

پتانسیل و چشم انداز استفاده از فیتوژنیک‌ها در تغذیه و مدیریت بیماری ماهیان زینتی

رضا کاظم پور^{۱*}، سیده شیوا علوینژاد^۲، آرمان قربان زاده^۳، بابک شعبی عمرانی^۴

۱. گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳. استادیار پاتوبیولوژی انگل شناسی، دانشکده دامپزشکی، گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، واحد علوم و تحقیقات،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴. گروه بهداشت آبزیان، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: rkbs_kh@yahoo.com



دوره پانزدهم، شماره دو، زمستان ۱۴۰۳

تاریخ دریافت: ۲ دی ۱۴۰۳، تاریخ پذیرش: ۲۵ دی ۱۴۰۳

چکیده:

امروزه استفاده از فیتوژنیک‌ها در پرورش آبزیان به دلیل ماهیت سازگاری با محیط زیست و اثرات مثبت بر رشد و سلامت میزبان به موضوعی جدید و جالب توجه تبدیل شده است. اهمیت این مساله با توجه به افزایش نگرانی‌ها برای توسعه عوامل بیماری‌زا مقاوم به درمان در آبی پروری ناشی از استفاده بی‌رویه از آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیبات شیمیایی مصنوعی، دوچندان شده است. این پدیده در ماهیان زینتی به دلیل ارزش اقتصادی بالای این ماهیان نیاز به شناسایی ترکیبات جایگزین را دوچندان میکند. ترکیبات فعال زیست‌ی موجود در فیتوژنیک‌ها (مانند آلکالوئیدها، تاننها، ساپونینها، گلیکوزیدها، ترپنها، فنولها، فلاونوئیدها، اسانسها یا استروئیدها) با بهبود عملکرد رشد، افزایش اشتها، تقویت سیستم ایمنی، تحریک تولید مثل و غیره در آبزیان عمل میکنند. بنابراین، فیتوژنیک‌ها به‌عنوان افزودنی مؤثر در پرورش ماهیان و جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها و دیگر ترکیبات شیمیایی تبدیل شده‌اند. مقاله حاضر به منظور ارائه یک نمای کلی و جامع از وضعیت فعلی دانش فیتوژنیک‌ها طراحی شده است که نیاز به شیوه‌ای پایدار و دوستدار محیط زیست در زمینه پرورش آبزیان را حمایت می‌کند.

کلمات کلیدی: فیتوژنیک، تغذیه، ماهی زینتی، رشد، سیستم ایمنی، رنگدانه.

پتانسیل و چشم انداز استفاده از فیتوژنیک‌ها در تغذیه و مدیریت بیماری ماهیان زینتی

مقدمه:

ماهیان زینتی محبوب‌ترین و سریع‌ترین گروه در حال رشد از حیوانات خانگی هستند (۵۴). بازار ماهیان زینتی بین‌المللی سالانه میلیون‌ها دلار گردش مالی دارد، به طوری که در حال حاضر سالانه حدود 44 میلیون دلار مبادله می‌شود (۱۹). ماهیان زینتی در میان بیش از ۳۰,۰۰۰ گونه ماهی شناسایی شده در جهان، حدود ۸۰۰ گونه را شامل می‌شوند (۵۴). مساله کلیدی برای توسعه صنعت ماهیان زینتی، بهبود رنگ‌آمیزی، سیستم ایمنی و نرخ بقا در ماهی‌ها است (۳۰). با افزایش هزینه‌ها و کمبود عرضه‌ی خوراک ماهی، نیاز به جست‌وجوی جایگزین‌های مناسب بیشتر احساس می‌شود. بنابراین، لازم است که خوراک با افزودنی‌های خاصی تقویت گردد. پرورش‌دهندگان تجاری ماهی نیز تلاش دارند با استفاده از افزودنی‌ها در خوراک‌های فرموله شده، سود بیشتری در تجارت ماهیان زینتی کسب کنند.

افزودنی‌های خوراکی، موادی هستند که به مقدار کم به جیره‌ی غذایی حیوانات اضافه می‌شوند تا کیفیت تغذیه‌ای را بهبود بخشیده، عملکرد رشد را افزایش داده و میزان مرگ‌ومیر را کاهش دهند (۴۰). ترکیبات شیمیایی و مصنوعی، رایج‌ترین افزودنی‌های مورد استفاده در تولید ماهیان بوده‌اند که به تدریج با محدودیت‌ها و ممنوعیت‌هایی در بسیاری از کشورهای جهان مواجه شده‌اند. آنتی‌بیوتیک‌ها از جمله این ترکیبات هستند که، علاوه بر کاربرد درمانی، نزدیک به ۵۰ سال به‌عنوان محرک رشد نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

در این رابطه، تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که مصرف بیش از حد آنتی‌بیوتیک‌ها می‌تواند منجر به توسعه‌ی باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک در انسان و حیوانات گردد. به همین دلیل، در سال ۲۰۰۶، کمیسیون اتحادیه اروپا استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره غذایی دام‌ها را به‌عنوان محرک رشد در چندین کشور ممنوع اعلام کرد (۵۲).

از سوی دیگر، افزایش آگاهی عمومی نسبت به مشکلات زیست‌محیطی و خطرات بالقوه‌ی سلامتی ناشی از مصرف

بی‌رویه‌ی آنتی‌بیوتیک‌ها در خوراک، موجب تغییر تدریجی نگرش‌ها نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها و دیگر افزودنی‌های شیمیایی شده است (۸). این تغییرات باعث شده‌اند تا علاقه‌مندی به شناسایی ترکیبات طبیعی که بتوانند فواید مشابهی ارائه دهند، افزایش یابد و به‌عنوان جایگزین‌های بالقوه در صنعت پرورش آبزیان جهان مطرح شوند (۱).

یکی از جایگزین‌های مهم آنتی‌بیوتیک‌ها و افزودنی‌های شیمیایی مضر، «فیتوبیوتیک‌ها»، «فیتوژنیک‌ها» یا «ترکیبات فیتوشیمیایی» هستند که از گیاهان، اسانس‌ها، عصاره‌های گیاهی و ادویه‌ها به‌دست می‌آیند و به‌عنوان افزودنی در جیره‌ی غذایی آبزیان یا سایر دام‌ها استفاده می‌شوند (۵۹). این افزودنی‌های طبیعی به دلیل متابولیت‌های خود، اثرات مثبتی بر رشد، سلامت دستگاه گوارش، تقویت سیستم ایمنی، مقاومت در برابر استرس‌های محیطی، تولیدمثل و رنگ‌آمیزی در ماهی‌ها دارند (۲۹ و ۱).

ترکیبات فعال این مواد ارگانیک می‌توانند از طریق روش‌هایی مانند بلع، تزریق داخل‌بطنی یا عضلانی، و حتی از طریق غوطه‌وری یا حمام به‌طور مؤثر منتقل شوند، بدون آنکه تأثیر منفی بر محیط زیست داشته باشند (۵۳). افزون بر این، به دلیل هزینه‌ی پایین گیاهان، دسترسی آسان و ایمنی استفاده، این ترکیبات از جمله گزینه‌های جذاب در انتخاب افزودنی‌های خوراکی در صنعت آبزی‌پروری محسوب می‌شوند (۳۰).

هرچند مکانیسم دقیق عملکرد ترکیبات فیتوژنیک در آبزیان هنوز به‌طور کامل شناخته نشده است، اما در سال‌های اخیر، هدف اصلی تحقیقات، درک نقش این ترکیبات به‌عنوان افزودنی‌های خوراکی در بهبود عملکرد و سلامت میزبان بوده است (۱).

خلاصه‌سازی مناسب از فیتوژنیک‌های مختلف استفاده شده در پرورش ماهیان زینتی، اثرات خاص آن بر گونه‌ها، مکانیسم‌های عمل، دوزهای بهینه، روش‌های کاربردی، اثرات طولانی‌مدت و باقی‌مانده‌ها، تعامل با دیگر افزودنی‌های جیره

غذایی، قابلیت اقتصادی، آزمایش‌های میدانی و مقیاس‌پذیری تجاری از جمله شکاف‌های احتمالی در مطالعات این ترکیبات در زمینه پرورش ماهیان زیتنی هستند. مطالعه حاضر به‌منظور جمع‌بندی مطالعات موجود در زمینه استفاده از فیتوژنیک‌ها در پرورش ماهیان زیتنی، شناسایی نتایج کلیدی و شکاف‌های موجود در دانش فعلی، و جمع‌آوری تحقیقات مربوط به اثرات این ترکیبات بر گونه‌های مختلف انجام شده است.

