذیرنده TNF (فاکتور نکروز کننده تومور) و پذیرنده‌های شیمیوکین^۶ طبقه‌بندی نمود. لکوسیت‌ها اکثر سایتوکین‌ها را تولید می‌کنند و بر سایر لکوسیت‌ها اثر می‌گذارند که این سایتوکین‌ها را اینترلوکین (IL) نیز می‌نامند. برخی از سایتوکین‌ها مانند IL-10 و TGF- β سایتوکین ضد التهابی هستند که فعال‌سازی بیش از حد پاسخ ایمنی را مهار می‌کنند. TNF- α و IL از سایتوکین‌های مهم مکانیسم دفاعی میزبان در پاسخ به استقرار یا حمله عوامل بیماری‌زا هستند (Qin et al., 2001; خلیلی، ۱۳۸۳).

هم‌اکنون نیز تعداد زیادی از ترکیبات مختلف در صنعت آبی‌پروری به عنوان مواد محرک ایمنی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Harikrishnan et al., 2011c). آبزبان نیز همچون سایر جانوران دچار آسیب، زخم و جراحت می‌شوند و امکان مداوای آنها با داروهای گیاهی نیز وجود دارد. ترکیبات طبیعی دارویی با وجود تأثیر کند، اثر بسیار پایدارتری در مقایسه با سایر داروها دارند. این مواد به علت دارا بودن مؤثره گوناگون می‌توانند در درمان بسیاری از بیماری‌ها کاربرد داشته باشند، بدون آن که مجموعه مواد مؤثره آنها باهم تداخل عمل داشته باشند (بنائی و همکاران، ۱۳۹۰؛ توکلی و همکاران، ۱۳۸۹؛ شوهانی و طاهر مقدم، ۱۳۸۸). در دهه‌های گذشته نیز از گیاهان دارویی به منظور ارتقاء مکانیسم دفاع غیراختصاصی و اختصاصی و افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها استفاده می‌نمودند (Chakraborty and Rao, 2006; Harikrishnan et al., 2011b,c). محرک‌های ایمنی زیادی در آبی‌پروری استفاده شده‌اند که شامل محصولات سنتتیک مانند لوامیزول، محصولات زیستی مانند باکتری‌ها، ترکیبات جانوری و ترکیبات گیاهی است اما محرک‌های ایمنی گیاهی پتانسیل بسیار زیادی در برابر واکسن‌ها و آنتی‌بیوتیک دارند (Alishahi and Abdy, 2014). ولی داروهای شیمیایی و ضد عفونی‌کننده‌ها، محرک‌های ایمنی گیاهی هیچ باقی‌مانده مضر در محیط‌زیست به‌جا نمی‌گذارند، سبب مقاومت دارویی عوامل بیماری‌زا نمی‌شوند و دوست دار محیط‌زیست هستند. آبزبان برای بقاء و مبارزه با عوامل بیماری‌زا بیشتر به سیستم ایمنی غیراختصاصی خود وابسته‌اند لذا، افزایش پاسخ ایمنی غیراختصاصی می‌تواند به بازماندگی و توان مقابله به بیماری در ماهی کمک کند (Harikrishnan et al., 2011 a). داروهای گیاهی گروه عمده‌ای از ترکیبات بدست آمده از گیاهان هستند که عموماً در میوه‌ها، سبزیجات، دانه‌ها و غلات و نوشیدنی‌های گیاهی یافت می‌شوند. عوامل تأثیرگذار بر اثربخشی گیاهان دارویی بر پاسخ‌های ایمنی در آبزبان بستگی به ترکیبات تشکیل‌دهنده و بخصوص متابولیت‌های ثانویه و ترکیبات فعال زیستی موجود در گیاه دارد. ترکیب شیمیایی مربوط به ترکیبات فعال گیاهی را بر اساس ساختار آنها می‌توان به آلكالوئیدها^۱، فلاونوئیدها^۲، رنگدانه‌ها، فنول‌ها^۳، ترپن‌ها^۴، استروئیدها^۵، گلیکوزیدها، ساپونین‌ها و پلی‌پپتیدها، تانن‌ها، پلی‌ساکاریدها و

