مقاله مروری:

رفاه ماهی[1] در تجارت ماهیان زینتی و شاخص‌های آن

داود ضرغام*[1]، علیرضا قائدی[1]، طیبه باشتی[1]

*davoodzargham61@gmail.com

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۳

چکیده

ماهی‌های زینتی به عنوان محصولاتی با ارزش بالا و کم حجم طبقه‌بندی می‌شوند. در هر مرحله از زنجیره تامین ماهیان زینتی، ماهی‌ها به طور بالقوه در معرض عوامل استرس‌زا هستند که می‌تواند برای رفاه آنها مضر باشد. در طول بسته‌بندی، حمل‌ونقل و آداپتاسیون، ماهی‌ها می‌توانند استرس بالایی را تجربه کنند و رفاه آنها می‌تواند به‌خطر بیفتد که منجر به کاهش ایمنی و مرگ‌ومیر بالا می‌شود. در این میان حمل‌ونقل ماهیان در حالت زنده به عنوان عامل اصلی استرس شناخته شده است. تخمین زده می‌شود که این میزان کمتر از ۵٪ برای ماهی‌های آب شیرین است و برای ماهیان دریایی صید شده وحشی تا ۸۰٪ می‌رسد. یکی از مشکلات پیش روی مقررات تجارت ماهیان زینتی، مشکل در نظارت بر رفاه ماهیان زینتی است. در مورد رفاه ماهی در آبزی‌پروری ماهیان خوراکی و برای فرایندهای تحقیقاتی، قوانینی تعریف شده است، ولی قوانین کمی در مورد رفاه ماهی‌های خانگی و زینتی وجود دارد. شاخص‌های تعیین رفاه به دو دسته رفتاری و غیر رفتاری قابل تقسیم هستند. برای مثال، تاثیرات فیزیولوژیک ناشی از تراکم بالای نگهداری در ماهیان زینتی می‌تواند منجر به کاهش کیفیت آب و افزایش رفتارهای تهاجمی‌شود درحالی‌که در برخی دیگر از گونه‌ها، تراکم پایین می‌تواند منجر به افزایش قلمرو طلبی و افزایش رفتارهای تهاجمی از سوی ماهیان غالب شود که باعث آسیب به افراد ضعیف می‌شود. به همین دلیل درک سازگاری رفتاری گونه‌های مختلف ماهیان زینتی ضروری است. همچنین تغییرات کیفیت آب بین هر مرحله از تجارت می‌تواند ماهی را در معرض استرس قابل‌توجهی قرار دهد. یکی از دلایل دشواری ایجاد شاخص‌های عملیاتی رفاه (OWI)[2] برای ماهی‌های زینتی، تاثیر مورفولوژی این ماهیان بر رفتارهای طبیعی و شناگری است که در برخی گونه‌ها به دلیل دستکاری‌های ژنتیکی و ... ماهیانی با چشم‌های درشت، باله‌های بلند غیر طبیعی و ایجاد حباب است. یکی دیگر از شاخص‌های تعیین رفاه، استفاده از مشاهدات صدمات فیزیکی است که در ترکیب با رفتار می‌تواند برای ارزیابی رفاه ماهیان زینتی مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده از شاخص‌های رفتاری و غیر رفتاری ارائه شده در این مقاله، می‌توان OWI مناسبی برای گونه‌های مختلف ماهیان زینتی تعریف کرد. برای شروع می‌توان شاخص‌های عمومی را برای دسته‌بندی‌های بزرگتر (ماهیان آب شیرین یا آب شور، گوشتخوار یا گیاهخوار، ...)، تعریف نمود و به‌تدریج OWIs جزئی‌تر تعریف شود.

کلمات کلیدی: رفاه، ماهیان زینتی، تجارت، حمل‌ونقل، شاخص عملیاتی رفاه

[1] Fish welfare
[2] Operational welfare indicators (OWI)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

