

مقاله مروری:

بررسی تاثیر بهداشت خوراک بر آبزیان زینتی

رضا بایی لاشکی^۱، سید سهیل قائم مقامی^{۲*}

*soheil_ghaem@yahoo.com

۱- گروه بهداشت خوراک دام، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- موسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: فروردین ۱۴۰۳

چکیده

مطالعات گذشته نگر نشان می دهد که غذای آبزیان نقش اساسی در سلامتی گونه های مختلف آبزیان زینتی و پرورشی خواهد داشت. آلاینده های موجود در غذای ماهیان پرورشی می تواند خطرات سلامتی را از طریق زنجیره غذایی بر سلامت انسان داشته باشد. تاثیر آلودگی مواد خوراکی بر پرورش آبزیان بویژه ماهیان زینتی یک موضوع با چند نگرش پیرامون آن است که شامل کمبودهای تغذیه ای، حساسیت به بیماری، اثرات محیط زیستی و نهایتا پیامدهای اقتصادی در سیستم های نگهداری آبزیان می باشد. ماهی های زینتی مانند ماهی قرمز و گویی به کیفیت غذای خود و شرایط آبی حاصله که در آن نگهداری می شوند، حساس هستند. کنترل کیفیت خوراک آبزیان نه تنها برای رشد و نمو آبی بلکه بر سلامت کلی اکوسیستم های آبی موثر است. بایستی توجه داشت که فرمولاسیون خوراک ماهی نقش مهمی در حفظ سلامتی ایفاء می کند، زیرا رژیم غذایی نامناسب می تواند منجر به هدر رفت پاره ای از اقلام جیره خوراکی شود. امروزه افزایش تقاضا جهت استفاده از منابع پروتئین حیوانی منجر به افزایش تولیدات آن گشته و در نتیجه بایستی تمرکز بیشتری بر سلامت، کیفیت و ایمنی خوراک آبزیان پرورشی انجام گیرد. نکته مهم دیگر سلامت و بهداشت آب بعنوان یکی از منابع خوراکی آبزیان می باشد، زیرا آلودگی آبها تهدیدهای قابل توجهی برای ماهیان داشته و بر سلامت، رشد و رفاه کلی آنها تأثیرات طولانی مدتی می گذارد. کیفیت آب در آکواریوم ها برای بقاء گونه های ماهیان زینتی بسیار مهم است، چون به طور مستقیم بر پاسخ های فیزیولوژیک و رفتاری آنها تأثیر می گذارد. در این مقاله به بررسی مطالعاتی در خصوص آلودگی خوراک آبزیان زینتی پرداخته می شود. همچنین به منابع آلودگی، انواع و اثرات آلاینده های مختلف خوراک آبزیان بر سلامتی آبزیان زینتی و در نهایت به بحث پایداری آبی پروری و اثرات بیولوژیک بر ماهیان پرداخته می شود.

کلمات کلیدی: بهداشت خوراک آبزیان، ماهیان زینتی، سلامت، آلودگی

مقدمه

مطالعات نشان داده‌اند که خوراک‌های آبی‌پروری به‌ویژه آنهایی که از پودر ماهی و روغن ماهی تهیه می‌شوند، عامل مهم برای انتقال آلاینده‌های محیطی مانند متیل جیوه، بی‌فنیل‌های پلی‌کلره (PCBs) و دی‌فنیل‌اترها (PBDEs) به ماهی‌های پرورشی هستند (Mantovani, 2015). این آلاینده‌ها می‌توانند بر رشد ماهی تأثیر منفی بگذارند و در صورت مصرف ماهی‌های آلوده خطرانی را برای سلامتی انسان ایجاد کنند. سازمان جهانی غذا و کشاورزی (فائو) از کاهش شدید استفاده از پودر و روغن ماهی در خوراک‌های آبی‌پروری برای حفاظت از منابع طبیعی دریایی حمایت می‌کند (Sicuro, 2017).

انتقال عوامل بیماری‌زا از طریق خوراک آلوده می‌تواند مسائل بهداشتی را در ماهیان زینتی تشدید کند. تجارت ماهی‌های زینتی با گسترش بیماری‌هایی مرتبط است که می‌تواند مخازنی را در جمعیت‌های وحشی ایجاد کرده و مدیریت بیماری را پیچیده‌تر کند. بعنوان مثال شیوع بیماری جمعیت‌های ماهی قرمز استرالیا به دنبال واردات گونه‌های زینتی آلوده مشاهده شده است (Rimmer et al., 2015). این امر اهمیت اقدامات ایمنی زیستی در تجارت ماهیان زینتی را برای جلوگیری از ورود پاتوژن‌هایی که می‌توانند در محیط‌های آبی‌پروری رشد کنند، برجسته می‌کند.

نکته مهم این‌که تأثیر زیست‌محیطی آلودگی خوراک را نمی‌توان نادیده گرفت. تجمع آلاینده‌ها، از جمله فلزات سنگین و آلاینده‌های آلی، در سیستم‌های آبی خطر قابل‌توجهی برای سلامت ماهی و اکوسیستم دارد. مطالعات نشان داده‌اند که ماهی‌های زینتی می‌توانند این آلاینده‌ها را به صورت زیستی انباشته کنند که می‌تواند منجر به اثرات سمی نه‌تنها بر ماهی بلکه بر مصرف‌کنندگان این ماهی‌ها از جمله انسان شود (Venkateswarlu and Venkatrayulu, 2020). پیامدهای چنین تجمع زیستی بر ضرورت قوانین سختگیرانه در مورد کیفیت خوراک و منابع مواد مورد استفاده در رژیم غذایی ماهیان زینتی تأکید می‌کند.

ماهیت انسان محوری آبی‌پروری زینتی اغلب منجر به اعمالی می‌شود که کیفیت زیبایی‌شناختی را بر نیازهای فیزیولوژیک ماهی ترجیح می‌دهند (Sicuro, 2017). این قطع ارتباط

می‌تواند منجر به استفاده از افزودنی‌های مصنوعی شود که ممکن است برای ماهیان زینتی بی‌خطر و یا مفید نباشند و اما نیاز ترویج و آموزش بیشتر در مورد پیامدهای انتخاب خوراک بر سلامت ماهی و پایداری محیط‌زیست را داشته باشد. آلودگی‌های ناشی از شیوه‌های آبی‌پروری می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای برای سلامت انسان داشته باشد. مصرف ماهی‌های آلوده می‌تواند منجر به اثرات بهداشتی در سلامتی انسان شود (مسمومیت با فلزات سنگین و مقاومت آنتی‌بیوتیک به دلیل تجمع این مواد در بافت ماهی). خطرات سلامتی مرتبط با مصرف ماهی‌های آلوده، نظارت دقیق و تنظیم شیوه‌های آبی‌پروری را برای تضمین ایمنی غذا و سلامت عمومی ضروری می‌کند (Cabello et al., 2013; Utomo et al., 2020).