تاثیر فیتوژنیک‌ها بر رشد:

بهبود تبدیل خوراک و رشد سریع‌تر در ماهیان زیتنی پرورشی به معنای هزینه کمتر برای خوراک است که در غیر این صورت هزینه‌های زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. خوراک کارآمد همچنین دوره پرورش را کوتاه‌تر کرده و تولید ماهی بیشتر و در نتیجه سود بالاتری را به همراه دارد. در این راستا استفاده از محرک‌های رشد از طریق خوراک منجر به افزایش وزن و بهبود عملکرد رشد و تبدیل خوراک در ماهیان می‌شود. برخی مواد غیرهورمونی مانند گیاهان و محصولات گیاهی که خواص تقویت‌کننده رشد ماهی را دارند، می‌توانند در خوراک ماهی استفاده شوند بدون اینکه هزینه اضافی برای خوراک ایجاد شود. با این حال، استفاده از خوراک گیاهی در آبی‌پروری به عنوان محرک رشد، امری جدید است (۵۸). در این رابطه مطالعاتی بر روی ماهیان زیتنی انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعه Guz و همکاران (۲۰۱۱) اشاره نمود که افزایش قابل توجه وزن و بهبود فاکتور وضعیت را در ماهیان گویی (*Poecilia reticulata*) تغذیه‌شده با رژیم‌های غذایی حاوی پودر سرخارگل (*Echinacea purpurea*) در مقادیر ۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم گزارش کردند. همچنین Nazari و Roozbehani (2015) در مطالعه به بررسی اثرات تغذیه با عصاره اتانولی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) با غلظت‌های ۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میکرولیتر در گرم بر رشد در ماهی گویی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده افزایش

قابل توجه رشد در گروه تغذیه‌شده با ۱۰۰ میکرولیتر در گرم عصاره بود (۳۳). Zareen و همکاران (۲۰۲۳) نیز در مطالعه‌ای گزارش کردند که استفاده از مکمل عصاره اتانولی دانه‌های رازیانه به مدت ۹۰ روز منجر به افزایش رشد قابل توجه و کاهش نسبت تبدیل خوراک (FCR) در ماهی گویی می‌گردد. در مطالعه دیگری Mousavi و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که تغذیه ماهی گویی نر با جیره غذایی حاوی ۲۰ گرم در کیلوگرم پودرهای سیر یا پیاز قرمز و یا پودر فلفل دلمه‌ای قرمز شیرین به مدت ۶۰ روز منجر به بهبود عملکرد رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای می‌گردد. مطالعاتی نیز بر روی ماهیان سیچلاید انجام گرفته بود؛ به عنوان مثال Baby Joseph و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که استفاده از گل‌های زیتنی رز چینی، رز هندی (*Rosa indica*)، شعله جنگل (*Ixora coccinea*) و کروساندرا (*Crossandra infundibuliformis*) به عنوان افزودنی‌های خوراک به مدت ۷۵ روز منجر به افزایش وزن قابل توجه در ماهی سیچلاید دم شمشیری (*Xiphophorus hellerei*) می‌گردد. در این مطالعه بیشترین افزایش وزن در ماهیان تغذیه‌شده با گل همیشه بهار گزارش شد (۴). همچنین Sotoudeh و Yeganeh (2017) بهبود FCR را در ماهیان سیچلاید گورخری (*Cichlasoma nigrofasciatum*) تغذیه‌شده با اسانس رازیانه (۱۲۵ میلی گرم در کیلوگرم) مشاهده کردند، در حالی که در این مطالعه افزودن اسانس تأثیر قابل توجهی بر دیگر شاخص‌های رشد (نرخ رشد خاص، افزایش وزن و ضریب وضعیت) نداشت. در مطالعه دیگری Wagde و همکاران (۲۰۱۸) بهبود عملکرد رشد در ماهی سیچلاید دم شمشیری تغذیه‌شده با هویج (*Daucus carota*) و اسفناج (*Spinacia oleracea*)، به عنوان منابع طبیعی بتاکاروتن، در رژیم غذایی به مدت ۳۵ روز را گزارش کردند و بیشترین افزایش وزن خالص و نرخ رشد ویژه (SGR) در مدت آزمایش در ماهیان تغذیه‌شده با اسفناج مشاهده شد.

پتانسیل و چشم انداز استفاده از فیتوژنیک‌ها در تغذیه و مدیریت بیماری ماهیان زینتی

حاوی اسانس نخل آسای (*Euterpe oleraceae*)، به جای روغن سویا، به مدت ۳۰ روز گزارش کردند. Rana و همکاران (۲۰۲۳) نیز بهبود عملکرد رشد را در ماهی دم‌شمشیری تغذیه‌شده با گل رز چینی (*Hibiscus rosa-sinensis*)، گل همیشه‌بهار (*Tagetes erecta*) و هویج به میزان ۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم خوراک و به مدت هشت هفته مشاهده کردند. در این مطالعه بهترین عملکرد رشد از نظر وزن متوسط، طول بدن، نرخ SGR و کمترین FCR در گروه دریافت‌کننده گل همیشه‌بهار گزارش شد (۳۹).

تأثیر فیتوژنیک‌ها بر فلور میکروبی روده:

دستگاه گوارش دارای جمعیت وسیعی از میکروارگانیسم‌ها است که نقش مهمی در رشد، تکامل و سلامت میزبان دارند. با این حال، مطالعات کمی تا به امروز اثرات ترکیبات فیتوژنیک بر میکروبیوتای دستگاه گوارش گونه‌ها پرداخته‌اند که سهم ماهیان زینتی در این میان بسیار اندک است (۶۵). از جمله مطالعات انجام‌شده می‌توان به گزارش de Medeiros و همکاران (۲۰۲۳) اشاره نمود که بهبود قابل توجه سطح باکتری‌های اسیدلاکتیک را در روده ماهی کپور کوی تغذیه‌شده با خوراک حاوی مکمل اسانس لپیا (*Lippia sidoides*) در مقدار ۰,۱۲۵٪ مشاهده کردند. همچنین Zhang و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند تغذیه با خوراک حاوی اسانس اورگانو (۴۵۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم خوراک) به مدت هشت هفته باعث تغییر ترکیب فلور باکتریایی روده و افزایش قابل توجه جمعیت باکتری‌های جنس‌های پروپیونوباکتر، بروینما و کورینه‌باکتر در روده ماهی کپور کوی می‌گردد، در حالی که در گروه شاهد جنس ویبریو غالب بود.

تأثیر فیتوژنیک‌ها بر آنزیم‌های گوارشی:

فعالیت آنزیم‌های گوارشی از جمله مهم‌ترین فاکتورهای موثر بر عملکرد رشد ماهی‌ها هستند (۶۵)، که به ندرت اثرات تغذیه با مکمل‌های غذایی فیتوژنیک بر آن‌ها (به ویژه در ماهیان زینتی) مورد بررسی قرار گرفته است. در این رابطه

مطالعات جالب‌توجهی نیز در این زمینه بر روی ماهی زبرا (*Danio rerio*) انجام شده است. به عنوان مثال، Safari و همکاران (۲۰۱۷) افزایش قابل توجه بیان ژن‌های مرتبط با رشد هورمون رشد (GH) و فاکتور رشد شبه انسولینی (IGF-1) و اشتهای گرلین و ابستاتین پره‌پروپیتید (ghrl) را در ماهیان زبرا تغذیه‌شده با خوراک حاوی مکمل بذر گیاه (*Myrtus communis*) (۲۰ گرم در کیلوگرم) گزارش کردند. همچنین Rashidian و همکاران (۲۰۲۱) افزایش قابل توجه وزن و SGR و کاهش معنادار FCR در ماهی‌های زبرا تغذیه‌شده با رژیم‌های غذایی حاوی عصاره اورگانو (*Origanum vulgare*) در مقادیر ۰,۵٪، ۱٪ و ۲٪ به ازای هر کیلوگرم خوراک و به مدت هشت هفته را گزارش کردند. Safari و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای دیگر افزایش قابل توجه بیان ژن آنزیم‌های GH و IGF را در ماهیان زبرا تغذیه‌شده با سطوح مختلف پودر بادرنبویه گزارش کردند، هرچند در این مطالعه وزن بدن تغییر نکرد.

ماهی کپور کوی (*Cyprinus rubrofuscus*) نیز گونه دیگری است که در چند مطالعه به آن پرداخته شده بود. در این راستا Safari و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند تغذیه ماهی کپور کوی با رژیم غذایی حاوی آنقوزه (*Ferula asafoetida*) به مدت ۶۳ روز باعث افزایش SGR و کاهش FCR گردیده و نرخ بقا به طور قابل توجهی با افزایش سطح پودر در رژیم غذایی افزایش می‌یابد. کاهش در افزایش وزن، میزان کارایی پروتئین و SGR در ماهیان کپور کوی تغذیه‌شده با خوراک حاوی ۰,۷۵٪ اسانس لپیا سوئیدس نسبت به گروه شاهد و گروه دریافت‌کننده ۰,۲۵٪ اسانس مشاهده شد، در حالی که در گروه دریافت‌کننده اسانس در غلظت ۱٪ هیچ گونه تغییر قابل توجهی در مقایسه با گروه شاهد ثبت نگردید (۹). در مطالعه دیگری de Moura و همکاران (۲۰۲۲) بهبود عملکرد رشد و بقا و یکنواختی را بر مرحله پست لارو ماهیان آنجل سه‌خط (*Pterophyllum scalare*) و سوروم (*Heros severus*) تغذیه‌شده با جیره

غلظت 375 ppm ثبت گردید. با این حال، غوطه‌وری در غلظت‌های مختلف عصاره برگ درخت لوز بر سطح پروتئین کل تأثیر نداشت (۳۴).

Safari و همکاران (۲۰۱۹) نیز گزارش کردند که تغذیه ماهی کپور کوی با خوراک حاوی پودر گیاه آنقوزه باعث افزایش تعداد WBC، RBC، Hb، هماتوکریت، MCV، MCH، MCHC و سطح لنفوسیت‌ها می‌گردد. در بررسی دیگری، Medeiros و همکاران (۲۰۲۳) عنوان کردند که تغذیه ماهی کپور کوی با خوراک حاوی اسانس لیپسی دوئید (*Lippia sidoides*) (۰٫۲۵٪، ۰٫۱۲۵٪، ۰٫۰۶۳٪ و ۰٫۰۳۱٪) به مدت ۵۵ روز تأثیری بر فاکتورهای خونی نداشت، هرچند با توجه به نتایج به دست آمده در رابطه با سایر فاکتورها، نویسندگان در این مطالعه پیشنهاد کردند که مطالعات جدیدی با غلظت‌های بالاتر این اسانس انجام گیرد.