¹ Alkaloid
² Flavonoid
³ Phenol
⁴ Terpenes
⁵ Steroids

⁶ Cytokines
⁷ Chemokine

می‌کند (Harikrishnan *et al.*, 2011a). اثرات مثبت گیاهان دارویی بر شاخص‌های ایمنی غیراختصاصی به خوبی در ماهیان مختلف گزارش شده است. هر چند مطالعاتی نشان‌دهنده تأثیرات مثبت برخی گیاهان دارویی بر شاخص‌های ایمنی اختصاصی در ماهیان است اما نتایج حاصل از تحقیقات عمدتاً نشان‌دهنده تأثیرات بیشتر بر شاخص‌های ایمنی غیراختصاصی است (Bulfinch *et al.*, 2015).

نتایج حاصل از مطالعات گوناگون در خصوص تأثیر گیاهان دارویی بر عملکرد سیستم ایمنی ماهیان در دهه اخیر در جدول (۱) ارائه شده است.

همچنین داروهای گیاهی می‌توانند با القاء میزبان به تولید یک سری اینترفرون‌ها به طور غیرمستقیم ویروس را مهار کنند و سبب بهبود سطح ایمنی غیراختصاصی شوند (Choi *et al.*, 2017). در آبی‌پروری از گیاهان دارویی به منظور جلوگیری از فعالیت‌های میکروبی، تسهیل رشد و بلوغ گونه‌های پرورشی استفاده می‌شود. استفاده از عصاره‌های گیاهی و سایر فرآورده‌های آنها با غلظت‌های مختلف به صورت خوراکی یا تزریقی سبب افزایش ایمنی ماهیان مختلف آب شیرین و آب شور و نرم‌تنان علیه باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها شده است. افزایش بیش از حد غلظت مواد محرک سیستم ایمنی، فاقد اثرات جانبی مضر می‌باشد و به افزایش ایمنی کمک سبیب

جدول ۱: نتایج حاصل از مطالعات گوناگون در خصوص تأثیر گیاهان دارویی بر عملکرد سیستم ایمنی ماهیان در دهه اخیر

ردیف	گیاه	ترکیبات مؤثر	ماهی	نتایج	منبع
۱	دانه گیاه (<i>Achyranthes aspera</i>)	Linoleic - Chitosan acid- Oleic acid	کاتلا (<i>Catla catla</i>)	افزایش لیروزیم سرم- افزایش بیان ژن ایمنی-TNF- α ، IL-10، lysozyme C& G	Chakrabarti <i>et al.</i> , 2014
۲	خرما (<i>Phoenix dactylifera</i>)	روتونوئیدها-استرول‌ها-squalene	کپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i>)	افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم لیروزیم، ایمونوگلوبولین و آلکالین فسفاتاز قلیایی پوست	Hoseinifar <i>et al.</i> , 2015
۳	نعناع فلفلی (<i>Mentha piperita</i>)	ترکیبات فنلی-ویتامین‌ها- اسیدهای چرب و روغن‌های ضروری	ماهی سفید (<i>Rutilus frisii kutum</i>)	افزایش سطح پروتئین و آنزیم الکالین فسفاتاز قلیایی موکوس پوست- افزایش معنی‌دار سطح لیروزیم و ایمونوگلوبولین سرم- افزایش تعداد اتوزیتوفیل‌ها و لنفوسیت‌های خون	Adel <i>et al.</i> , 2015b
۴	گواوا (<i>Psidium guajava L</i>)	β -eudesmol- فنولیک‌ها- ترکیبات تربین مانند phytol و α -copaene	روهو (<i>Labeo rohita</i>)	افزایش سطح لیروزیم سرم- افزایش معنی‌دار بیان ژن‌های ایمنی TNF- α و IL-1 β	Giri <i>et al.</i> , 2015
۵	نعناع فلفلی (<i>Mentha piperita</i>)	ترکیبات فنلی- ویتامین‌ها- اسیدهای چرب و روغن‌های ضروری	ماهی آزاد دریای خزر (<i>Salmo trutta caspius</i>)	افزایش معنادار سطح پروتئین، لیروزیم و آنزیم الکالین فسفاتاز قلیایی مخاط پوست- افزایش پارامترهای ایمنی همورال خون (پروتئین کل سرم، فعالیت لیروزیم، سطح IgM)- افزایش تعداد نوتروفیل خون	Adel <i>et al.</i> , 2015a
۶	آنغوزه (<i>Ferula assafoetida</i>)	monoterpene و sesquiterpene coumarin (Umbelliprenin &	کپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i>)	افزایش میزان بیان ژن ایمنی TNF- α و IL1B، LYZ- افزایش معنی‌دار فعالیت لیروزیم مخاط	Safari <i>et al.</i> , 2016