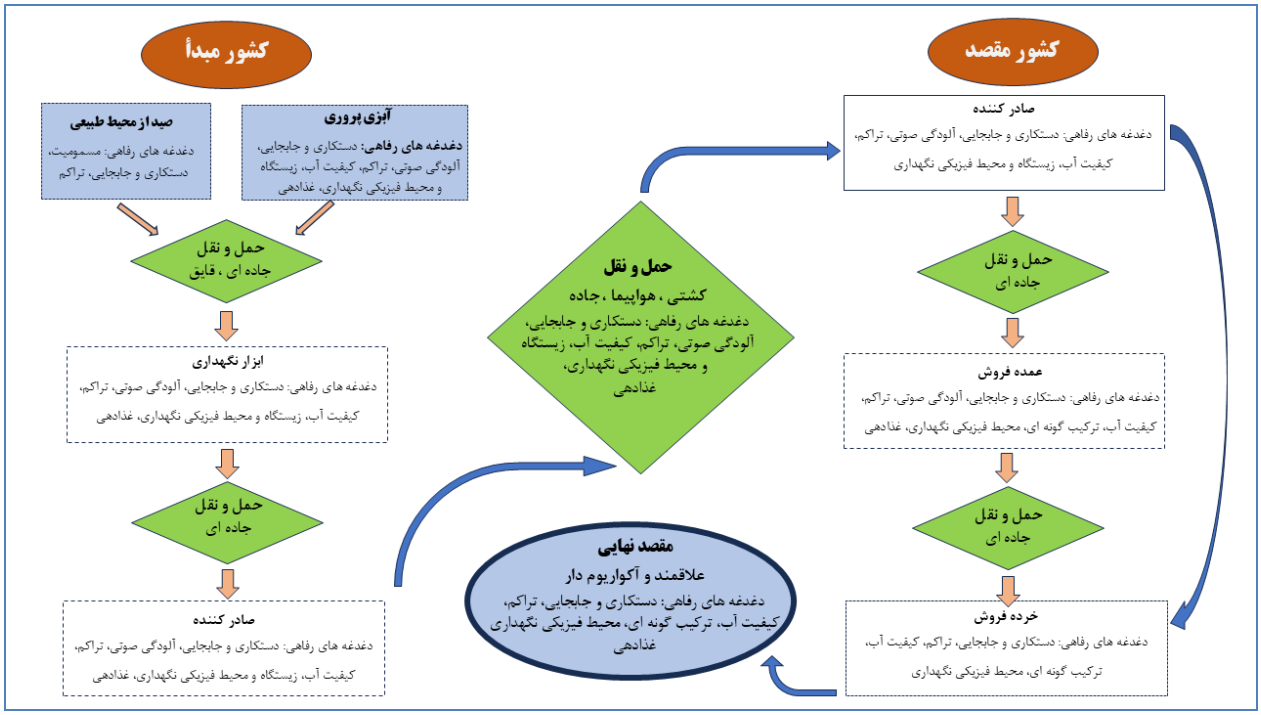
مقدمه

تجارت جهانی ماهی‌های زینتی یک صنعت چند میلیارد دلاری است که ارزش تجارت قانونی آن ۲۰-۱۵ میلیارد دلار در سال تخمین زده می‌شود. سالانه در حدود ۲ میلیارد ماهی زینتی زنده در جهان جابه‌جا می‌شود و بیش از ۱۲۵ کشور در تجارت این ماهیان فعال هستند (Jones *et al*., 2022; Pouil *et al*., 2019). صادرکنندگان اصلی ماهیان زینتی از طریق صید مستقیم و پرورشی شامل کشورهای آسیا و اقیانوسیه (فیلیپین، ژاپن، برمه، اندونزی، مالزی، سنگاپور، سریلانکا)، هلند، آلمان، اسپانیا، ایالات متحده آمریکا ، جمهوری چک و روسیه هستند و کشورهای خریدار اصلی ماهی‌های زینتی ایالات متحده، ژاپن و کشورهای اروپایی هستند. تجارت ماهی‌های زینتی تحت سلطه گونه‌های ماهی آب شیرین است که شامل بیش از ۲۰۰۰ گونه بوده که ۹۰ درصد این بازار را به‌خود اختصاص می‌دهد و ۱۰ درصد باقیمانده را گونه‌های دریایی تشکیل می‌دهند که شامل بیش از ۲۵۰۰ گونه است (Salehi and feyzbakhs, 2021). از حدود ۲ میلیارد ماهی زینتی که سالانه در جهان جابه‌جا می‌شود، ۹۹ درصد برای آکواریوم‌های خانگی و ۱ درصد باقی‌مانده برای آکواریوم‌های عمومی یا آزمایشگاه‌های تحقیقاتی است. با توجه به محبوبیت روزافزون نگهداری از آکواریوم‌های خانگی در دهه‌های اخیر، افزایش قابل‌توجهی در تجارت و تقاضا برای ماهی‌های زینتی ایجاد شده است به‌طوری‌که این تجارت از دهه ۱۹۷۰ سالانه ۱۴ درصد رشد داشته است (Metar *et al*., 2018). ماهیان زینتی در معرض عوامل استرس‌زا و شرایطی قرار می‌گیرند که ممکن است بر رفاه آنها تأثیر منفی بگذارد (کیفیت پایین آب، تراکم نامناسب نگهداری، بیماری‌ها و آسیب‌ها) و سایر مواردی که در مورد ماهی‌های خوراکی نیز دیده می‌شود (Huntingford *et al*., 2006). ماهی زینتی در زمان انتقال ممکن است زمان حمل‌ونقل طولانی (در برخی موارد تا ۷۲ ساعت) و مراحل جداگانه و متعددی در زنجیره تامین خود را تجربه کند (شکل ۱).