تأثیر مواد خوراکی جیره در آبزیان

ترکیبات غذایی خوراک ماهیان زینتی برای سلامتی و رشد ماهیان حیاتی است. یک جیره متعادل برای عملکردهای فیزیولوژیک مطلوب، از جمله رشد و تولید مثل ضروری می‌باشد. مواد مغذی بیش از حد در جیره‌ها می‌تواند گاهی منجر به رشد ضعیف آبزیان شود. کاهش کیفیت آب به دلیل افزایش محصولات حاصل از تجزیه متابولیکی در این رژیم‌های غذایی تشدید می‌شود. فرمولاسیون رژیم‌های غذایی با پروفایل اسید آمینه حیاتی می‌باشد، سطوح اضافی اسیدهای آمینه ضروری می‌تواند منجر به افزایش دفع آمونیاک شود، در نتیجه کیفیت آب در سیستم‌های آکواریوم بسته را به خطر می‌اندازد (Snellgrove and Alexander, 2011). این امر رابطه پیچیده بین ترکیب خوراک، سلامت ماهی و پایداری محیطی را کاملاً برجسته می‌کند. شیوه‌های تغذیه به کار گرفته شده در آبی‌پروری نیز نقش مهمی در تعیین میزان آلودگی خوراک دارند. میزان تغذیه بیش از حد می‌تواند منجر به ضایعات اضافی خوراک شود که در آب تجزیه می‌شود و در نتیجه شکوفه‌های جلبکی مضر ایجاد شده و کیفیت آب بدتر می‌شود. این به نوبه خود با ایجاد شرایط کم اکسیژن و افزایش سطح استرس در بین جمعیت ماهی بر سلامت ماهی تأثیر می‌گذارد (Wuraola and Omodara, 2014). برعکس، تغذیه ناکافی می‌تواند منجر به رقابت بین ماهی‌ها برای منابع محدود شود که منجر به توقف رشد و افزایش استرس می‌شود، که می‌تواند سیستم ایمنی آنها را به خطر بیندازد. بنابراین، دستیابی به تعادل در شیوه‌های

تغذیه برای حفظ سلامت ماهی و به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی ضروری است.

نکته مهم تر این که استفاده از افزودنی های رنگی در خوراک ماهیان زینتی نگرانی های سلامتی را افزایش داده است. پیامدهای استفاده از چنین افزودنی هایی فراتر از خود ماهی است، زیرا می توانند بر سلامت کلی محیط های آبی نیز تأثیر بگذارند. برای مثال، کارمین نیل و اریتروزین از رنگ های مورد استفاده در غذای ماهی میباشند، که سطح ایمنی آنها مورد بررسی دقیق قرار گرفته است. سازمان ایمنی غذای اروپا (EFSA) حداکثر سطوح ایمن را برای این مواد افزودنی تعیین کرده است و سالانه در جداول مشخص و بعنوان استانداردهای بهداشتی اعلام می کند. در حالی که این مساله بیانگر آن است که می توانند جذابیت زیبایی شناختی ماهی های زینتی را افزایش دهند، باید با احتیاط از آنها برای جلوگیری از سمیت های احتمالی استفاده شوند (Feed, 2015; Additives et al., 2019).

علاوه بر این، افزودنی های خاص و مواد طبیعی می تواند رنگ و جذابیت کلی زیبایی شناسی ماهی های زینتی را افزایش دهد که عامل مهمی در بازارپسندی آنهاست. مطالعات نشان داده اند که مکمل های غذایی (کاروتنوئیدها) از منابع طبیعی، می توانند رنگدانه ها را در ماهی بهبود بخشند و آنها را برای مصرف کنندگان جذاب تر کنند. این جنبه از کیفیت خوراک به ویژه در صنعت ماهیان زینتی که در آن جذابیت بصری در اولویت بوده، مرتبط است

امروزه نقش افزودنی های خوراک به ویژه افزودنی های خوراکی میکروبی مانند پروبیوتیک ها، پری بیوتیک ها و سین بیوتیک ها، به عنوان وسیله ای برای افزایش سلامت ماهی و کاهش بروز بیماری ها مورد توجه قرار گرفته است. این افزودنی ها می توانند سلامت روده را بهبود بخشند، جذب مواد مغذی را افزایش داده و استرس را در حین حمل و نقل کاهش دهند و در نهایت به رشد و بقا بهتر ماهی های زینتی کمک کنند. ادغام چنین شیوه های پایدار در فرمولاسیون خوراک می تواند به رفع چالش های ناشی از آلودگی و ارتقاء سلامت کلی جمعیت های ماهی های زینتی کمک کند.

نیازهای تغذیه ای ماهی های زینتی اغلب به درستی درک نشده است که منجر به استفاده از خوراک های غیر بهینه می شود که ممکن است نیازهای متابولیک آنها را برآورده نکنند. این نارسایی می تواند منجر به نرخ رشد ضعیف، افزایش حساسیت به

بیماری ها و در نهایت میزان مرگ و میر بالاتر شود (Velasco-Santamaría and Corredor-Santamaría, 2011). برای مثال، مطالعه نشان می دهد که رشد و رنگدانه ماهیان زینتی مانند گویی فنتیل به طور قابل توجهی تحت تأثیر کیفیت خوراک ارائه شده است. علاوه بر این، اطلاعات تغذیه ای موجود برای ماهی های زینتی اغلب از مطالعات بر گونه های غیرزینتی استخراج می شود که ممکن است دقیقاً نیازهای خاص گونه های زینتی را منعکس نکند (Sicuro, 2011; Velasco-Santamaría and Corredor-Santamaría, 2011).