ردیف	گیاه	ترکیبات مؤثر	ماهی	نتایج	منبع
		(methyl galbanate) - آلفا و بتا پینن از اجزای اصلی monoterpene		پوست	
۷	زنجبیل (<i>Zingiber officinale</i>)	توکوفرول ها و ترکیبات زیست فعال - فنل ها و فلاونوئیدها	روهو (<i>Labeo rohita</i>)	افزایش پارامترهای موکوس پوست (لیزوزیم، ایمونوگلوبولین، سطح پروتئین و آنزیم آلکالین فسفاتاز قلیایی) و بیان ژن ایمنی IL10	Sukumaran <i>et al.</i> , 2016
۸	گلپر (<i>Heracleum persicum</i>)	ترکیبات فعال زیستی مانند: pimpinellin, isopimpinellin, bergapten, isobergapten, sphondin	کیپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i>)	افزایش فعالیت آنزیم لیزوزیم و پروتئاز و همچنین سطح ایمونوگلوبولین موکوس پوست - سرمی و موکوسی	Hoseinifar <i>et al.</i> , 2016
۹	کلم بروکلی (<i>Brassica oleracea var. gemmifera L.</i>)	فیبر-کولین کلراید- کلسیم پانتوتنیک- ویتامین ها و مواد معدنی	کیپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i>)	افزایش پروتئین کل و فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی و ارتقاء سیستم ایمنی	Naderi Farsani <i>et al.</i> , 2016
۱۰	سیر (<i>Allium sativum</i>)	آلیسین	کولمه (<i>Rutilus rutilus</i>)	افزایش معنی دار سطح پروتئین و آنزیم آلکالین فسفاتاز قلیایی موکوس پوست	Ghehdarijani <i>et al.</i> , 2016
۱۱	گزنه (<i>Urtica dioica</i>)	ویتامین ها خصوصاً ویتامین C- مواد معدنی	قزل آلی رنگین کمان (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	افزایش معنی دار پارامترهای موکوس پوست (لیزوزیم، الکالین فسفاتاز، پروتئین کل)- افزایش پارامترهای سیستم ایمنی هومورال (لیزوزیم و ایمونوگلوبولین سرم)- افزایش تعداد گلبول های سفید (لنفوسیت و نوتروفیل)	Saeidi asl <i>et al.</i> , 2017
۱۲	مورد (<i>Myrtus communis</i>)	myricetin-3-o-galactoside و myricetin-3-o-rhamnoside	گورخری (<i>Danio rerio</i>)	بهبود پاسخ ایمنی غیراختصاصی موکوس (لیزوزیم، ایمونوگلوبولین، آنزیم پروتئاز) و بیان ژن ایمنی TNF- α	Safari <i>et al.</i> , 2017
۱۳	برگ ازگیل (<i>Mespilus germanica</i>)	ترکیبات فعال زیستی- ursolic acid- فنولیک ها و فلاونوئیدها	کیپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i>)	افزایش فعالیت آنزیم لیزوزیم و سطح ایمونوگلوبولین موکوس پوست	Hoseinifar <i>et al.</i> , 2017
۱۴	مورد (<i>Myrtus communis</i>)	پلی فنل ها، ، فلاونوئیدها ، تانن ها ، ساپونین ها و ویتامین ها	قزل آلی رنگین کمان (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	افزایش آنزیم لیزوزیم، الکالین فسفاتاز قلیایی و پروتئین کل موکوس	Mansouri Taedi <i>et al.</i> , 2017
۱۵	برگ ازگیل ژاپنی (<i>Eriobotrya japonica</i>)	فلاونوئیدها- pro- cyanidin B-2, triterpene acids, chlorogenic acid	کیپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i>)	افزایش لیزوزیم و ایمونوگلوبولین سرم- افزایش بیان ژن ایمنی IL8 و TNF- α	Hoseinifar <i>et al.</i> , 2017
۱۶	شوید (<i>Anethum</i>)	پلی فنل ها- انواع	کیپور معمولی	افزایش فعالیت آنزیم لیزوزیم سرم	Bilen <i>et al.</i> , 2018