زنجیره تامین ماهی‌های زینتی شامل مراحل مختلفی از جمله نگهداری، حمل‌ونقل، زمان صرف شده در فرایند عمده فروشی و خرده فروشی و زمان صرف شده در آکواریوم های خانگی یا عمومی است که هر مرحله می‌تواند دغدغه‌های رفاهی مختلفی در مورد این ماهیان در بر داشته باشد. یک زنجیره تامین معمولی در کشور مبدا از طریق صید ماهی‌های وحشی یا پرورش در مزارع آبزی‌پروری شروع می‌شود. سپس ممکن است ماهی‌ها قبل از حمل‌ونقل (معمولاً از طریق هوایی)، به کشور مقصد، در یک مرکز نگهداری یا نزد صادرکننده یا یک دلال واسطه نگهداری شود. با توجه به کشور مقصد، ماهی‌ها ممکن است تحت بازرسی مرزی قرار بگیرند (مانند آنچه که در اتحادیه اروپا وجود دارد) یا این‌که مستقیماً یا از طریق یک عمده فروش در اختیار خرده‌فروشان قرار گیرد. در خرده‌فروشی، ماهی‌ها معمولاً قبل از خرید و حمل به مقصد نهایی در مخازن نمایشی قرار می‌گیرند. در طول بسته‌بندی، حمل‌ونقل و بازیابی، ماهی‌ها می‌توانند سطوح بالایی از استرس را تجربه کنند و رفاه آنها می‌تواند به‌خطر بیفتد که منجر به کاهش مقاومت ایمنی و مرگ‌ومیر بالا می‌شود (تخمین زده شده است که این میزان کمتر از ۵٪ برای ماهی‌های آب شیرین است و برای ماهیان دریایی صید شده وحشی تا ۸۰٪ می‌رسد.). در تجارت زینتی، داروهای آرام‌بخش یا بی‌حس کننده اغلب در طول حمل‌ونقل برای کاهش استرس ماهی‌ها استفاده می‌شود، اگرچه بی‌حس‌کننده‌های شیمیایی دارای پتانسیل افزایش استرس در ابتدای مواجهه هستند. روش دیگر، طیف وسیعی از عصاره‌های گیاهی (روغن‌های ضروری و عصاره‌های متانولی) برای خواص آرام‌بخشی آنها در ماهی‌ها آزمایش شده و مشخص شده‌اند که در کاهش استرس ناشی از حمل‌ونقل وقتی به آب حمل‌ونقل اضافه می‌شوند، موثر هستند. روغن میخک (*Syzygium aromaticum*) و لیپیا آلبا (نام‌های رایج: حصیر بوته‌ای و پیتونا)، عصاره‌هایی هستند که بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. روغن میخک یک آرام‌بخش موثر ماهی است و مشخص شده است که پاسخ‌های استرس فیزیولوژیک اولیه و ثانویه را در طول حمل‌ونقل کاهش می‌دهد. با این‌حال، قرار گرفتن طولانی‌مدت (۴۸ ساعت) در سیکلید (*Haplochromis obliquidens*)، استرس‌زا بود. مشخص شده است که *Lippia alba* از دست دادن یون را کاهش می‌دهد و حالت ردوکس (Redox) را در فرایند انتقال در گربه ماهی نقره‌ای بهبود می‌بخشد، اما مزایای آن وابسته به دوز است، زیرا دوزهای بالاتر (بیش از ۲۰ میکرولیتر در لیتر)، کورتیزول پلاسما را افزایش می‌دهد و استرس اکسیداتیو کبدی را القاء می‌کند (Patro *et al*., 2023). با توجه به مسائل ایمنی آرام‌بخش‌ها و خطرات واکنش استرس اولیه به ترکیبات آرام‌بخش، عصاره‌های گیاهی غیر آرام‌بخش می‌توانند جایگزین کارآمدتری برای کاهش استرس ناشی از حمل‌ونقل باشند.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]