تولید خوراک های جایگزین که از نظر تغذیه کافی و زیست محیطی پایدار باشند، برای صنعت ماهیان زینتی ضروری است. نوآوری ها در فرمولاسیون خوراک، مانند استفاده از تقویت کننده های رنگ طبیعی مانند کاروتنوئیدهای پوست هویج، در بهبود کیفیت زیبایی شناختی ماهی های زینتی و در عین حال کاهش بالقوه هزینه های خوراک، نویدبخش بوده است (Rauf, 2024). علاوه بر این، ادغام پروبیوتیک ها در رژیم غذایی ماهی برای افزایش رشد و رنگ آمیزی، حمایت بیشتر از سلامت گونه های زینتی نشان داده شده است (Mv, 2020). این پیشرفت ها نه تنها کیفیت زندگی ماهیان زینتی را بهبود می بخشد بلکه به کاهش رد پای زیست محیطی شیوه های پرورش ماهی نیز کمک می کند.

یکی از عوامل اولیه موثر در رشد ماهیان زینتی، میزان پروتئین موجود در رژیم غذایی آنها است. مطالعات نشان داده اند که رژیم های غذایی با سطوح پروتئین بهینه می تواند منجر به بهبود عملکرد رشد و سلامت کلی در گونه های مختلف ماهی های زینتی شود. برای مثال، Shahin و Gürkan (2022) دریافتند که سطوح پروتئین رژیم غذایی مستقیماً بر رشد، بافت شناسی و فعالیت آنزیم های گوارشی ماهی زینتی *Ancistrus cirrhosus* تأثیر می گذارد. اهمیت پروتئین نشان داد که نرخ های تغذیه خاص همسو با وزن ماهی می تواند معیارهای رشد مانند افزایش طول و افزایش وزن را بهینه کند، بیشتر تأکید می شود.

علاوه بر پروتئین، نوع خوراک (زنده، یا آماده یا تجاری) نیز بر عملکرد رشد تأثیر می گذارد. نقش خوراک های زنده (کرم های لوله ای)، در افزایش رشد لارو ماهی های زینتی به دلیل مشخصات غذایی غنی آنها که شامل کربوهیدرات ها، لیپیدها و پروتئین هاست، تأکید می شود. تجزیه و تحلیل مقایسه ای خوراک های زنده و تجاری نشان می دهد که در حالی که خوراک های تجاری راحت هستند، خوراک های زنده اغلب مزایای

تغذیه‌ای برتری را ارائه می‌کنند که می‌تواند منجر به رشد و نتایج سلامت بهتر شود.

علاوه‌براین، فرمولاسیون خوراک حیاتی است. Velasco-Santamaría و Corredor-Santamaría (۲۰۱۱) خاطرنشان کردند که یک رژیم غذایی خوب فرموله شده نه تنها نیازهای متابولیک ماهیان زینتی را برآورده می‌کند بلکه قابلیت هضم مواد مغذی را نیز بهبود می‌بخشد. در نتیجه، ضایعات و آلودگی آب را در سیستم‌های آبی‌پروری کاهش می‌دهد. این امر به‌ویژه در سیستم‌های بسته مهم است؛ جایی که کیفیت آب می‌تواند به سرعت در صورت عدم مدیریت صحیح تغذیه بدتر شود. تعادل مواد مغذی، از جمله اسیدهای آمینه ضروری، حیاتی است، زیرا سطوح اضافی می‌تواند منجر به افزایش دفع آمونیاک شود که بر کیفیت آب و سلامت ماهی تأثیر منفی می‌گذارد (Snellgrove and Alexander, 2011).

تأثیر کیفیت خوراک فراتر از رشد است و نرخ بقاء را نیز شامل می‌شود. خوراک با کیفیت بالا می‌تواند انعطاف‌پذیری ماهیان زینتی را در برابر بیماری‌ها و عوامل استرس‌زا افزایش دهد. برای مثال، استفاده از فناوری بیوفلوک در پرورش ماهیان زینتی همان‌طوری‌که Deocampo و همکاران (۲۰۲۲) بررسی کردند، اثرات مثبتی بر کیفیت آب و استفاده از خوراک نشان داده است که به نوبه خود از رشد و بقاء بهتر حمایت می‌کند. این فناوری یک رویکرد پایدار برای پرورش ماهی را ترویج می‌کند که کیفیت خوراک و نگرانی‌های زیست‌محیطی را مورد توجه قرار می‌دهد. علاوه‌براین، گنجاندن افزودنی‌های خاص و مواد طبیعی می‌تواند رنگ و جذابیت کلی زیبایی‌شناسی ماهی‌های زینتی را افزایش دهد که عامل مهمی در بازارپسندی آنهاست. مطالعات نشان داده‌اند که مکمل‌های غذایی (کاروتنوئیدها) از منابع طبیعی، می‌توانند رنگدانه‌ها را در ماهی بهبود بخشند و آنها را برای مصرف‌کنندگان جذاب‌تر کنند. این جنبه از کیفیت خوراک به‌ویژه در صنعت ماهیان زینتی که در آن جذابیت بصری در اولویت بوده، مرتبط است.

آلودگی‌های خوراک آبزیان

به جز آلاینده‌های شیمیایی، آلودگی میکروبی یکی دیگر از نگرانی‌های مهم در تغذیه ماهیان زینتی است. استرس مرتبط با حمل‌ونقل و حمل ماهی‌های زینتی می‌تواند منجر به سرکوب سیستم ایمنی شود و آنها را مستعد ابتلا به عفونت‌ها کند. این امر بر اهمیت حفظ استانداردهای بالای بهداشت و امنیت زیستی

در تجارت ماهی‌های زینتی برای کاهش خطرات مرتبط با آلودگی میکروبی تأکید می‌کند.

علاوه‌براین، پیامدهای ناشی از کاهش سیستم ایمنی در جلوگیری از بیماری‌های آبزیان را بدنبال آلودگی خوراک را نمی‌توان نادیده گرفت. صنعت ماهیان زینتی با ارزش‌های زیبایی‌شناسی هدایت می‌شود و رنگ ماهی‌ها به طور قابل توجهی بر ارزش بازار آنها تأثیر می‌گذارد لکن تأثیرات این مواد بر عملکرد سیستم دفاعی موجود زنده تا حدی ناشناخته است و اغلب پرورش دهندگان به تغذیه ماهی با رنگدانه‌های تقویت‌کننده رنگ متوسل می‌شوند تا خواسته‌های مصرف‌کننده را برآورده کنند که می‌تواند منجر به اتکاء بیش از حد به افزودنی‌های مصنوعی شده است. این عمل سؤالاتی را در مورد پایداری طولانی مدت چنین رویکردهایی و خطرات بالقوه مرتبط با استفاده بیش از حد از رنگ‌های مصنوعی ایجاد می‌کند.