ردیف	گیاه	ترکیبات مؤثر	ماهی	نتایج	منبع
	<i>graveolens</i> و شاههی (<i>Lepidium sativum</i>)	ویتامین‌ها (C, K, B, A, Riboflavin)	(<i>Cyprinus carpio</i>)		
۱۷	آنغوزه (<i>Ferula assafoetida</i>)	آمبلی فرون- لیمونن- اسید گالبانیک- فلاونوئید	گورخری (<i>Danio rerio</i>)	بهبود عملکرد سیستم ایمنی و افزایش میزان بیان ژن ایمنی TNF- α	Safari et al., 2018
۱۸	برگ زیتون (<i>Olea europaea L</i>)	اولئورپین (oleurpein)	قرل‌آلای رنگین کمان (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	افزایش بیان ژن‌های ایمنی TNF- α و IL-1 β و IL-8	Baba et al., 2018
۱۹	سرخارگل (<i>echinacea purpurea</i>)	پلی ساکاریدها- گلیکوپروتئین‌ها- مشتقات اسید کافنیک- آلکامیدها	تیلاپپای نیل (<i>Oreochromis niloticus</i>)	افزایش بیان ژن‌های ایمنی TNF- α و IL-1 β	Abdel Rahman et al., 2018
۲۰	زردچوبه (<i>Curcuma longa L</i>)	فتولیک‌ها	کپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i>)	افزایش فعالیت پارامترهای موکوس پوست (لیزوزیم، ایمونوگلوبولین، پروتئین کل، آلکالین فسفاتاز قلیایی، آنزیم پروتئاز)	Giri et al., 2019
۲۱	زنجبیل (<i>Zingiber officinale</i>)	توکوفرول‌ها- فنل‌ها- فلاونوئیدها	گورخری (<i>Danio rerio</i>)	افزایش لیزوزیم و ایمونوگلوبولین موجود در سرم	Ahmadifar et al., 2019
۲۲	برگ زیتون (<i>Olea europaea L</i>)	اولئورپین (oleurpein)	کپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i>)	افزایش بیان ژن‌های TNF- α و IL-1 β و بهبود عملکرد سیستم ایمنی	Zemheri-Navruz et al., 2019
۲۳	الفانتوپوس (<i>Elephantopus scaber</i>)	تریپنوئید- استروئید- فلاونوئید- فنل- لوپتول	تیلاپپای نیل (<i>Oreochromis niloticus</i>)	افزایش فعالیت آنزیم لیزوزیم و پراکسیداز موکوس پوست	Doan et al., 2019
۲۴	قارچ دکمه‌ای سفید (<i>Agaricus bisporus</i>)	پلی ساکاریدها مانند lentinan و schizophyllan - بتا گلوکان	کپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i>)	افزایش معنی‌دار ژن‌های ایمنی (TNF- α و IL8, IL-1 β)	Hoseinifar et al., 2019
۲۵	عناّب (<i>Ziziphus jujuba Mill</i>)	پلی ساکاریدها- بتا گلوکان- ویتامین C	کپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i>)	افزایش سطح فعالیت آنزیم پروتئاز موکوس پوست- افزایش بیان ژن‌های ایمنی IL8 - TNF- α و IL-1 β	Hoseinifar et al., 2019
۲۶	سماق (<i>Rhus coriaria</i>)	پلی ساکاریدها- بتا گلوکان- اسید آسکوربیک	قرل‌آلای رنگین کمان (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	افزایش قابل توجه تعداد لنفوسیت، مونوسیت و نوتروفیل‌های خون- افزایش لیزوزیم سرم- افزایش معنی‌دار بیان ژن‌های TNF- α و IL-1 β	Gharaei et al., 2020
۲۷	برگ رزماری (<i>Rosmarinus</i>)	Isocarnosol - Carnosic rosmarinic	تیلاپپای نیل (<i>Oreochromis niloticus</i>)	افزایش پارامترهای سیستم ایمنی هومورال (لیزوزیم و سطوح	Naiel et al., 2020