تأثیر فیتوژنیک‌ها بر عملکرد سیستم ایمنی:

در دهه گذشته، ارزیابی و معرفی محرک‌های ایمنی دوستدار محیط زیست برای حفظ سلامت ماهی‌ها و ارتقای عملکرد سیستم ایمنی افزایش یافته است که این محرک‌ها می‌توانند هر دو مکانیزم ایمنی اکتسابی و ذاتی را برای محافظت از ماهی‌ها در برابر بیماری‌های عفونی تقویت کنند (۵۷). در این راستا، مطالعاتی بر روی اثرات استفاده از افزودنی‌های فیتوژنیک در ماهیان زینتی انجام شده که از آن جمله می‌توان به تحقیق Mousavi و همکاران (۲۰۲۱) اشاره نمود که اثرات تغذیه ماهی گویی نر با جیره غذایی حاوی ۲۰ گرم در کیلوگرم پودرهای سیر یا پیاز قرمز و یا پودر فلفل دلمه‌ای قرمز شیرین به مدت ۶۰ روز را بررسی کردند. در این بررسی، محققان دریافتند که تغذیه با رژیم‌های غذایی ذکر شده باعث افزایش معنی‌دار برخی از پارامترهای ایمنی‌شناسی موکوسی شامل مکمل جایگزین (ACH50) ایمونوگلوبولین کل، لیروزیم و پروتئین کل گردید و بالاترین میزان در گروه دریافت‌کننده پودر سیر مشاهده شد (۳۰).

می‌توان به مطالعه Zhang و همکاران (۲۰۲۰) اشاره نمود که افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های گوارشی پروتئاز، پپتیداز و آمیلاز را در ماهی کپور کوی تغذیه شده با اسانس اورگانو (۵۰۰، ۱۵۰۰ و ۴۵۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خوراک) گزارش کردند.

تأثیر فیتوژنیک‌ها بر فاکتورهای خونی:

وضعیت ایمنی ماهی با شرایط هماتولوژیکی آن مرتبط است که در آبی‌پروری از اهمیت زیادی برخوردار بوده و برای نظارت بر وضعیت سلامت ماهی مفید است (۱۰). شرایط هماتولوژیکی مانند شمارش گلبول‌های قرمز (RBC)، شمارش گلبول‌های سفید (WBC) و شمارش هموگلوبین (Hb) در ماهی، ابزاری موثر برای ارزیابی تغییرات فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی در ماهی‌ها هستند (۲۲). علاوه بر این، WBC به طور منظم به عنوان شاخص وضعیت سلامت در ماهی‌ها استفاده می‌شود زیرا WBC جزء اصلی دفاع ایمنی ذاتی است و در تنظیم عملکرد ایمنی در ماهی‌ها، از جمله ماهی‌های زینتی نقش دارد (۱۸).

در این راستا، تحقیقات علمی بسیار کمی در خصوص خواص مفید ترکیبات فیتوژنیک، به ویژه در مورد پروفایل‌های خونی ماهی‌های زینتی انجام شده است که ادامه به این مطالعات خواهیم پرداخت. تغذیه دلقک ماهیان (*Amphiprioninae*) با غذای حاوی عصاره متانولی برگ درخت حرا یا مانگرو (*Avicennia marina*) در غلظت‌های ۱، ۲٪ و ۴٪ باعث افزایش تدریجی سطح لکوسیت در خون ماهیان تحت عفونت‌های باکتریایی گردید (۵). در مطالعه دیگری، Nugroho و همکاران (۲۰۱۶) اثرات ۳۰ روز غوطه‌وری در عصاره برگ درخت لوز (*Terminalia catappa*) بر فاکتورهای خونی ماهی بتا (*Betta sp.*) را بررسی نمودند. در نتایج این مطالعه، افزایش معنی‌دار RBC و Hb در غلظت 375 ppm و افزایش معنی‌دار WBC در غلظت 625 ppm مشاهده شد و کمترین سطح لنفوسیت نیز در ماهیان غوطه‌ور شده در

پتانسیل و چشم انداز استفاده از فیتوژنیک‌ها در تغذیه و مدیریت بیماری ماهیان زینتی

تاثیر فیتوژنیک‌ها بر عملکرد آنتی‌اکسیدانی:

استرس اکسیداتیو زمانی اتفاق می‌افتد که بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن و مکانیزم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی سلولی عدم تعادل وجود داشته باشد. در اینجا آنتی‌اکسیدان‌ها با محافظت از سلول‌ها در برابر آسیب اکسیداتیو و نقش مهمی در این تعادل دارند (۶۲). فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فیتوژنیک به دلیل توانایی آن‌ها در از بین بردن رادیکال‌های آزاد، مهار گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و دیگر رادیکال‌های اکسیژن تولید شده در سلول‌ها و بافت‌ها است (۱).

از جمله مطالعات انجام شده بر روی اثرات استفاده از ترکیبات فیتوژنیک بر عملکرد آنتی‌اکسیدانی ماهیان زینتی، می‌توان به مطالعه Safari و همکاران (۲۰۱۷) اشاره کرد که افزایش قابل توجه بیان ژن‌های آنتی‌اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) را در ماهیان زبرا تغذیه شده با خوراک حاوی مکمل بذر گیاه مورد (۲۰ گرم در کیلوگرم) گزارش کردند. همچنین Rashidian و همکاران (۲۰۲۱) افزایش قابل توجه SOD و CAT و کاهش مالون دی‌آلدئید (MDA) را در سرم در ماهی‌های زبرا تغذیه شده با رژیم‌های غذایی حاوی عصاره اورگانو (به ویژه در مقدار ۱٪ به ازای هر کیلوگرم خوراک) مشاهده کردند Safari و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی دیگری افزایش قابل توجه آنزیم SOD در بافت و افزایش بیان ژن آنزیم‌های SOD و CAT را در کبد ماهیان زبرا تغذیه شده با سطوح مختلف پودر بادرنجبویه گزارش کردند.

همچنین در مطالعات انجام شده بر روی دیگر ماهیان زینتی، Zhang و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که تغذیه با خوراک حاوی اسانس اورگانو (۵۰۰، ۱۵۰۰ و ۴۵۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خوراک) باعث افزایش معنی‌دار فعالیت SOD و گلوکاتاتیون پراکسیداز (GPx) و کاهش قابل توجه MDA در ماهی کپور کوی می‌گردد Park و همکاران (۲۰۲۴) نیز دریافتند که استفاده از مکمل عصاره گل همیشه بهار (۱٪) و یا رنگدانه کاروفیل قرمز (۰٫۵٪) در خوراک ماهی

در بررسی‌هایی بر روی ماهی زینتی زبرا، Safari و همکاران (۲۰۱۷) مشاهده کردند که ۶۰ روز تغذیه با خوراک حاوی مکمل بذر گیاه مورد (۵، ۱۰ و ۲۰ گرم در کیلوگرم) باعث بهبود قابل توجه پاسخ‌های ایمنی مخاطی (فعالیت لیزوزیم، ایمونوگلوبولین کل و پروتئاز) و بیان ژن‌های فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF- α) و لیزوزیم در ماهی می‌گردد. در مطالعه دیگری، Safari و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند که تغذیه ماهیان زبرا با سطوح مختلف پودر بادرنجبویه (*Dracocephalum kotschy*) (۱٪، ۲٪ و ۳٪) به مدت ۱۰ هفته منجر به افزایش پروتئین کل، ایمونوگلوبولین کل و فعالیت لیزوزیم و بیان ژن‌های ایمنی لیزوزیم و پیش التهابی IL-1 β در روده گردید. همچنین Rashidian و همکاران (۲۰۲۱) افزایش قابل توجه لیزوزیم، فعالیت کمپلمان و ایمونوگلوبولین M (IgM) را در سرم در ماهی‌های زبرا تغذیه شده با رژیم‌های غذایی حاوی عصاره اورگانو (به ویژه در مقدار ۱٪ به ازای هر کیلوگرم خوراک) گزارش کردند. همچنین در این مطالعه افزایش قابل توجه فاکتورهای موکوسی لیزوزیم، آلکالین فسفاتاز (ALP)، ایمونوگلوبولین و پروتئین کل گزارش شد (۴۱).

در مطالعات دیگری بر روی ماهی کپور کوی، Safari و همکاران (۲۰۱۹) مشاهده کردند که تغذیه با خوراک حاوی سطوح مختلف پودر گیاه آنقوزه (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ گرم در هر کیلوگرم) به طور قابل توجهی محتوای پروتئین کل و فعالیت‌های ایمونوگلوبولین‌ها، لیزوزیم و فعالیت همولیتیک کمپلمان جایگزین ۲ را به صورت وابسته به غلظت در سرم ماهی افزایش می‌دهد Zhang و همکاران (۲۰۲۰) نیز گزارش کردند که تغذیه با خوراک حاوی اسانس اورگانو (۵۰۰، ۱۵۰۰ و ۴۵۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خوراک) باعث افزایش معنی‌دار سطوح لیزوزیم و کمپلمان‌های C3 و C4 در ماهی کپور کوی می‌گردد. همچنین در این مطالعه کاهش بیان ژن‌های TNF- α و فاکتور رشد تغییردهنده بتا-TGF (β) گردید (۶۵).

بر این، این ترکیبات سلول‌های کشنده طبیعی را تحریک کرده، تکثیر لنفوسیت‌ها و فعالیت سلول‌های فاگوسیتیک را افزایش داده و باعث افزایش فعالیت کمپلمان، لیزوزیم و پاسخ‌های آنتی‌بادی در بدن ماهیان می‌شوند (۸).