در مبحث آلودگی خوراک در درجه اول بایستی به منابع آلاینده‌های خوراک توجه شود در این راستا استفاده از مواد خام آلوده در تولید خوراک آبزیان اولین قدم در ایجاد آلودگی در غذای آبزیان است. بسیاری از تولیدکنندگان خوراک تجاری از استانداردهای کیفی سختگیرانه پیروی نمی‌کنند که این امر منجر به حضور ترکیب فلزات سنگین و سایر مواد سمی در خوراک ماهی می‌شود. این فلزات آلاینده‌های محیطی پایداری هستند که در بافت‌های ماهی تجمع می‌یابند و خطراتی را نه تنها برای سلامت ماهی بلکه برای مصرف‌کنندگان انسان نیز به همراه دارند. برای مثال، مطالعات نشان داده‌اند که ماهی‌هایی که با خوراک آلوده تغذیه می‌شوند، سطوح بالایی از فلزات سنگین را در بافت‌های عضلانی خود نشان می‌دهند که می‌تواند منجر به اثرات سیتوتوکسیک، جهش‌زا و سرطان‌زایی شود (Ben et al., 2021).

وجود آلاینده‌های آلی پایدار (POPs) مانند بی‌فنیل‌های پلی کلره (PCB) در خوراک ماهی با اثرات نامطلوب سلامتی در ماهی مرتبط هست. تحقیقات نشان می‌دهد که این ترکیبات می‌توانند از طریق زنجیره غذایی بزرگ‌نمایی شده و منجر به غلظت‌های بالاتر در گونه‌های ماهی‌های شکارچی شوند (Jacobs and Schepens, 2002). تجمع چنین آلاینده‌هایی در بافت‌های ماهی می‌تواند منجر به مسائل مختلف سلامتی (اختلال غدد درون ریز، اختلال در سیستم ایمنی، و افزایش حساسیت به بیماری‌ها)، شود (Belicheva and Sharova, 2015). تأثیر این آلاینده‌ها به‌ویژه در گونه‌های پرورشی مشهود

است جایی که شیوه‌های تغذیه کنترل شده می‌تواند منجر به غلظت بالاتری از آلاینده‌ها در مقایسه با جمعیت‌های وحشی شود.

امروزه تجارت ماهی‌های زینتی به طور قابل توجهی در آکواریوم‌های خانگی رشد کرده است به‌طوری‌که بسیاری از افراد ماهی را برای مزایای تفریحی / درمانی نگهداری می‌کنند. با این حال، خطرات بالقوه مرتبط با ماهی‌های آلوده و آب آکواریوم باید تبیین شود. بیماری‌های (زئونوز) قابل انتقال مشترک بین انسان و آبزیان بویژه مرتبط با ماهی‌های زینتی می‌توانند خطرات سلامتی را برای انسان‌ها و افرادی که اغلب با آب آکواریوم در تعامل هستند، به‌همراه داشته باشد.

آموزش ذی‌نفعان در صنعت آبی‌پروری در مورد خطرات مرتبط با مدیریت نامناسب غذای آبزیان و آلودگی‌های میکروبی/شیمیایی می‌تواند شیوه‌های پایدارتری را بروز رسانی کند که از سلامت ماهی و انسان محافظت نمایند (Cabello et al., 2013).

تأثیر بهداشت آب

آلودگی میکروبی یکی دیگر از جنبه‌های مهم کیفیت آب است که می‌تواند ماهی‌های زینتی را به شدت تحت تأثیر قرار دهد. میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا می‌توانند در آکواریوم‌ها تکثیر شوند به‌ویژه زمانی که اقدامات بهداشتی کافی نباشد. تمیز کردن و نگهداری منظم محیط آکواریوم برای به حداقل رساندن خطر شیوع بیماری ضروری است. برای مثال، بر اهمیت حفظ بهداشت و سلامت آب از طریق اقدامات بهداشتی موثر تأکید می‌کند که می‌توانند به طور قابل توجهی استرس را در ماهی کاهش دهد و از ضررهای مالی به تولیدکنندگان به دلیل بیماری جلوگیری کند (Mawa et al., 2021).

همچنین ورود آلاینده‌هایی مانند آمونیاک، نیتريت‌ها و نیترات‌ها از مواد غذایی نخورده و ضایعات ماهی می‌تواند منجر به شرایط سمی در آکواریوم شود. این آلاینده‌ها می‌توانند باعث مشکلات شدید سلامتی، از جمله اختلالات تنفسی و حتی مرگ و میر در ماهیان زینتی شوند. بنابراین، برای صاحبان آکواریوم ضروری است که نظارت منظم و استراتژی‌های مدیریت کیفیت آب را برای کاهش این خطرات اجرا کنند (Sohail, 2023).

یکی از نگرانی‌های اولیه در مورد آلودگی آب، وجود فلزات سنگین در آب است که می‌تواند اثرات سمی بر ماهی داشته باشد. فلزات سنگین (سرب، مس، آهن و کادمیوم) در بافت ماهی

انباشته می‌شوند که منجر به مسائل مختلف سلامتی، از جمله استرس اکسیداتیو و تغییرات در فعالیت‌های متابولیک می‌شود. برای مثال، مطالعات نشان داده‌اند که قرار گرفتن در معرض فلزات سنگین می‌تواند منجر به تغییرات قابل توجهی در شاخص‌های خونی شود که نشان‌دهنده به خطر افتادن سلامت در جمعیت‌های ماهی است (احمد و همکاران، ۲۰۲۲؛ Venkateswarlu and Venkatrayulu, 2020). تجمع زیستی این فلزات نه تنها ماهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد بلکه از طریق زنجیره غذایی خطراتی را برای سلامت انسان به‌همراه دارد، زیرا انسان ماهی‌های آلوده را مصرف می‌کند (Venkateswarlu and Venkatrayulu, 2020). بنابراین، سلامت ماهیان زینتی به عنوان یک شاخص حیاتی برای سلامت اکوسیستم آبی عمل کرده و نیاز به اقدامات کنترل آلودگی سختگیرانه را برجسته می‌کند.