ردیف	گیاه	ترکیبات مؤثر	ماهی	نتایج	منبع
۲۸	<i>(officinale)</i> مرزنجوش <i>(Origanum)</i> <i>(vulgare)</i>	carnosol -acids carvacrol -Thymol	کپور معمولی <i>(Cyprinus carpio)</i>	پروتئین کل سرم افزایش سطح فعالیت لیزوزیم سرم، افزایش فعالیت فاگوسیتیک- افزایش بیان ژن های ایمنی IL-1 β و IL10	Abdel-Latif <i>et al.</i> , 2020
۲۹	اسطوخودوس <i>(Lavandula)</i> <i>(angustifolia)</i>	linalool & Cineole	کپور معمولی <i>(Cyprinus carpio)</i>	افزایش سطح فعالیت لیزوزیم و ایمنوگلوبولین کل سرم - افزایش بیان ژن های ایمنی IL10 و TGF- b	Yousefi <i>et al.</i> , 2020
۳۰	شیرین بیان چینی <i>(Glycyrrhiza)</i> <i>(uralensis)</i>	glycyrrhizic acid	گره ماهی سر زرد <i>(Pelteobagrus)</i> <i>(fulvidraco)</i>	افزایش سطح فعالیت لیزوزیم سرم- افزایش بیان ژن ایمنی IL- 1 β در کلیه	Wang <i>et al.</i> , 2020

نتیجه گیری

از آنجایی که اغلب گیاهان دارویی مورد استفاده در آبزیان فاقد اثرات منفی خاصی بر ماهیان و محیط زیست هستند و باقیمانده های دارویی نامطلوب ایجاد نمی کنند، در آبی پروری استفاده از این ترکیبات گیاهی به عنوان محرک های ایمنی جهت تقویت سیستم ایمنی غیراختصاصی ماهیان پرورشی رایج شده است. با مروری بر مطالعات انجام شده در این زمینه به نظر می رسد رژیم های غذایی با منشأ طبیعی از جمله گیاهان دارویی می توانند پاسخ ایمنی ماهی نسبت به بیماری ها را بهبود بخشند و به عنوان محرک های ایمنی جایگزین مناسبی برای آنتی بیوتیک ها، واکسن ها و ترکیبات سنتزی و شیمیایی باشند.

منابع

بنایی، م.، میروافقی، .، مجازی امیری، ب.، رفیعی، غ. و نعمت دوست، ب. (۱۳۹۰). بررسی خون شناسی و آسیب شناسی بافتی در مسمومیت تجربی با دیازینون در ماهی کپور معمولی. شیلات (منابع طبیعی ایران). دوره ۶۴، شماره ۱. صص ۱۳-۱.

توکلی، م.، عرب بنی اسد، ف.، محمودی، م.، جعفری نوه، ح.، توکلیان، و.، کمالی، م. و همکاران. ۱۳۸۹. اثر عصاره هیدروالکلی درمنه کوهی بر روند بهبود زخم پوستی در موش صحرایی. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. دوره ۲۰. شماره ۷۷. صص ۷۶-۷۰.