شکل ۱: فرآیند حمل‌ونقل ماهیان زینتی با خلاصه‌ای از نگرانی های رفاهی در هر مرحله. باکس‌های مستطیلی، با حاشیه‌های کوچک و نقطه‌چین نشان می‌دهند که ماهی‌ها از منابع وحشی یا از پرورش‌دهندگان ماهی‌های زینتی تهیه می‌شوند. باکس‌های مستطیلی و لوزی‌شکل با حاشیه‌ها و فلش‌های پیوسته نشان می‌دهد که ماهی‌ها در کیسه‌های پلاستیکی با افراد یک گونه نگهداری می‌شوند. باکس‌های مستطیلی با حاشیه‌های بزرگ و نقطه‌چین نشان می‌دهند که ماهی‌ها در تانک‌هایی از همان گونه نگهداری هستند. باکس‌های مستطیلی و بیضی‌شکل با حاشیه‌های نقطه‌چین ریز نشان می‌دهند که ماهی‌ها در مخازن با گونه‌های مخلوط هستند (جونز و همکاران، ۲۰۲۲).

با توجه به طولانی بودن فرآیند تهیه ماهیان زینتی، هر مرحله می‌تواند به‌نوبه خود در کاهش رفاه ماهی نقشی ایفاء نماید (Masud *et al.*, 2019) قوانینی در مورد رفاه ماهی در آبزی پروری ماهیان خوراکی و فرایندهای تحقیقاتی تعریف شده است (قوانین وضع شده در اتحادیه اروپا در سال های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۰)، ولی قوانین کمی در مورد رفاه ماهی‌های خانگی و زینتی وجود دارد. عضویت در سازمان‌هایی که هدف آنها بهبود رفاه در تجارت است، مانند اتحادیه بین‌المللی ماهی‌های تزئینی (OFI) و انجمن تجارت آبزیان زینتی (OATA)، برای خرده‌فروشان میسر است، اما این عضویت داوطلبانه است و تجارت جهانی بدون هیچ نهاد نظارتی که بر رفاه نظارت داشته باشد، قابل انجام است (Toni *et al.*, 2019) در واقع، یکی از مشکلات اولیه پیش‌روی مقررات تجارت زینتی، مشکل در نظارت بر رفاه ماهیان زینتی است. در مورد ماهی‌های خوراکی پرورشی که معمولاً از نظر اندازه بزرگتر از همتایان زینتی خود هستند، تشخیص هر گونه مشکل در خصوص رعایت رفاه ماهی آسان‌تر است. پیشرفت‌های تکنولوژی در آبزی‌پروری ماهیان خوراکی، امکان نظارت بر جنبه‌های مختلف رفاه (تغییرات در شرایط و رفتارهای مرتبط با رفاه)، را فراهم می‌کند. در آبزی‌پروری ماهیان خوراکی، شاخص‌های عملیاتی رفاه (OWI) وجود دارند که شاخص‌های رفتاری و فیزیکی هستند که ارزیابی کلی را ازرفاه ارائه می‌دهند. همچنین OWIs منتشره کنونی، مخصوص برخی گونه‌های تجاری (آبزی‌پروری دقیق در مورد آزاد ماهیان)، گونه‌های آزمایشگاهی (FBI)[1] یا گونه‌هایی که عمدتاً در آبزی‌پروری استفاده می‌شوند (The fishethobase Saraiva *et al.*, 2019). تا به امروز، هیچ‌گونه شاخص عملیاتی رفاه (OWI) در مورد رفاه ماهیان زینتی منتشر یا مورد استفاده تجاری قرار نگرفته است. تنوع گونه‌های ماهی‌های زینتی تجاری، اندازه فیزیکی نسبتاً کوچک آنها و ماهیت بین‌المللی زنجیره تأمین، باعث می‌شود که اصول مورد استفاده در نظارت بر رفاه ماهی‌های خوراکی و بسیاری از OWIs ماهی‌های خوراکی، برای