اهمیت در تجارت جهانی

تجارت ماهی‌های زینتی به معرفی پاتوژن‌های عجیب و غریب و گونه‌های مهاجم کمک می‌کند که می‌تواند اکوسیستم‌های محلی را مختل کرده و چالش‌های بیشتری را برای مدیریت سلامت ماهی ایجاد کند. برداشت غیرقانونی ماهی‌های وحشی برای تجارت آکواریومی می‌تواند منجر به بهره‌برداری بیش از حد و عدم تعادل زیست‌محیطی شود و اثرات آلودگی آب بر جمعیت ماهی‌های زینتی را تشدید کند (Sosnowski and Weis, 2020).

همچنین این تجارت ماهی‌های زینتی، خود به گسترش آلودگی آبزیان از طریق اعمالی مانند بهره‌برداری بیش از حد و معرفی گونه‌های غیر بومی به اکوسیستم‌های محلی کمک می‌کند. صید و حمل و نقل ماهیان زینتی صید شده وحشی می‌تواند منجر به ورود پاتوژن‌ها و آلاینده‌ها به محیط‌های جدید شود و به طور بالقوه اکوسیستم‌های آبی محلی را مختل کند (Sandilyan, 2019; King, 2016). علاوه بر این، انتشار ماهی‌های زینتی در آبهای طبیعی می‌تواند مشکل گونه‌های مهاجم را تشدید کند و جمعیت ماهیان بومی و تنوع زیستی را بیشتر تهدید کند (Murray and Watson, 2014). این امر نیاز به اقدامات مسئولانه در صنعت ماهیان زینتی برای به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی و ارتقاء پایداری را برجسته می‌کند.

علاوه بر اثرات مستقیم آلودگی بر سلامت ماهی، پیامدهای گسترده تری برای سلامت و رفاه انسان نیز وجود دارد. تجارت

ماهی‌های زینتی به طور قابل توجهی رشد کرده است به طوری که بسیاری از افراد ماهی را در آکواریوم های خانگی برای مزایای درمانی نگهداری می کنند. با این حال، خطرات بالقوه مرتبط با ماهی‌های آلوده و آب آکواریوم باید تایید شود. بیماری‌های زئونوز مرتبط با ماهی‌های زینتی می‌توانند خطرات سلامتی را برای انسان‌ها به‌ویژه افرادی که اغلب با آب آکواریوم در تعامل هستند، به‌همراه داشته. بنابراین، درک ارتباط متقابل سلامت ماهی، بهداشت محیط و سلامت انسان برای ترویج یک رویکرد جامع به مدیریت اکوسیستم آبی ضروری است.

بررسی سلامت ماهی

تجمع آلاینده‌ها در بافت‌های ماهی یک نگرانی حیاتی است به‌ویژه که این آلاینده‌ها می‌توانند وارد زنجیره غذایی شوند و در صورت مصرف خطرانی را برای سلامت انسان به‌همراه داشته باشند. برای مثال، آنتی‌بیوتیک‌ها و افزودنی‌های شیمیایی مورد استفاده در آبی‌پروری می‌توانند در ماهی‌ها تجمع پیدا کنند که منجر به خطرات بالقوه سلامتی برای مصرف‌کنندگان می‌شود. این تجمع زیستی با حمل و نقل آلاینده‌ها در آبهای ساحلی تشدید می‌شود که می‌تواند بر سلامت کلی اکوسیستم‌های دریایی و ایمنی غذاهای دریایی تأثیر بگذارد. علاوه‌براین، وجود فلزات سنگین در محیط‌های آبی که اغلب ناشی از تخلیه‌های صنعتی و فاضلاب تصفیه‌نشده است، خطرات قابل توجهی برای سلامت ماهی به‌همراه دارد. فلزات سنگین می‌توانند از طریق زنجیره غذایی بزرگمایی شوند که منجر به اثرات مضر بر فیزیولوژی و رفتار ماهی می‌شود، از جمله اختلال در تغذیه و موفقیت باروری (Authman et al., 2015; Venkateswarlu and Venkatrayulu, 2020).

علاوه‌براین، سلامت ماهی را می‌توان از طریق نشانگرهای مختلفی که نشان‌دهنده وجود آلاینده‌ها و اثرات آنها بر فیزیولوژی ماهی است، پایش کرد. برای مثال، بررسی‌های بافت‌شناسی بافت‌های ماهی می‌تواند تغییراتی را در عملکرد آبشش، کبد و کلیه به دلیل قرار گرفتن در معرض آلاینده‌های شیمیایی نشان دهد. چنین نشانگرهای زیستی برای ارزیابی وضعیت سلامت ماهی در محیط‌های آلوده ضروری هستند و می‌توانند شیوه‌های مدیریتی را برای کاهش اثرات آلودگی خوراک آگاه کنند (Belicheva and Sharova, 2015).

اثرات آلودگی خوراک فراتر از سلامت مستقیم ماهی است. آنها همچنین بر کیفیت آب و اکوسیستم گسترده تر تأثیر می‌گذارند.

تخلیه ضایعات آبی‌پروری (خوراک نخورده و فضولات ماهی)، به بارگیری مواد مغذی در سیستم‌های آبی کمک می‌کند و منجر به اوتروفیکاسیون می‌شود. این فرآیند می‌تواند منجر به شرایط هیپوکسیک شود که برای ماهی‌ها و سایر موجودات آبی مضر است. مطالعات نشان داده اند که مواد آلی و مواد مغذی حاصل از پساب های آبی‌پروری می‌توانند به طور قابل توجهی کیفیت آب را تغییر دهند و بر رشد و بقا جمعیت ماهی تأثیر بگذارند (Herbeck et al., 2014). علاوه‌براین، انباشت نیتروژن و فسفر از خوراک نخورده می‌تواند منجر به افزایش تقاضای اکسیژن شیمیایی و بیولوژیک در بدنه‌های آبی شود که بر زندگی آبزیان بیشتر تأکید می‌کند (Chatvijitkul et al., 2017; Jong, 2024).