خلیلی، ا.، ۱۳۸۳. چکیده ایمنولوژی سلولی و مولکولی ابوالعباس، انتشارات حیان. چاپ اول. ۲۸۴ ص.

شوهانی ب. و طاهر مقدم، م (۱۳۸۸). بررسی اثر التیام بخشی عصاره هیدرو الکی گیاه تشنه داری (*Scrophularia striata*) بر روی زخم باز پوستی خرگوش. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، دوره ۷، شماره ۴. صص ۹-۱۶.

Abarike, E.D., Jian, J.C., Tang, J.F., Cai, J., Yu, H., Chen, L.H. and Jun, L., 2018. Influence of traditional Chinese medicine and *Bacillus* species (TCMBS) on growth, immune response and disease resistance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, 49, 2366-2375.

Abd El-Hamid, M.I., El-Sayed, M.E., Ali, A.R., Abdallah, H.M., Arnaout, M.I. and El-Mowalid, G.A., 2019. Marjoram extract down-regulates the expression of *Pasteurella multocida* adhesion, colonization and toxin genes: A potential mechanism for its antimicrobial activity. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, 62, 101-108.

- Alagawany, M., Elnesr, S.S., Farag, M.R., Abd El-Hack, M.E., Khafaga, A.F., Taha, A.E., Tiwari, R., Yatoo, M.I., Bhatt, P., Marappan, G. and Dhama, K., 2019a. Use of Licorice (*Glycyrrhiza glabra*) herb as a feed additive in poultry: current knowledge and prospects. *Animals* (Basel), 9, 536.
- Alagawany, M., Abd El-Hack, M.E., Saeed, M., Naveed, M., Arain, M.A., Arif, M., Tiwari, R., Zhang, H., Hao, Y., Wei, C., Yao, B., Liu, S., Zhou, H., Huang, D., Zhang, C. and Wu, Y., 2019b. Chinese medicine Jinlida granules improve high-fat-diet induced metabolic disorders via activation of brown adipose tissue in mice. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 114, 108781.
- Alexander, C.P., John Wesley Kirubakaran, C. and Michael, R.D., 2010. Water soluble fraction of *Tinospora cordifolia* leaves enhanced the non-specific immune mechanisms and disease resistance in *Oreochromis mossambicus*. *Fish and Shellfish Immunology*, 29, 765-772.
- Alishahi, M., Ranjbar, M., Ghorbanpour, M., Peyghan, R., Mesbah, M. and Razijalali, M., 2010. Effects of dietary *Aloe vera* on some specific and nonspecific immunity in the common carp (*Cyprinus carpio*). *International Journal of Veterinary Research*, 4 (3): 189-195.
- Alishahi, M. and Abdy, E., 2014. Effects of different levels of *Aloe vera* L. extract on growth performance, hemato-immunological indices of *Cyprinus carpio* L. *The Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, 5, 33-44.
- Aoki, T., 1992. Chemotherapy and drug resistance in fish farms in Japan. In: Shariff, M., Subasighe, R.P., Arthur, J.R. (Eds.). *Diseases in Asian Aquaculture*. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. pp. 519-529.
- Biller-Takahashi, J., Takahashi, L., Pilarski, F., Sebastião, F. and Urbinati, E., 2013. Serum bactericidal activity as indicator of innate immunity in pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65, 1745-1751.
- Bulfon, C., Volpatti, M. and Galeott, I., 2015. Current research on the use of plant-derived products in farmed fish. *Aquaculture Research*, 46: 513-551.
- Chakrabarti, R. and Rao, Y.V., 2006. *Achyranthes aspera* stimulates the immunity and enhances the antigen clearance in *Catla catla*. *International Immunopharmacology*, 6, 782-790. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2005.11.020>.
- Chakraborty, S.B. and Hancz, C., 2011. Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. *Reviews in Aquaculture*, 3, pp. 103-119.
- 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. *Frontiers in Immunology*, 8, 1542.
- Citarasu, T., 2010. Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. *Aquaculture International*, 18, 403-414.
- Dorucu, M., Colak, S.O., Ispir, U., Altinterim, B. and Celayir, Y., 2009. The Effect of Black Cumin Seeds, *Nigella sativa*, on the Immune Response of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Mediterranean Aquaculture Journal*, 2, pp. 27-33.
- Gabor, E.F., Sara, A. and Barbu, A., 2010. The Effects of Some Phytoadditives on Growth, Health and Meat Quality on Different Species of Fish. *Animal Science and Biotechnologies*, 43(1), 61-65.
- Guardiola, F.A., Porcino, C., Cerezuela, R., Cuesta, A., Faggio, C. and Esteban, M.A., 2016. Impact of date palm fruits extracts and probiotic, enriched diet on antioxidant status, innate immune response, and immune-related gene expression of European

- seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Fish and Shellfish Immunology*, 52, 298–308.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C. and Heo, M.S., 2011a.** Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture*, 317, 1-15.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C. and Heo, M.S., 2011b.** Diet enriched with mushroom *Phellinus linteus* extract enhances the growth, innate immune response, and disease resistance of kelp grouper, (*Epinephelus bruneus*) against vibriosis. *Fish and Shellfish Immunology*, 30; 128-134.
- Harikrishnan, R., Kim, J.S., Kim, M.C. and Balasundaram Heo, M.S., (2011c).** *Prunella vulgaris* enhances the non-specific immune response and disease resistance of *Paralichthys olivaceus* against *Uronema marinum*. *Aquaculture*, 318, 61-66. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.05.020>
- Hoseinifar, S.H., Khodadadian Zou, H., Van Doan, H., Kolangi Miandare, H. and Hoseini, S.M., 2017.** Evaluation of some intestinal cytokines genes expression and serum innate immune parameters in common carp (*Cyprinus carpio*) fed dietary loquat (*Eriobotrya japonica*) leaf extract. *Aquaculture Research*, 00:1–8.
- Hoseinifar, S.H., Yousefi, S., Capillo, G., Paknejad, H., Khalili, M., Tabarraei, A., Van Doan, H., Span, N. and Faggio, C., 2018.** Mucosal immune parameters, immune and antioxidant defence related genes expression and growth performance of zebrafish (*Danio rerio*) fed on *Gracilaria gracilis* powder. *Fish and Shellfish Immunology*. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.09.046>.
- Jalali, M.A., Ahmadifar, E., Sudagar, M. and Azari, T.G., 2009.** Growth efficiency, body composition, survival and haematological changes in great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758) juveniles fed diets supplemented with different levels of Ergosan, *Aquaculture Research*, 40, pp. 804-809.
- Li, X., Ma, C., Li, Y., Jiang, Z., Wang, B. and Yao, Y., 2011.** Effect of Chinese herbal medicines on immunity of flounder *Paralichthys olivaceus*. *Journal of Northeast Agricultural University*, 42(3):60–7.
- Li, T. and Peng, T., 2013.** Traditional Chinese herbal medicine as a source of molecules with antiviral activity. *Antiviral Research*, 97, 1-9.
- Magnadottir, B., 2006.** Innate immunity of fish (overview). *Fish and Shellfish Immunology*, 20, 137–151.
- Pan, S.Y., Chen, S.B., Dong, H.G., Yu, Z.L., Dong, J.C., Long, Z.X., Fong, W.F., Han, Y.F. and Ko, K.M., 2011.** New perspectives on chinese herbal medicine research and development. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 403709.
- Pavaraj, M., Balasubramanian V., Baskaran S. and Ramasamy P., 2011.** Development of immunity by extract of medicinal plant *Ocimum sanctum* on common carp *Cyprinus carpio* (L.). *Research Journal of Immunology*, 4(1), 12-18.
- Pu, H.Y., Li, X.Y., Du, Q.B., Cui, H. and Xu, Y.P., 2017.** Research progress in the application of chinese herbal medicines in aquaculture: a review. *Engineering*, 3 (5), 731–737.
- Qin, Q.W., Ototake, M., Noguchi, K., Soma, G.I., Yokomizo, Y. and Nakanishi, T., 2001.** Tumor necrosis factor alpha (TNFalpha)-like factor produced by macrophages in rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 11: 245-256.
- Reverter, M., Tapissier-Bontemps, N., Sasal, P. and Saulnier, D., 2017.** Use of medicinal plants in aquaculture, in: Austin, B., Newaj-Fyzul, A. (Eds.), *Diagnosis and Control of Diseases of Fish and Shellfish*. JohnWiley and Sons Ltd, New Jersey. pp. 223-261.