در این راستا، مطالعاتی بر روی ماهیان زینتی انجام شده که افزایش نرخ بقا این ماهیان را در مواجهه با عوامل پاتوژن باکتریایی نشان می‌دهد. برای مثال، Guz و همکاران (۲۰۱۱) افزایش مقاومت را در ماهی گوبی تغذیه‌شده با خوراک حاوی پودر سرخارگل تحت مواجهه با آئروموناس هیدروفیلا گزارش کردند. همچنین آزمایش‌های تجربی نشان داد که تغذیه دلقک ماهیان با غذای حاوی عصاره متانولی برگ درخت حرا یا مانگرو باعث افزایش بقا و کاهش حساسیت ماهی به عفونت‌های ناشی از باکتری‌های سودوموناس فلورسنس، سودوموناس آئروژینوزا، ویبریو پاراهمولیتیکوس و ویبریو آنگوئیلاروم می‌شود (۵). در مطالعه دیگری، افزایش نرخ بقای ماهیان زبرا تغذیه‌شده با خوراک حاوی عصاره اورگان و در مواجهه با آئروموناس هیدروفیلا گزارش شد (۴۱). در مطالعات دیگری بر روی ماهی کپور کوی؛ Zhang و همکاران (۲۰۲۰) افزایش معنادار نرخ بقای ماهیان کپور کوی تغذیه‌شده با خوراک حاوی اسانس اورگانو را در مواجهه با آئروموناس هیدروفیلا گزارش کردند. براساس گزارش de Medeiros و همکاران (۲۰۲۳) نیز تغذیه ماهی کپور کوی با خوراک حاوی اسانس لپیا (Lippia sidoides) به ویژه در مقدار ۰,۱۲۵ درصد، منجر به افزایش نرخ بقا تحت مواجهه با آئروموناس هیدروفیلا گردید

بیماری‌های انگلی

همانند ماهیان خوراکی، گونه‌های ماهیان زینتی نیز از عفونت‌های انگلی رنج می‌برند که می‌تواند منجر به مرگ و میر بالا شود و خسارات اقتصادی قابل توجهی را به دنبال داشته باشد که تهدیدی برای پایداری تجاری این صنعت است. علاوه بر خسارات مستقیم ناشی از مرگ و میر، انگل‌ها ممکن است تأثیر زیادی بر رشد، رفتار ماهیان زینتی، مقاومت

سوروم طلائی (Heros efasciatus) به مدت پنج هفته منجر به کاهش قابل توجه پراکسید چربی در بافت‌های کبدی، افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) و کاهش فعالیت انفجار تنفسی لوکوسیت‌ها در طحال می‌گردد.

تأثیر فیتوژنیک‌ها بر مقاومت در برابر بیماری‌ها:

پرورش متراکم در کنار مدیریت نامناسب کیفیت آب، می‌تواند موجب افزایش جوامع باکتریایی و سایر پاتوژن‌ها و در نهایت گسترش بیماری‌ها در آبزیان شود (۵۵). علاوه بر این، هرچند ماهیان می‌توانند خود را با شرایط محیطی سازگار کنند، اما ذخایر انرژی آن‌ها کاهش یافته و تعادل هورمونی دچار اختلال می‌شود که می‌تواند باعث سرکوب سیستم ایمنی و افزایش آسیب‌پذیری نسبت به بیماری‌ها شود (۴۳).

بیماری‌های باکتریایی

اکثر بیماری‌های تأثیرگذار بر ماهیان، عفونتی هستند که توسط ویروس‌ها، باکتری‌ها یا حشرات پارازیتی ایجاد می‌شوند. از این میان، بیماری‌های باکتریایی به یک مشکل مزمن در مدیریت سلامت ماهیان زینتی تبدیل شده‌اند. این بیماری‌ها می‌توانند به عنوان علت اصلی یا ثانویه وضعیت بیماری عمل کنند و از ضعف در ساختار بدن ماهی یا تضعیف سیستم ایمنی آن بهره‌برداری کنند. توانایی آنتی‌بیوتیک‌ها در از بین بردن باکتری‌های عامل بیماری در ماهیان به عوامل مختلفی بستگی دارد. از سوی دیگر، آنتی‌بیوتیک‌ها فقط می‌توانند رشد باکتری‌ها را به اندازه‌ای کنترل کنند که سیستم ایمنی ماهی بتواند به مقابله با آن‌ها پرداخته و باکتری‌های عامل بیماری را از بین ببرد. با این حال، برخی از آنتی‌بیوتیک‌ها به دلیل توسعه مقاومت توسط میکروارگانیسم‌ها، شکست می‌خورند. به همین دلیل، در سال‌های اخیر توجه زیادی به استفاده از داروهای گیاهی و سنتی شده است (۵). فیتوژنیک‌ها از جمله ترکیبات دارای عملکرد مناسب در برابر عوامل بیماری‌زای باکتریایی در آبزیان هستند (۲۴). با افزایش فعالیت سلول‌های فاگوسیتیک، عملکرد ضدباکتری آن‌ها تقویت می‌شود. علاوه

پتانسیل و چشم انداز استفاده از فیتوژنیک‌ها در تغذیه و مدیریت بیماری ماهیان زینتی

در برابر عوامل استرس‌زا و حساسیت به شکار داشته و حضور انگل بر روی بدن ماهیان زینتی می‌تواند بازارپذیری آن‌ها را کاهش دهد (۴۷). پرورش‌دهندگان ماهی معمولاً از داروهایی مانند پرازیکتل، مبندازول و لووآمیزول برای کنترل انگل‌ها استفاده می‌کنند، اما استفاده مداوم و نادرست از این محصولات می‌تواند باعث آلودگی محیط زیست، تغییرات پاتولوژیک در ماهی‌ها، خطرات بهداشتی برای انسان‌ها و مقاومت عوامل بیماری‌زا به داروهای شیمیایی شود. از سوی دیگر، تجویز خوراکی داروهای ضدانگلی برای درمان مؤثر بوده اما با مسمومیت میزبان، توسعه مقاومت و عدم پذیرش طعم همراه است، بنابراین این روش معمولاً کاربرد ندارد. این معایب باعث شده‌اند که جستجو برای یافتن جایگزین‌های نهایی برای کاهش این اثرات منفی در اولویت قرار گیرد. در این زمینه، برخی محصولات گیاهی برای پیشگیری، کنترل و درمان بیماری‌های انگلی در ماهیان مؤثر شناخته شده‌اند (۹). انگل‌های مونوژن در ماهیان پرورشی تجاری باعث خسارات اقتصادی قابل توجهی می‌شوند و درمان‌های شیمیایی موجود که اغلب برای ماهی‌ها استرس‌زا هستند، خطرات مرتبط با خود را به همراه دارند (۲۷). در این راستا، Chansue و Tangtrongpiros در گزارشی نشان دادند که استفاده از عصاره برگ درخت لوز می‌تواند به طور قابل توجهی تعداد عفونت‌های ژیروداکتیلوس و داکتیلوژیروس را در گلدفیش (*Carassius auratus*) کاهش دهد. در این مطالعه، بالاترین غلظت استفاده‌شده از اسانس (۵,۱ گرم در هر لیتر آب) موثرترین غلظت بوده و تمام انگل‌ها را پس از دو هفته درمان، بدون عوارض جانبی، کاملاً از بین برد. این در حالی بود که کاهش معنی‌دار عفونت انگلی در گروه کنترل بدون درمان مشاهده نشد (۱۲). در مطالعه دیگری، Levy و همکاران (۲۰۱۵) مشاهده کردند که غوطه‌ور کردن ماهیان گوپی‌آلوده به ژیروداکتیلو (*Gyrodactylus turnbulli*) در عصاره اتانولی زنجبیل به ترتیب در غلظت‌های ۵ ppt و ۷,۵ به مدت ۹۰ و ۳۰ دقیقه به طور قابل توجهی شیوع و

شدت عفونت را کاهش می‌دهد، به طوری که غلظت بالاتر یعنی ۷.۵ ppt از لحاظ اثرگذاری به اندازه داروی پرازیکتانتل، به عنوان درمان شیمیایی معمول، برای ژیروداکتیلوس مؤثر بوده و ماهی‌ها کاملاً از عفونت پاک شدند. از سوی دیگر، در این مطالعه و در بررسی اثرات مصرف خوراکی عصاره، گزارش شد که درمان‌های خوراکی ماهیان گوپی‌آلوده به ژیروداکتیلوس با رژیم‌های غذایی حاوی مکمل ۱۰ و ۲۰ درصد پودر زنجبیل در کاهش بار انگلی بی‌اثر است (۲۷). در نتایج مشابه دیگری، Brasil و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی اثرات تغذیه با خوراک حاوی اسانس لیپا سیدوئیدس (*Lippia sidoides*) با غلظت‌های ۰,۲۵، ۰,۵۰، ۰,۷۵ و ۱٪ برای مدت ۶۰ روز در کپور کوی، هیچ‌گونه اثرات ضدانگلی در مواجهه با انگل‌های مونوژن (داکتیلوژیروس مینوتوس، داکتیلوژیروس اکستنسوس، تریکودینا رتیکولاتا، تریکودینا هترودنتاتا) مشاهده نکردند، در حالی که در شرایط درون آزمایشگاهی اثرات ضدانگلی ۱۰۰٪ از این اسانس گزارش شد. نویسندگان در این مطالعه احتمال دادند که دوزهای آزمایش‌شده اسانس لیپاسیدوئیدس برای از بین بردن انگل‌ها به اندازه کافی بالا نبوده باشد Sahandi و همکاران (۲۰۲۳) نیز در مطالعه‌ای مشاهده کردند که حمام طولانی‌مدت (۱۴ روز) با عصاره‌های آبی سیر (*Allium sativum*) (۰,۱ گرم در لیتر) و بابونه (*Matricaria chamomilla*) (۰,۴ گرم در لیتر) منجر به افزایش نرخ بقا و سرکوب انگل ایکتیوفتریوس مولتی فیلیس در ماهی گوپی می‌شود. در این مطالعه، نرخ بقا در ماهیان حمام داده‌شده با عصاره بابونه بیشتر از عصاره سیر بوده و همچنین استفاده از عصاره سیر پس از چهار روز و عصاره بابونه پس از شش روز به طور کامل عفونت انگلی را در ماهی‌ها درمان (۴۷).