کنترل آلودگی خوراک

مدیریت شیوه‌های تغذیه در کاهش اثرات آلودگی خوراک بسیار مهم است. تغذیه بیش از حد نه تنها منجر به ضایعات شده بلکه رقابت بین ماهی‌ها را برای منابع محدود افزایش می‌دهد و در نتیجه باعث توقف رشد و افزایش نرخ مرگ و میر می‌شود (Helmizuryani, 2022; Lee, 2023). اجرای استراتژی‌های تغذیه دقیق می‌تواند رفاه ماهی را افزایش دهد، نرخ رشد را بهبود بخشد و آلودگی محیط زیست را کاهش دهد. برای مثال، استفاده از سیستم‌های تغذیه هوشمند که رفتار تغذیه ماهی را نظارت می‌کند، می‌تواند استفاده از خوراک را بهینه کند و در نتیجه ضایعات و اثرات زیست‌محیطی مرتبط با آن را به حداقل برساند. چنین پیشرفت‌های فناوری برای شیوه‌های آبی‌پروری پایدار که سلامت ماهی و یکپارچگی زیست‌محیطی را در اولویت قرار می‌دهند، حیاتی هستند.

پیامدهای اکولوژیک آلودگی خوراک نیز در تغییر زیستگاه های آبی مشهود است. اوتروفیکاسیون ناشی از رواناب مواد مغذی می‌تواند منجر به تکثیر شکوفه‌های مضر جلبکی شود که می‌تواند سموم مضر برای ماهی‌ها و سایر موجودات آبی تولید کند (Saikku and Asmala, 2010; Herbeck et al., 2014). این شکوفه‌ها می‌توانند شبکه غذایی را مختل کنند و منجر به کاهش جمعیت ماهی و تنوع زیستی شوند. تخریب زیستگاه های آبی نه تنها بر سلامت ماهی تأثیر می‌گذارد بلکه بر معیشت جوامعی که برای امرار معاش به ماهیگیری و آبی‌پروری وابسته هستند نیز تأثیر می‌گذارد (Saikku and Asmala, 2010; Guo et al., 2022). بنابراین، رسیدگی به آلودگی خوراک

نه تنها یک ضرورت زیست محیطی بلکه یک ضرورت اجتماعی - اقتصادی است.

نتیجه گیری

اثرات آلودگی خوراک آبزیان بر ماهیان زینتی عمیق و چند وجهی است که شامل کیفیت خوراک، شیوه های تغذیه، وجود آلاینده های محیطی و قابلیت اقتصادی می شود. همچنین ابعاد تغذیه ای، بهداشتی و زیستی را نیز در بر می گیرد. پرداختن به این چالش ها نیازمند یک رویکرد جامع دارد که شامل بخش های زیر است: (۱) توسعه شیوه های تغذیه پایدار (۲) مقررات ایمنی سختگیرانه برای افزودنی های خوراک (۳) تعهد به بهبود سلامت و رفاه کلی ماهیان زینتی (۴) تلاشی هماهنگ از سوی محققان، (۵) آموزش سهامداران صنعت و مصرف کنندگان برای ترویج شیوه های پایدار در پرورش و تجارت ماهی های زینتی است. با اولویت دادن به سلامت و رفاه ماهیان زینتی از طریق بهبود فرمولاسیون خوراک و نظارت بر محیط زیست، این صنعت می تواند آینده پایداری را برای ماهی ها و اکوسیستم هایی که در آنها زندگی می کنند، تضمین کند. صنعت ماهیان زینتی باید تحقیق و نوآوری را در اولویت قرار دهد تا خوراکی هایی ایجاد کند که نه تنها ایمن و مغذی بوده بلکه از نظر زیست محیطی نیز پایدار باشد و طول عمر و سلامت ماهی ها و زیستگاه های آبی آنها را تضمین کند. تجمع فلزات سنگین و آلاینده های آلی در خوراک ماهی خطرات قابل توجهی برای سلامت ماهی به همراه دارد که می تواند از طریق مصرف ماهی های آلوده، بر سلامت انسان اثر داشته باشد. شیوه های آبی پروری پایدار (توسعه منابع غذایی جایگزین و تکنیک های تغذیه دقیق)، برای کاهش اثرات زیست محیطی پرورش ماهی و تضمین سلامت اکوسیستم های آبی ضروری است. تحقیقات و نظارت مداوم برای درک پیامدهای بلندمدت آلودگی خوراک و توسعه استراتژی های مؤثر برای کاهش اثرات کاهش فلزات سنگین و آلاینده های آلی در خوراک ماهی خطرات قابل توجهی برای سلامت ماهی به همراه دارد که می تواند از طریق مصرف ماهی های آلوده، اثرات آبخاری بر سلامت انسان داشته باشد. شیوه های آبی پروری پایدار (توسعه منابع غذایی جایگزین و تکنیک های تغذیه دقیق)، برای کاهش اثرات زیست محیطی پرورش ماهی و تضمین سلامت اکوسیستم های آبی ضروری است. تحقیقات و نظارت مداوم برای درک پیامدهای بلندمدت آلودگی خوراک و توسعه استراتژی های مؤثر برای کاهش اثرات

آن بسیار مهم است. آلودگی های موجود در خوراک آبزیان، شامل میکروارگانیسم های بیماری زا، سموم شیمیایی و فلزات سنگین، می توانند به طور مستقیم بر سلامت آبزیان تأثیر بگذارند. به عنوان مثال، وجود باکتری های مضر در خوراک می تواند باعث عفونت های گوارشی و سایر مشکلات بهداشتی شود. علاوه بر این، مصرف خوراک های آلوده می تواند به تجمع سموم در بافت های بدن آبزیان منجر شود که در نهایت به زنجیره غذایی انسان ها منتقل می شود و تهدیدی برای سلامت عمومی محسوب می شود. در نهایت، تأمین بهداشت خوراک در آبزیان نه تنها به سلامت خود آبزیان کمک می کند، بلکه به حفظ سلامت اکوسیستم های آبی و انسان ها نیز می انجامد. مدیریت شیوه های تغذیه در کاهش اثرات آلودگی خوراک بسیار مهم است. تغذیه بیش از حد نه تنها منجر به ضایعات شده بلکه رقابت بین ماهی ها را برای منابع محدود افزایش می دهد و در نتیجه باعث توقف رشد و افزایش نرخ مرگ و میر می شود (Helmizuryani, 2022; Lee, 2023). اجرای استراتژی های تغذیه دقیق می تواند رفاه ماهی را افزایش دهد، نرخ رشد را بهبود بخشد و آلودگی محیط زیست را کاهش دهد. برای مثال، استفاده از سیستم های تغذیه هوشمند که رفتار تغذیه ماهی را نظارت می کند، می تواند استفاده از خوراک را بهینه کند و در نتیجه ضایعات و اثرات زیست محیطی مرتبط با آن را به حداقل برساند. چنین پیشرفت های فناوری برای شیوه های آبی پروری پایدار که سلامت ماهی و یکپارچگی زیست محیطی را در اولویت قرار می دهند، حیاتی هستند.