- 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.
- Ringø, R., Rolf Erik Olsen, Jose L., Vecino, G., Wadsworth, S. and Song, S.K., 2012.** Use of immunostimulants and nucleotides in aquaculture: a review. *Journal of Marine Science Research and Development*, 2, 1: 1-22. DOI???
- Roberts Ronald, J., 2012.** Fish pathology. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data ISBN 978-1-4443-3282-7.
- Saurabh, S. and Sahoo, P.K., 2008.** Lysozyme: an important defence molecule of fish innate immune system. *Aquaculture Research*, 39: 223–239.
- Shalaby, A.M., Khattab, Y.A. and Abdel Rahman, A.M., 2006.** Effects of *Allium sativum* and Chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia. *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 12, 172-201.
- Soltani, M., Sheikhzadeh, N., Ebrahimzadeh-Mousavi, H.A. and Zargar A., 2010** Effects of *Zataria multiflora* essential oil on innate immune responses of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 5:191-9.
- Ta'ati, R., Abolghasemi, S.J., Tatina, M. and Tajan, M.N., 2012.** Influence of prebiotic Immunowall on growth performance, body composition and immunophysiological variables in juvenile great sturgeon, *Huso huso*. *Annals of Biological Research*, 3, pp. 4435-4441.
- Van Hai, N., 2015.** The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: A review. *Aquaculture*, 446:88-96.
- Wan, A.H.L., Davies, S.J., Soler-Vila, A., Fitzgerald, R. and Johnson, M.P., 2018.** Macroalgae as a sustainable aquafeed ingredient. *Reviews in Aquaculture*, <https://doi.org/10.1111/raq.12241>. Harper Adams University.
- Wang, Q., Shen, J., Yan, Z., Xiang, X., Mu, R., Zhu, P., Yao, Y., Zhu, P., Chen, K., Chi, S., Zhang, L., Yu, Y., Ai, T., Xu, Z. and Wang, O., 2020.** Dietary *Glycyrrhiza uralensis* extracts supplementation elevated growth performance, immune responses and disease resistance against *Flavobacterium columnare* in yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Fish and Shellfish Immunology*, 97 (2020) 153–164.
- Watanuki, H., Ota, K., Malina, A. C. and Tassakka, A.R., 2010.** Immunostimulant effects of dietary *Spirulina platensis* on carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 258, 157–163.
- Whyte, SK., 2007.** The innate immune response of finfish—a review of current knowledge. *Fish and Shellfish Immunology*, 23:1127-51.
- Zhou, X., Zhou, H., Wang, D., Shi, L. and Cao, T., 2016.** Current situation and prospects of the application of Chinese herbal medicine feed additives. *Guizhou Agricultural Sciences*, 44 (7):77–80. Chinese.

The role of medicinal plants on the immune system of fishes

Abdolmanafi M.*

*M.abdolmanafi@yahoo.com

Department of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural

Abstract

In recent years, the use of medicinal plants to prevent disease has become a common alternative to antibiotics in aquaculture. Herbal products have attracted more attention due to their special properties, such as less damage to the environment, availability and cheapness, as well as the possibility of large-scale cultivation. Increasing bacterial resistance to commercial antibiotics has increased the tendency to use plants to stimulate the immune system. Medicinal plants play an important role in strengthening the function of the aquatic immune system and effectively reduce the cost of Fish farming with antiviral and antibacterial activities. In this review article, we review the role of medicinal plants in the immune system of fish, during which several related articles have been evaluated in recent years.

Keywords: Medicinal plants, Immune system, Aquaculture, Fish