بیماری‌های قارچی:

ماهیان پرورش‌یافته در تراکم‌های بالا ممکن است با ناپایداری‌های مختلفی روبه‌رو شوند، مانند نوسانات کیفیت

آب که منجر به شیوع بیماری‌های قارچی می‌شود (۳). استفاده از داروهای ضدقارچی رایج با عوارض جانبی متعددی همراه است. در این رابطه، پذیرا (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات ضدقارچی اسانس آویشن باغی بر قارچ‌های جداشده از پوست ماهی کوی (آسپرژیلوس فلاووس، آسپرژیلوس فومگاتوس، آسپرژیلوس نایجر و ساپروولگنیا پارازیتیکا) پرداخت. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین اثر مهارکنندگی اسانس بر روی آسپرژیلوس فلاووس و کم‌ترین تاثیر بر روی ساپروولگنیا پارازیتیکا بود (۳۶).

تأثیر فیتوژنیک‌ها بر تولید مثل :

تولیدمثل و تکثیر ماهیان زینتی نقش مهمی در افزایش سودآوری صنعت پرورش ماهی دارد. پرورش‌دهندگان ماهیان زینتی از روش‌های متنوعی برای تکثیر گونه‌های مختلف آکواریومی استفاده می‌کنند. برخی از گونه‌ها تنها با ایجاد تغییرات ساده در محیط، مانند تنظیم دمای آب، pH یا رسانایی الکتریکی، تولیدمثل می‌کنند، در حالی که برخی دیگر به روش‌های پیشرفته‌تری مانند تزریق هورمون‌های مصنوعی برای القای تخم‌ریزی نیاز دارند (۳۳). با این حال، هورمون‌های مصنوعی گرانقیمت بوده، نیاز به نیروی کار تخصصی دارند و فرایند تجویز آن‌ها زمان‌بر است (۳۳). علاوه بر این، گزارش‌هایی مبنی بر تجمع این هورمون‌ها در رسوبات و زیست‌بوم‌های آبی وجود دارد (۶۱).

تغذیه نیز از فاکتورهای مهم دیگری است که در تکامل و تولیدمثل ماهیان زینتی نقش دارد و انواع مختلفی از خوراک‌های حاوی مکمل‌های هورمونی و بسیاری از محصولات گیاهی برای افزایش باروری و بلوغ گامت‌ها در این ماهیان استفاده می‌شود (۶۴). بنابراین، جایگزینی داروهای گیاهی به جای هورمون‌های مصنوعی می‌تواند رویکردی جدید در تکثیر ماهیان باشد. فیتواستروژن‌ها ترکیبات گیاهی هستند که از نظر ساختاری مشابه استروژن‌های حیوانی‌اند (۶۱). سه گروه اصلی فیتواستروژن‌ها شامل ایزوفلاوون‌ها، کومستان‌ها و لیگنان‌ها هستند (۳۳).

در رابطه با استفاده از افزودنی‌های فیتوژنیک در بهبود عملکرد تولید مثلی ماهیان زینتی مطالعاتی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه Nazari و Roozbehani (2015) اشاره نمود که افزایش نرخ باروری در ماهیان گویی تغذیه‌شده با عصاره اتانولی رازیانه را گزارش کردند. در این مطالعه افزایش تعداد سلول‌های گنادی، افزایش سطح فیتواستروژن‌ها، بزرگ‌تر شدن لایه گرانولوزا در فولیکول‌های گنادی و افزایش تعداد اول‌ها در مراحل تکاملی مشاهده شد (۳۳). در مطالعه دیگری، Sotoudeh و Yeganeh (2017) افزایش قابل توجه شاخص گونادوسوماتیک و باروری را در ماهیان سیچلاید گورخری تغذیه‌شده با اسانس رازیانه (۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده کردند. Zareen و همکاران (۲۰۲۳) نیز افزایش نرخ باروری مطلق و نرخ تخم‌ریزی و بهبود شاخص گونادوسوماتیک را در ماهی گویی در نتیجه استفاده از مکمل عصاره اتانولی دانه‌های رازیانه (*Foeniculum vulgare*) به مدت ۹۰ روز مشاهده کردند. در مطالعه متفاوت و جالب توجه دیگری به استفاده گسترده از برگ‌های درخت لوز به عنوان حمام برای تحریک تولید مثل در پرورش ماهی جنگجوی سیامی (*Betta splendens*) در تایلند اشاره شد (۱۱).

تأثیر فیتوژنیک‌ها بر آسیب‌شناسی بافتی ارگان‌ها :

بررسی تغییرات ایجادشده در ارگان‌ها آسان‌تر و سریع‌تر از تغییرات عملکردی آنها قابل شناسایی بوده و علائم هشداردهنده آسیب به سلامت حیوانات محسوب می‌شوند. بنابراین، بررسی‌های بافت‌شناسی و آسیب‌شناسی بافت‌ها در ماهیان برای ارزیابی تغییرات بیولوژیکی مفید بوده و به عنوان شاخصی از وضعیت فیزیکی ماهی به کار برده می‌شود (۴۲). در این رابطه، مطالعاتی به بررسی اثرات استفاده از اسانس اورگانو بر بافت‌های آبشش، طحال و مغز ماهی کوی تحت مواجهه با آلاینده‌های دارویی پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعات، تغذیه با رژیم غذایی حاوی اسانس اورگانو هیچ‌گونه اثرات سوء بر بافت‌های ماهی

پتانسیل و چشم انداز استفاده از فیتوژنیک‌ها در تغذیه و مدیریت بیماری ماهیان زینتی

رنگی ماهیان زینتی، تغذیه آن‌ها با رنگدانه‌های غیرسمی از طریق رژیم غذایی است. این رنگدانه‌ها جذب شده و در بافت‌های پوست یا ماهیچه ماهی‌ها که محل تجمع کروماتوفورها (سلول‌های تخصصی حاوی رنگدانه) است ذخیره می‌شوند (۱۵). در این راستا علاقه عمومی به استفاده از رنگدانه‌های طبیعی به جای رنگدانه‌های مصنوعی در رژیم‌های غذایی برای بهبود رنگ‌آمیزی ماهیان زینتی به دلیل خواص بهداشتی و دسترسی آسان آنها افزایش یافته است (۳۱). انواع مختلف کاروتنوئیدها برای تقویت رنگ‌آمیزی ماهیان در رژیم غذایی آنها گنجانده می‌شوند. برخی از مهم‌ترین این رنگدانه‌ها شامل توناژانتین (زرد)، لوتین (زرد مایل به سبز)، بتا-کاروتن (نارنجی)، آلفا- و بتا-دورادانتین‌ها (زرد)، زنازانین (زرد-نارنجی)، کانتاگزانتین (نارنجی-قرمز)، آستاگزانتین (قرمز، رنگدانه غالب در ماهیان قرمز)، ایچینون (قرمز) و تاراکسانتین (زرد) هستند که در میان این رنگدانه‌ها، آستاگزانتین مهم‌ترین و رایج‌ترین کاروتنوئید در ماهیان قرمز است (۲).

در این راستا مطالعاتی به بررسی اثرات ترکیبات فیتوژنیک بر رنگ‌آمیزی ماهیان زینتی پرداخته‌اند که از آن جمله می‌توان به مطالعه Mousavi و همکاران (۲۰۲۱) اشاره نمود که گزارش کردند تغذیه ماهی گویی نر با جیره غذایی حاوی ۲۰ گرم در کیلوگرم پودرهای سیر یا پیاز قرمز و یا پودر فلفل دلمه‌ای قرمز شیرین به مدت ۶۰ روز باعث افزایش معیندار سطح کاروتنوئید کل در پوست بدن و باله دم ماهی‌ها گردیده و بالاترین میزان در گروه دریافت‌کننده پودر فلفل دلمه‌ای قرمز شیرین مشاهده شد Baby Joseph و همکاران (۲۰۱۱) افزایش درصد رنگدانه‌ها در ماهی سیچلاید دم شمشیری تغذیه شده با گل‌های زینتی رز چینی، رز هندی، شعله جنگل و کروساندر با عنوان افزودنی‌های خوراک منبع کاروتنوئید به مدت ۷۵ روز گزارش کردند. در این مطالعه بیشترین افزایش درصد رنگدانه‌ها در ماهیان تغذیه شده با گل شعله جنگل گزارش شد (۴).

نداشته و همچنین منجر به کاهش آسیب ناشی از مواجهه با آلاینده در بافت ارگان‌های آبشش، طحال و مغز ماهی کوی گردید (۳۲).

- تاثیر فیتوژنیک‌ها بر آسیب‌های بافت پوست:

پوست ماهی اندام زنده‌ای است که به عنوان نخستین سد دفاع غیر اختصاصی، در محافظت از ماهیان در برابر ضربات مکانیکی و همچنین عفونت‌های موجود در محیط آبی که دائماً در حال تغییر است، نقش ارزشمندی ایفا می‌کند. هرگونه آسیب به این ارگان باعث ایجاد عفونت‌های ثانویه باکتریایی و قارچی می‌شود (۲۱). در نتیجه استفاده از روش‌هایی که فاقد عوارض جانبی باشند برای بهبود آسیب‌های پوستی در ماهیان جالب توجه بوده و حائز اهمیت است. یکی از ترکیبات معرفی شده در آبی‌پروری برای درمان زخم‌ها، به ویژه در ماهی جنگجوی سیامی پس از مسابقات جنگی، برگ‌های درخت لوز می‌باشد (۱۴). Chansue و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای نشان دادند که استفاده از عصاره برگ درخت لوز می‌تواند ضخامت لایه کراتینی در فلس‌های ماهی جنگجوی سیامی را افزایش دهد. همچنین در مطالعه دیگری، Chansue و همکاران مشاهده کردند عصاره آبی برگ‌های خشک درخت لوز می‌تواند به سرعت بازسازی باله دم ماهی کپور کوی کمک کند.