منابع

- Additives, E., Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Dusemund, B., Kouba, M., Vettori, M., 2019. Safety of erythrosine for ornamental fish. Efsa Journal, 17(5). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5699>
- Ahmed, I., Zakiya, A. and Fazio, F., 2022. Effects of aquatic heavy metal intoxication on the level of hematocrit and hemoglobin in fishes: A review. Frontiers in Environmental Science, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.919204>

- Alam, M., Khan, M., Sarower-e-Mahfuj, M., Ara, Y., Parvez, I. and Amin, M., 2022. A model for tubificid worm (*tubifex tubifex*) production and its effect on growth of three selected ornamental fish. *Bangladesh Journal of Fisheries*, 33(2), 205-214. <https://doi.org/10.52168/bjf.2021.33.23>
- Authman, M., Zaki, M., Khallaf, E. and Abbas, H., 2015. Use of fish as bio-indicator of the effects of heavy metals pollution. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 06(04). <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000328>
- Belicheva, L. and Sharova, J., 2015. Assessment of fish health status under long-term water pollution: vygozero reservoir, north-west russia. *Environment Technology Resources Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 2, 368. <https://doi.org/10.17770/etr2011vol2.965>
- Ben, O. O.A. and E.O., 2021. Experimental investigation of some heavy metals in the muscle tissue of cultured african catfish (*clarias gariepinus*). *International Journal of Agriculture Biology and Environment*, 02(04), 19-23. <https://doi.org/10.47504/ijagri.2021.5176>
- Cabello, F., Godfrey, H., Tomova, A., Ivanova, L., Dölz, H., Millanao, A., Buschmann, A., 2013. Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health. *Environmental Microbiology*, 15(7), 1917-1942. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.12134>
- Chatvijitkul, S., Boyd, C. and Davis, D., 2017. Nitrogen, phosphorus, and carbon concentrations in some common aquaculture feeds. *Journal of the World Aquaculture Society*, 49(3), 477-483. <https://doi.org/10.1111/jwas.12443>
- Das, P., Hossain, M., Sarker, B., Parvin, A., Das, S., Moniruzzaman, M., Saha, B., 2017. Heavy metals in farm sediments, feeds and bioaccumulation of some selected heavy metals in various tissues of farmed *Pangasius hypophthalmus* in Bangladesh. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 08(03). <https://doi.org/10.4172/2150-3508.1000218>
- Deocampo, J., Fenol, J., Jimenez, A., Paguntalan, G. and Caipang, C., 2022. Production of ornamental fish in a biofloc-based system using sweet potato (*Ipomoea batatas*) waste as carbon source. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1118(1), 012017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1118/1/012017>
- Feed, E., 2015. Scientific opinion on the safety and efficacy of indigo carmine (e 132) for cats and dogs and ornamental fish. *Efsa Journal*, 13(5). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4108>
- Guo, W., Dong, S., Qian, J. and Lyu, K., 2022. Measuring the green total factor productivity in Chinese aquaculture: a Zofia index decomposition. *Fishes*, 7(5), 269. <https://doi.org/10.3390/fishes7050269>
- Helmizuryani, H., 2022. The growth response of toman fish (*Channa micropeltes cuvier*) with different satisfaction times. *Sriwijaya Journal of Environment*, 7(2), 110-117. <https://doi.org/10.22135/sje.2022.7.2.110-117>
- Herbeck, L., Sollich, M., Unger, D., Holmer, M. and Jennerjahn, T., 2014. Impact of pond aquaculture effluents on seagrass performance in Hainan, tropical China. *Marine Pollution Bulletin*, 85(1), 190-203. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.05.050>
- Jacobs, M. and Schepens, P., 2002. Investigation of selected persistent organic pollutants in farmed Atlantic salmon (*salmo salar*), salmon aquaculture feed, and fish oil components of the feed. *Environmental Science and Technology*, 36(13), 2797-2805. <https://doi.org/10.1021/es011287i>

- Jong, C., 2024.** Effect of biofloc technology at varies biological factors on the growth performance and water quality in cultivation of red hybrid tilapia. *E3s Web of Conferences*, 516, 04003.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451604003>
- King, T., 2019.** Wild caught ornamental fish: a perspective from the UK ornamental aquatic industry on the sustainability of aquatic organisms and livelihoods. *Journal of Fish Biology*, 94(6), 925-936.
<https://doi.org/10.1111/jfb.13900>
- Kroon, F., Streten, C. and Harries, S., 2017.** A protocol for identifying suitable biomarkers to assess fish health: a systematic review. *Plos One*, 12(4), e0174762.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174762>
- Kusumaraga, B., Syahririni, S., Hadidjaja, D. and Anshory, I., 2021.** Aquarium water quality monitoring based on internet of things. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(2).
<https://doi.org/10.21070/pels.v1i2.966>
- Lee, D., 2023.** Development of an edge computing-based intelligent feeding system for observing depth-specific feeding behavior in red seabream. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(9), 1767.
<https://doi.org/10.3390/jmse11091767>
- Mantovani, A., 2015.** Sustainability, security and safety in the feed-to-fish chain: focus on toxic contamination. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(2), 6.
<https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.s.2015040202.12>
- Mawa, J., Munshi, S., Mou, A. and Nur, I., 2021.** Physicochemical and bacteriological screening of pathogenic microorganisms from aquarium water collected from Katabon area in Dhaka city. *Stamford Journal of Microbiology*, 11(1), 20-23.
<https://doi.org/10.3329/sjm.v11i1.57148>
- Murray, J. and Watson, G., 2014.** A critical assessment of marine aquarist biodiversity data and commercial aquaculture: identifying gaps in culture initiatives to inform local fisheries managers. *Plos One*, 9(9), e105982.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105982>
- Mv, R., 2020.** Effect of probiotic strain bacillus firmus case 7 as feed supplement for growth, survival and color enhancement of smoke angelfish *Apolemichthys xanthurus*. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 13(1), 251-260. <https://doi.org/10.21786/bbrc/13.1/42>
- Nathanailides, C., 2023.** Addressing phosphorus waste in open flow freshwater fish farms: challenges and solutions. *Fishes*, 8(9), 442.
<https://doi.org/10.3390/fishes8090442>
- Rauf, S., 2024.** Enhancement of color of platy fish (*Xiphophorus maculatus*) by using carrot peels as source of carotenoids. *SFS*.
<https://doi.org/10.53555/sfs.v11i2.2033>
- Rimmer, A., Becker, J., Tweedie, A., Lintermans, M., Landos, M., Stephens, F., Whittington, R., 2015.** Detection of dwarf gourami iridovirus (infectious spleen and kidney necrosis virus) in populations of ornamental fish prior to and after importation into Australia, with the first evidence of infection in domestically farmed platy (*Xiphophorus maculatus*). *Preventive Veterinary Medicine*, 122(1-2), 181-194.
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.09.008>
- Saengsitthisak, B., Chaisri, W., Punyapornwithaya, V., Mektrirat, R., Klayraung, S., Bernard, J., Pikulkaew, S., 2020.** Occurrence and antimicrobial susceptibility profiles of multidrug-resistant