تاثیر فیتوژنیک‌ها بر رنگدانه‌ها:

رنگ‌آمیزی یکی از عوامل مهم در فروش ماهیان زینتی است که ارزش بازار ماهیان زینتی را تعیین می‌کند (۳۸). رنگ این ماهیان عمدتاً ناشی از پراکندگی یا تجمع کروماتوفورهایی است که شامل چهار گروه رنگدانه‌های ملانین، پورین، پترین و کاروتنوئید در پوست می‌شوند و در این میان، کاروتنوئیدها مهم‌ترین گروه هستند (۵۰). همانند سایر حیوانات، ماهیان قادر به سنتز کاروتنوئیدها به طور مستقل نیستند، بنابراین لازم است که این رنگدانه‌ها از طریق خوراک طبیعی و مکمل تأمین شوند (۲۳). یک روش غیرتهاجمی برای بهبود ویژگی‌های

۵،۰٪ به مدت ۵ هفته در ماهی سوروم طلایی باعث بهبود الگوهای رنگ بدن و ایجاد رنگ‌آمیزی منحصر به فرد در این ماهی می‌گردد.

تاثیر فیتوژنیک‌ها بر رفتار شناسی

Zago و همکاران (۲۰۱۸) در ماهیان زبرا تغذیه شده با خوراک حاوی مکمل اسانس (*Aloysia triphylla*) به مدت ۹۰ روز، شاهد پاسخ ضد اضطرابی با کاهش فعالیت اکتشافی و مصرف اکسیژن و کاهش سطح کورتیزول بودند که باعث افزایش رفاه ماهی می‌گردد. این ویژگی اسانس بهلیمو را برای استفاده در سیستم‌های تولید با تراکم بالا مناسب می‌سازد بدون اینکه به محور استرس عصبی-دروئیز آسیب وارد کرده یا عملکرد رشد را مختل (۶۳). باید توجه داشت که اضافه کردن اسانس به آب به خودی خود استرس‌زا بوده و کورتیزول را کاهش نمی‌دهد (۶). همچنین عدم مشاهده اختلال در رشد نشان‌دهنده عدم ایجاد استرس مزمن در ماهیان است که به‌طور معمول باید کاهش رشد در ماهی می‌گردد. در این مطالعه نشان داده شد که ماهیان گروه کنترل وقتی در محیط جدید قرار می‌گیرند، رفتار مورد انتظاری به نام تیگموتاکیسی (*Thigmotaxis*) از خود نشان می‌دهند که به موجب آن آنها زمان بیشتری را در نزدیکی لبه‌ها می‌گذرانند (۵۶). با این حال، ماهیان زبرا تغذیه شده با جیره‌های حاوی اسانس بهلیمو چنین رفتاری را نشان ندادند و در دوره‌های زمانی مشابه در مرکز و در مناطق لبه باقی ماندند که این رفتار ممکن است مربوط به اثر اضطرابی اسانس باشد. نکته قابل توجه دیگر در این رابطه این است که فعالیت اکتشافی در تیمارهای دارای واکنش ضد اضطرابی معمولاً افزایش می‌یابد، اما این به دلیل افزایش اکتشاف ناشی از تیمارهای ضد اضطراب نیست، بلکه به دلیل کاهش در مهار رفتار اکتشافی ناشی از استرس (۳۷). و با توجه به آنکه در مطالعه Zago و همکاران (۲۰۱۸) آزمایش استرس‌زا انجام نشده بود و سطح کورتیزول پایین باقی مانده بود، فعالیت اکتشافی کاهش یافت. علاوه بر این، در این مطالعه

Rana و همکاران (۲۰۲۳) نیز افزایش کاروتنوئید را در ماهی سیچلاید دم شمشیری تغذیه شده با گل رز چینی، گل همیشه بهار و هویج به میزان ۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم خوراک و به مدت هشت هفته مشاهده کردند. در این مطالعه بیشترین افزایش کاروتنوئید در گروه دریافت‌کننده گل همیشه بهار گزارش شد (۳۹).

همچنین ماهیان Yeşilayer و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر استفاده از مکمل خوراک عصاره‌های گیاه گزنه (*Urtica*)، گل همیشه بهار و یونجه (*Medicago sativa*) به مدت سه ماه بر رنگدانه‌های پوست و مقایسه آن با زانتوفیل‌های مصنوعی در ماهی سیچلاید الکتریکی زرد (*Labidochromis caeruleus*) پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد بیشترین میزان درخشندگی و مشخصات رنگ‌آمیزی در گروه‌های دریافت‌کننده عصاره‌های گزنه و یونجه بود (۶۰).

در مطالعات انجام شده بر روی سایر *Kurnia* و همکاران (۲۰۱۹) مشاهده کردند استفاده از کنجاله پوست میوه اژدهای قرمز (در سه مقدار ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) به مدت ۴۲ روز منجر به افزایش شدت رنگ‌های نارنجی و سیاه در ماهی کپور زینتی کوی (*Cyprinus carpio*) می‌گردد. در مطالعه دیگری تغذیه ماهی‌های کپور کوی با مخلوط پودر گلبرگ گل همیشه بهار نارنجی در دو نسبت وزنی ۵ و ۲۰ گرم گلبرگ در هر کیلوگرم خوراک به مدت شش هفته منجر به بهبود رنگ قرمز تا حدود ۴۰٪ در ماهیان دریافت‌کننده نسبت ۲۰ گرم در هر کیلوگرم گردید، در حالی که استفاده از نسبت ۵ گرم در هر کیلوگرم مؤثر واقع نشد (۲۶).

همچنین در تحقیق Besen و همکاران (۲۰۱۹) استفاده از رژیم غذایی حاوی لوتئین در ماهی‌های گلدفیش (*Carassius auratus*) باعث بهبود رنگ پوست آن‌ها برابر با استفاده از آستازانتین گردید Park و همکاران (۲۰۲۴) نیز در مطالعه‌ای دریافتند تغذیه با عصاره گل همیشه بهار ۱٪ (*Tagetes erecta*) و رنگدانه کاروفیل قرمز

پتانسیل و چشم انداز استفاده از فیتوژنیک‌ها در تغذیه و مدیریت بیماری ماهیان زینتی

امروزه استفاده از ترکیبات فیتوژنیک در آبزیان به دلیل دارا بودن مزایای متعددی همچون بهبود عملکرد رشد و بازدهی خوراک، بهبود فعالیت آنزیم‌های گوارشی و فلور میکروبی، بهبود شاخص‌های خونی، پاسخ‌های ایمنی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و مقاومت در برابر بیماری‌ها، از اهمیت ویژه‌ای در آبرزی‌پروری برخوردارند. در این مقاله مروری ما به وضوح نشان دادیم ترکیبات فیتوژنیک اثرات مفیدی بر عملکرد ماهیان زینتی داشته و می‌توانند جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها و شیمی‌درمانی‌ها شده و این صنعت را به سمت آبرزی‌پروری دوستدار محیط زیست، سالم و پایدار هدایت کنند. در نتیجه شناسایی و بررسی کارایی ترکیبات فیتوژنیک می‌تواند منجر به توسعه پروتکل‌های درمانی و پیشگیرانه و همچنین توسعه محصولات تجاری برای استفاده روتین در بهبود نرخ رشد و بقا در ماهیان زینتی گردد. این در حالی است که تحقیقات بیشتری برای بهینه‌سازی این ترکیبات به ویژه برای درمان خوراکی موفق مورد نیاز است. براساس مطالعات ما مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در استفاده از ترکیبات فیتوژنیک غلظت، مدت و نحوه استفاده از آنها می‌باشد. همچنین بررسی و تعیین مکانیسم‌های تاثیر بالقوه این ترکیبات به صورت اختصاصی در ماهیان زینتی لازم و ضروری بوده و نیازمند مطالعات جامع و تحقیقات تکمیلی است. از سوی دیگر بررسی امکان ترکیب مکمل‌های برپایه فیتوژنیک با سایر افزودنی‌های خوراک (مانند پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها) و مقایسه اثرات آنها با آنتی‌بیوتیک‌ها جالب توجه خواهد بود.

هیچ تفاوتی در فعالیت حرکتی مشاهده نشد، که این مساله نیز مثبت بود، زیرا نشان داد اسانس عملکرد ماهی را به خطر نینداخت و بنابراین دارای شنا طبیعی است (۶۳).

اثرهای سمیت فیتوژنیک‌ها:

استانداردسازی دوزهای مورد استفاده افزودنی‌های فیتوژنیک در پرورش ماهیان زینتی از مسائل بسیار مهم و کلیدی مصرف این ترکیبات با روش‌های مختلف است. هرچند غالب مطالعات انجام شده نشان‌دهنده اثرات مثبت استفاده از فیتوژنیک‌ها بوده و اثرات منفی اندکی از این ترکیبات گزارش شده است، اما به دلیل اهمیت بالای نرخ بقا در این ماهیان، لازم است جهت بهینه‌سازی دوزهای مصرفی مطالعات تکمیلی انجام گیرد. در این رابطه Chansue و Assawawongkasem به بررسی سمیت عصاره آبی برگ‌های درخت لوز در ماهیان زینتی پرداختند. در این مطالعه میزان LC ۵۰ در ۲۴ ساعت را در سه گونه ماهی زینتی گویی، کپور کوی و جنگجوی سیامی به ترتیب ۶,۲، ۷,۶ و ۸,۶ میلی گرم در میلی لیتر؛ LC ۵۰ در ۴۸ ساعت را به ترتیب ۵,۴، ۷,۰ و ۸,۲ میلی گرم در میلی لیتر؛ LC در ۷۲ ساعت را به ترتیب ۵,۸، ۵,۹ و ۷,۶ میلی گرم در میلی لیتر و LC در ۹۶ ساعت به ترتیب ۵,۶، ۵,۸ و ۷,۰ میلی گرم در میلی لیتر گزارش کردند.

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده:

منابع:

1. Alavinejad, S.S., Kazempoor, R. and Khajehrahimi, A., 2022. Potential protective effect of *Oregano vulgare* on toxic effects of naproxen on brain of Koi fish (*Cyprinus carpio*). *Journal of Ornamental Aquatics*, 9(3), pp.1-9.
2. Amoah, Y.T., Moniruzzaman, M., Lee, S., Bae, J., Won, S., Seong, M. and Bai, S.C.,

2017. Evaluation of different dietary additives based on growth performance, innate immunity and disease resistance in juvenile Amur catfish, *Silurus asotus*. *International Aquatic Research*, 9, pp.351-360.
3. Assefa, A. and Abunna, F., 2018. Maintenance of fish health in aquaculture:

review of epidemiological approaches for prevention and control of infectious disease of fish. *Veterinary medicine international*, 2018(1), p.5432497.

4. Baby Joseph, B.J., Sujatha, S., Shalin, J.J. and Palavesam, A., 2011. Effect of four ornamental flowers on the growth and colouration of orange sword tail *Chicilidae* fish (*Xiphophorus hellerei* Heckel, 19840).

5. Balachandran, N. and Tissera, K., 2013. A study on the effect of using mangrove leaf extracts as a feed additive in the progress of bacterial infections in marine ornamental fish. *Journal of Coastal Life Medicine*, 1(3), pp.217-224.

6. Bandeira Junior, G., Sutili, F.J., Gressler, L.T., Ely, V.L., Silveira, B.P., Tasca, C., Reghelin, M., Matter, L.B., Vargas, A.P.C. and Baldisserotto, B., 2018. Antibacterial potential of phytochemicals alone or in combination with antimicrobials against fish pathogenic bacteria. *Journal of applied microbiology*, 125(3), pp.655-665.

7. Besen, K.P., Melim, E.W.H., da Cunha, L., Favaretto, E.D., Moreira, M. and Fabregat, T.E.H.P., 2019. Lutein as a natural carotenoid source: Effect on growth, survival and skin pigmentation of goldfish juveniles (*Carassius auratus*). *Aquaculture Research*, 50(8), pp.2200-2206.

8. Bhanja, A., Payr, P. and Mandal, B., 2023. Phytobiotics: Response to Aquaculture as Substitute of Antibiotics and other Chemical Additives. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 13(5).

9. Brasil, E.M., Figueredo, A.B., Cardoso, L., Santos, M.D.C., Bertaglia, E.D.A., Furtado, W.E., Viana, J.D.S., Carmo, I.D., Chaves, F.C.M., Mouriño, J.L. and Martins, M.L., 2019. In vitro and in vivo antiparasitic action of essential oils of *Lippia* spp. in koi carp (*Cyprinus carpio*) fed supplemented diets.

10. Chandel, A.K., Narasu, M.L., Chandrasekhar, G., Manikyam, A. and Rao, L.V., 2009. Use of *Saccharum spontaneum* (wild sugarcane) as biomaterial for cell

immobilization and modulated ethanol production by thermotolerant *Saccharomyces cerevisiae* VS3. *Bioresource technology*, 100(8), pp.2404-2410.

11. Chansue, N. and Assawawongkasem, N., 2011. The in vitro antibacterial activity and ornamental fish toxicity of the water extract of Indian almond leaves (*Terminalia catappa* Linn.). *KKU Veterinary Journal*, 18(1), pp.36-45.

12. Chansue, N. and Tangtrongpiros, J., 2005. Effect of dried Indian almond leaf (*Terminalia catappa*) on monogenean parasite of gold fish (*Carassius auratus*). *Wetchasan Sattawaphaet*, 35.

13. Chansue, N. and Tangtrongpiros, J., 2006. Efficacies of dry Indian almond leaf (*Terminalia catappa*) and *Andrographis paniculata* (Burm. F) Wall. Ex Nees Extract on tail regeneration and Hematocrit of Fancy Carp (*Cyprinus carpio* Linn.). *J Thai Vet Med Assoc*, 57(2), pp.52-62.

14. Chansue, N., Mataderm, T. and Suilasuta, A., 2004. Preliminary study of Effects of Dried Indian Almond *Terminalia catappa* leaf on ultrastructural morphology of scale in Siamese Fighting Fish (*Betta splendens*). *Proceeding of Thai Herbal: Opportunities and Alternative way for Agriculture-Animal industries*, pp.15-16.

15. de Carvalho, C.C. and Caramujo, M.J., 2017. Carotenoids in aquatic ecosystems and aquaculture: a colorful business with implications for human health. *Frontiers in Marine Science*, 4, p.93.

16. de Medeiros, P.B., Furtado, W.E., Cardoso, L., Fernandes, M.C., dos Santos, G.G., Lisboa, T.R., Dutra, S.A.P., Costa, D.S., Chaves, F.C.M., Mouriño, J.L.P. and Martins, M.L., 2023. Food supplementation with essential oil of *Lippia sidoides* for *Cyprinus carpio* koi as prevention against *Aeromonas hydrophila*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 51(5), pp.617-628.

- 17.de Moura, L.B., Cavalcante, J.G., Nascimento, E.T.D.S., Silva, I.C.E., Salaro, A.L., Barbas, L.A.L., Veras, G.C. and Campelo, D.A.V., 2022. Dietary Euterpe oleracea essential oil, the Amazon Açaí, as feed additive to Amazonian ornamental fish, during post-larvae growing stage: A preliminary study. *Fishes*, 7(6), p.369.
- 18.Ekman, A., Wallberg, O., Joelsson, E. and Börjesson, P., 2013. Possibilities for sustainable biorefineries based on agricultural residues—A case study of potential straw-based ethanol production in Sweden. *Applied Energy*, 102, pp.299-308.
- 19.FAO., 2019. The ornamental fish trade - globefish research programme - volume 102 GLOBEFISH food and agriculture organization of the united nations (n.d.), <http://www.fao.org/inaction/globefish/publications/details-publication/en/c/347680>.
- 20.Guz, L., Sopinska, A. and Oniszczyk, T., 2011. Effect of Echinacea purpurea on growth and survival of guppy (*Poecilia reticulata*) challenged with *Aeromonas bestiarum*. *Aquaculture Nutrition*, 17(6), pp.695-700.
- 21.Harms, C.A., 1996, April. Treatments for parasitic diseases of aquarium and ornamental fish. In *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* (Vol. 5, No. 2, pp. 54-63). WB Saunders.
- 22.Inama, L., Dirè, S., Carturan, G. and Cavazza, A., 1993. Entrapment of viable microorganisms by SiO₂ sol-gel layers on glass surfaces: Trapping, catalytic performance and immobilization durability of *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of biotechnology*, 30(2), pp.197-210.
- 23.Kaur, S., Kaur, V.I., Holeyappa, S.A. and Khairnar, S.O., 2016. Effect of dietary supplementation of synthetic and natural-carotene on survival, growth and pigmentation in freshwater ornamental koi (*Cyprinus carpio* L.) carp. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 33(4), pp.448-455.
- 24.Kazempoor, R., Alavinezhad, S.S., Pargari, M.M., Shakeri, Y.S. and Haghighi, M.M., 2022. A review on the application of phytogenics as feed additives for aquatic animals. *International Journal of Aquatic Research and Environmental Studies*, 2(2), pp.46-78.
- 25.Kurnia, A., Nur, I., Muskita, W.H., Hamzah, M., Iba, W., Patadjai, R.S., Balubi, A.M. and Kalidupa, N., 2019. Improving skin coloration of koi carp (*Cyprinus carpio*) fed with red dragon fruit peel meal. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 12(4), pp.1045-1053.
- 26.Lê, H.V., Pham, L.V.B., Vo, B.N.H., Le, N.T.H., Nguyen, Q.H., Luu, P.V., Huynh, T.D., Nguyen, K.D. and Nguyen, N.H., 2024. Novel application of orange marigold flower petal (*Tagetes erecta* L.) as a dietary supplement to improve skin redness of Koi carps (*Cyprinus carpio* L.). *VNUHCM Journal of Engineering and Technology*, 7(1), pp.2167-2176.
- 27.Levy, G., Zilberg, D., Paladini, G. and Fridman, S., 2015. Efficacy of ginger-based treatments against infection with *Gyrodactylus turnbulli* in the guppy (*Poecilia reticulata* (Peters)). *Veterinary parasitology*, 209(3-4), pp.235-241.
- 28.Mohammadiazarm, H., Maniat, M., Ghorbanijezeh, K. and Ghotbeddin, N., 2021. Effects of spirulina powder (*Spirulina platensis*) as a dietary additive on Oscar fish, *Astronotus ocellatus*: Assessing growth performance, body composition, digestive enzyme activity, immune- biochemical parameters, blood indices and total pigmentation. *Aquaculture nutrition*, 27(1), pp.252-260.
- 29.Motlagh, H.A., Safari, O., Selahvarzi, Y., Baghalian, A. and Kia, E., 2020. Non-specific immunity promotion in response to garlic extract supplemented diets in female Guppy (*Poecilia reticulata*). *Fish & shellfish immunology*, 97, pp.96-99.