- aeromonads isolated from freshwater ornamental fish in Chiang Mai province. *Pathogens*, 9(11), 973. <https://doi.org/10.3390/pathogens9110973>
- Şahin, T. and Gürkan, M., 2022.** Effects of dietary protein level on growth, histology and digestive enzyme activities of ornamental fish *Ancistrus cirrhosus*. *Aquaculture Research*, 53(18), 6700-6710. <https://doi.org/10.1111/are.16138>
- Saikku, L. and Asmala, E., 2010.** Eutrophication in the Baltic Sea. *Journal of Industrial Ecology*, 14(3), 482-495. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2010.00221.x>
- Sandilyan, S., 2016.** Occurrence of ornamental fishes: a looming danger for inland fish diversity of India. *Current Science*, 110(11), 2099. <https://doi.org/10.18520/cs/v110/i11/2099-2104>
- Sicuro, B., 2017.** Nutrition in ornamental aquaculture: the raise of anthropocentrism in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 791-799. <https://doi.org/10.1111/raq.12196>
- Snellgrove, D. and Alexander, L., 2011.** Whole-body amino acid composition of adult fancy rancho goldfish (*Carassius auratus*). *British Journal of Nutrition*, 106(S1), S110-S112. <https://doi.org/10.1017/s0007114511002972>
- Sohail, M., 2023.** Implementation of GSM module based smart aquarium monitoring and controlling system. *Itm Web of Conferences*, 57, 02005. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20235702005>
- Sosnowski, M. and Weis, J., 2020.** Using crime script analysis to understand the illegal harvesting of live corals: case studies from Indonesia and Fiji. *Journal of Contemporary Criminal Justice*, 36(3), 384-402. <https://doi.org/10.1177/1043986220910295>
- Utomo, S., Rahmadina, F., Wispriyono, B., Kusnoputranto, H. and Asyary, A., 2020.** Content analysis of metals in fish from waters that are closely to disposal of industrial waste. <https://doi.org/10.20944/preprints202009.0072.v1>
- Velasco-Santamaría, Y. and Corredor-Santamaría, W., 2011.** Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: a review. *Revista MVZ Córdoba*, 16(2), 2458-2469. <https://doi.org/10.21897/rmvz.283>
- Venkateswarlu, V. and Venkatrayulu, C., 2020.** Bioaccumulation of heavy metals in edible marine fish from coastal areas of Nellore, Andhra Pradesh, India. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 10(1), 018-024. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2020.10.1.0244>
- Weir, M., Rajić, A., Dutil, L., Cernicchiaro, N., Uhland, F., Mercier, B., Tuševljak, N., 2011.** Zoonotic bacteria, antimicrobial use and antimicrobial resistance in ornamental fish: a systematic review of the existing research and survey of aquaculture-allied professionals. *Epidemiology and Infection*, 140(2), 192-206. <https://doi.org/10.1017/s0950268811001798>

Investigating the effect of feed hygiene on ornamental aquatic animals

Baeelashaki R.¹; Ghaemmaghami S.S.^{2*}

soheil_ghaem@yahoo.com*

1- Veterinary Animal Feed Hygiene Department, Faculty of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Institute of Agricultural Education and Extension, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract:

Retrospective studies demonstrate that the feed provided to aquatic animals plays a pivotal role in the health and well-being of various ornamental and farmed aquatic species. Contaminants present in the feed of farmed fish can pose significant health risks to humans through the food chain. The implications of food contamination in aquaculture, particularly concerning ornamental fish, represent a multifaceted challenge that encompasses nutritional deficiencies, increased susceptibility to diseases, environmental impacts, and ultimately, economic consequences within aquaculture systems. Ornamental fish species, such as goldfish and guppies, exhibit heightened sensitivity to both the quality of their feed and the water conditions in which they are maintained.

Effective management of aquatic feed quality is essential not only for the growth and development of these animals but also for the overall health of aquatic ecosystems. It is crucial to recognize that the formulation of fish feed significantly influences health outcomes; an inadequate diet can result in the wastage of specific feed components. In light of the growing demand for animal protein resources, production levels have risen, necessitating an increased emphasis on the health, quality, and safety of feed for farmed aquatic species. Another critical aspect to consider is the health and hygiene of water, which serves as a vital food source for aquatic animals. Water pollution poses substantial threats to fish populations and can have enduring effects on their health, growth, and overall welfare. Water quality in aquariums is particularly vital for the survival of ornamental fish species, as it directly influences their physiological and behavioral responses. This article aims to review existing studies related to the contamination of ornamental aquatic feed. It will also explore the sources of contamination, the types and effects of various pollutants in aquatic feed on the health of ornamental fish, and ultimately, the sustainability of aquaculture alongside its biological implications for fish.

Keywords: Aquatic feed hygiene, Ornamental fish, Safety, Pollution