30. Mousavi, S.N., Mohammadiazarm, H. and Azadbakht, F., 2021. Mucosal Immune Responses and Total Carotenoid Content of Juvenile Male Guppy Fish (*Poecilia Reticulata*) Fed With Different Herbal Supplements.
31. Mousavi, S.N., Mohammadiazarm, H. and Azadbakht, F., 2024. Growth, mucosal immune responses, and total carotenoid content of juvenile red fantail male guppy fish (*Poecilia reticulata*) fed with different herbal supplements. *Journal of Applied Aquaculture*, 36(2), pp.308-320.
32. Naderi, I., Mehdipour, M., Firozbakhsh, F. and Kazempoor, R., 2022. Effect of *Oregano Vulgare* essential oil supplement on growth and histopathological changes of gill and spleen of koi fish (*Cyprinus carpio*) under long-term exposure to naproxen.
33. Nazari, A. and Roozbehani, S., 2015. Influence of fennel *Foeniculum vulgare* extract on fertility, growth rate and histology of gonads on guppy *Poecilia reticulata*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(4), pp.463-469.
34. Nugroho, R.A., Manurung, H., Saraswati, D., Ladyescha, D. and Nur, F.M., 2016. The effects of *Terminalia catappa* L. leaves extract on the water quality properties, survival and blood profile of ornamental fish (*Betta* sp) cultured. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 8(2), pp.240-247.
35. Park, J.J., Bae, J.S., Lee, C.W., Yang, C.Y., Jeong, E.H., Park, K.H., Seo, J.S., Kwon, M.G. and Lee, J.H., 2024. Effects of Marigold Extract and Carophyll Red on Growth, Body Color Development, Antioxidant Properties, and Innate Immunity in the Ornamental Fish Golden Severum (*Heros efasciatus*). *Life*, 14(12), p.1660.
36. Pazira A. Antifungal Effect of Thymus Vulgaris Essence on the Separated Fungals from Koi Fish's Skin (*Cyprinus Carpio* Var. Koi), in Vitro. *JAD* 2017; 11 (2) :13-22.
37. Prut, L. and Belzung, C., 2003. The open field as a paradigm to measure the effects of drugs on anxiety-like behaviors: a review. *European journal of pharmacology*, 463(1-3), pp.3-33.
38. Rajaei, A.H., 2011. Genetic approaches to the analysis of body colouration in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).
39. Rana, S., Al Bari, A., Shimul, S.A., Al Mazed, M. and Al Nahid, S.A., 2023. Enhancement of body coloration of sword-tail fish (*Xiphophorus helleri*): Plant-derived bio-resources could be converted into a potential dietary carotenoid supplement. *Heliyon*, 9(4).
40. Rani, K.U., Latha, C., Pratheeba, M., Dhanasekar, K., Devi, S., Munuswamy, N. and Ramesh, B., 2014. Effect of formulated feeds on growth performance and colour enhancement in the fresh water gold fish *Carrassius auratus* (Linnaeus, 1758). *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 3(9), pp.1117-1133.
41. Rashidian, G., Boldaji, J.T., Rainis, S., Prokić, M.D. and Faggio, C., 2021. *Oregano* (*Origanum vulgare*) extract enhances zebrafish (*Danio rerio*) growth performance, serum and mucus innate immune responses and resistance against *Aeromonas hydrophila* challenge. *Animals*, 11(2), p.299.
42. Rezaeipour, A., Kazempoor, R., Mortazavi, P. and Ghorbanzadeh, A., 2024. Histopathological alterations in adult zebrafish (*Danio rerio*) under acute fluoxetine exposure. *International Journal of Veterinary Research*, 4(2), pp.21-33.
43. Rottmann, R.W., Francis-Floyd, R. and Durborow, R., 1992. The role of stress in fish disease (p. 474). Stoneville, MS: Southern Regional Aquaculture Center.
44. Safari, O., Sarkheil, M. and Paolucci, M., 2019. Dietary administration of ferula (*Ferula asafoetida*) powder as a feed additive in diet of koi carp, *Cyprinus carpio* koi: effects on hemato-immunological parameters, mucosal antibacterial activity,

- digestive enzymes, and growth performance. *Fish Physiology and Biochemistry*, 45, pp.1277-1288.
45. Safari, R., Hoseinifar, S.H., Van Doan, H. and Dadar, M., 2017. The effects of dietary Myrtle (*Myrtus communis*) on skin mucus immune parameters and mRNA levels of growth, antioxidant and immune related genes in zebrafish (*Danio rerio*). *Fish & shellfish immunology*, 66, pp.264-269.
46. Safari, R., Roosta, Z., Vakili, F., Rahmani, E., Hossain, M.S., Raeisi, M., Van Doan, H., Paolucci, M. and Hoseinifar, S.H., 2022. Dietary dragonhead effects on growth, immunity and antioxidant and related genes expression in zebrafish (*Danio rerio*). *Aquaculture Reports*, 27, p.101384.
47. Sahandi, J., Bagherzadeh Lakani, F., Zorriehzahra, M.J. and Shohreh, P., 2023. Effects of Garlic (*Allium sativum*) and Chamomile (*Matricaria chamomilla*) extracts on *Ichthyophthirius multifiliis* parasite in Guppy fish (*Poecilia reticulata*). *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(1), pp.18-28.
48. Saraiva, J.L., Arechavala-Lopez, P., Castanheira, M.F., Volstorf, J. and Heinzpeter Studer, B., 2019. A global assessment of welfare in farmed fishes: The FishEthoBase. *Fishes*, 4(2), p.30.
49. Sirati, R., Khajehrahimi, A.E., Kazempoor, R., Kakoolaki, S. and Ghorbanzadeh, A., 2024. Development, physicochemical characterization, and antimicrobial evaluation of niosome-loaded oregano essential oil against fish-borne pathogens. *Heliyon*, 10(5).
50. Smith, K.F., Schmidt, V., Rosen, G.E. and Amaral-Zettler, L., 2012. Microbial diversity and potential pathogens in ornamental fish aquarium water.
51. Sotoudeh, A. and Yeganeh, S., 2017. Effects of supplementary fennel (*Foeniculum vulgare*) essential oil in diet on growth and reproductive performance of the ornamental fish, Convict cichlid (*Cichlasoma nigrofasciatum*). *Aquaculture Research*, 48(8), pp.4284-4291.
52. Steiner, T. and Syed, B., 2015. Phyto-genic feed additives in animal nutrition. *Medicinal and aromatic plants of the world: Scientific, production, commercial and utilization aspects*, pp.403-423.
53. 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), pp.27-44.
54. Thomas, G.S., Nair, G. and Subramanian, A., 2020. Effect of formulated feeds on growth performance and pigmentation in ornamental fishes-A cohort study. *Oceanography & Aquaculture Res*, 1(1), pp.1-3.
55. Toranzo, A.E., Romalde, J.L., Magariños, B. and Barja, J.L., 2009. Present and future of aquaculture vaccines against fish bacterial diseases.
56. Treit, D. and Fundytus, M., 1988. Thigmotaxis as a test for anxiolytic activity in rats. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 31(4), pp.959-962.
57. Vallejos-Vidal, E., Reyes-López, F., Teles, M. and MacKenzie, S., 2016. The response of fish to immunostimulant diets. *Fish & shellfish immunology*, 56, pp.34-69.
58. Wagde, M.S., Sharma, S.K. and Sharma, B.K., 2018. Effect of natural β -carotene sources-Carrot (*Daucus carota*) and Spinach (*Spinacia oleracea*) on the growth of an ornamental fish-sword tail (*Xiphophorus hellerii*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(5), pp.2112-2115.
59. Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C. and Kroismayr, A., 2008. Use of phyto-genic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of animal science*, 86(suppl_14), pp.E140-E148.
60. Yeşilayer, N., Mutlu, G. and Yıldırım, A., 2020. Effect of nettle (*Urtica* spp.), marigold (*Tagetes erecta*), alfalfa (*Medicago sativa*) extracts and synthetic xanthophyll

(zeaxanthin) carotenoid supplementations into diets on skin pigmentation and growth parameters of electric yellow cichlid (*Labidochromis caeruleus*). *Aquaculture*, 520, p.734964.

61.Yılmaz, E., Çek, Ş. and Mazlum, Y., 2009. The effects of combined phytoestrogen administration on growth performance, sex differentiation and body composition of sharptooth catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9(1).

62.Yuli, A., Muhamad, D.C., Yaya, R. and Dikdik, K., 2024. Role of antioxidants in the pigmentation of ornamental fishes. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 23(3), pp.389-407.

63.Zago, D.C., Santos, A.C., Lanes, C.F., Almeida, D.V., Koakoski, G., de Abreu, M.S., Zeppenfeld, C.C., Heinzmann, B.M., Marins, L.F., Baldisserotto, B. and Barcellos, L.J., 2018. *Aloysia triphylla* in the zebrafish food: effects on physiology, behavior, and growth performance. *Fish physiology and biochemistry*, 44, pp.465-474.

64.Zareen , M.K., Muhammad Sultan H., Nasim A., Sadia F., and Adeela H., 2023. Effect of *Foeniculum Vulgare* Mingled Diet Upon Growth, Reproduction and Spawning Performance of Guppy Fish. *Asian Journal of Research in Zoology* 6 (4):88-99. <https://doi.org/10.9734/ajriz/2023/v6i4126>.

65.Zhang, R., Wang, X.W., Liu, L.L., Cao, Y.C. and Zhu, H., 2020. Dietary oregano essential oil improved the immune response, activity of digestive enzymes, and intestinal microbiota of the koi carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 518, p.734781.