[1] Fish Behavior Index (FBI)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.22034/11.3.6]

استفاده در مورد ماهی‌های زینتی قابل استفاده نباشد. در تجارت زینتی، ماهی‌ها را می‌توان از نظر بصری راحت‌تر بررسی کرد (از نظر رفتار، رنگ و آسیب‌ها)، زیرا معمولاً در مخازن شیشه‌ای قرار می‌گیرند و مشاهدات رفتار را می‌توان برای تدوین OWI برای ماهیان زینتی مناسب دانست. بنابراین، پس از بررسی اجمالی رفاه ماهی و عوامل استرس‌زا در تجارت ماهیان زینتی، می‌توان پتانسیل توسعه OWI را برای تجارت ماهیان زینتی (بررسی رفتار در مورد رفاه در این ماهیان)، در نظر گرفت. سپس این اقدامات رفتاری شناسایی‌شده، با سایر شاخص‌های غیرتهاجمی ترکیب می‌شوند که می‌تواند برای تدوین ابزار نظارت بر OWI ماهی‌های زینتی مفید باشد.

رفاه ماهی و تجارت ماهیان زینتی

تعریف و ارزیابی رفاه ماهی موضوعی چالشی است، زیرا تعاریف مربوطه می‌تواند به طور قابل‌توجهی متفاوت باشد به‌ویژه تعریف رفاه برای ماهی‌ها از منظر علمی دشوار است، این‌که آیا ماهی‌ها درد را تجربه می‌کنند یا خیر، موضوع بحث‌برانگیز در مقالات بوده است. اکنون شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد، ماهی‌ها خودآگاه هستند، می‌توانند مضطرب شوند، درد را از طریق گیرنده‌های درد تجربه کنند و تا حدی احساسات را تجربه کنند. با این‌حال، وجود احساسات در آنها مورد قبول همه نیست. رفاه ماهی به طور فزاینده‌ای به عنوان یک موضوع اجتماعی شناخته شده و در طول دهه گذشته، مسائل مربوط به رفاه ماهیان باعث نگرانی علمی، سیاسی و عمومی در سراسر جهان شده است. تاکنون ادغام مشخصات رفتاری، فیزیولوژیک و شناختی برای تعیین رفاه ماهی به‌ویژه در مورد ماهی‌های خوراکی، به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است. fishethobase (www.fair-fish-database.net) بیان می کند که " اگر ماهی بتواند با پتانسیل‌های عادی گونه خود زندگی کند و فردیت خود را توسعه دهد، رفاه ماهی تضمین می‌شود " (Jones *et al*., 2022). هنگام در نظر گرفتن رفاه ماهی‌ها در تجارت زینتی، عوامل استرس‌زایی که با آن مواجه می‌شوند و تعامل بین این عوامل استرس زای چندعاملی نیز باید شناخته شوند. عوامل استرس‌زای تجربه شده به‌وسیله ماهی در تجارت به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین، تنها خلاصه کوتاهی از عوامل استرس‌زای اصلی در این مقاله ارائه می‌شود.

دستکاری‌ها و مزاحمت‌های مکانیکی

در تجارت زینتی، حمل‌ونقل ماهی زنده و اقدامات قبل و بعد از جابه‌جایی می‌تواند استرس قابل‌توجهی برای ماهی به‌همراه داشته باشد. ارتباط بین مرگ‌ومیرها با مداخلات مکانیکی در تجارت ماهیان زینتی، حاصل مطالعات تجربی نیست و عموماً بر اساس تخمین‌ها بوده و از نظر تعداد، به‌شدت متفاوت است. ماهی‌های زینتی معمولاً در کیسه‌های پلی‌اتیلن پر از آب و اکسیژن (هوا یا اکسیژن خالص) به‌ترتیب با نسبت ۱:۴ حمل می‌شوند. قسمت‌های خالی ایجاد شده در کیسه‌ها خطر آسیب‌های مکانیکی را افزایش می‌دهد که می‌تواند منجر به سرکوب سیستم ایمنی و افزایش بروز بیماری شود. تعدد مراحل حمل‌ونقل در زنجیره تامین می‌تواند استرس‌های ایجاد شده برای ماهی را افزایش دهد (شکل ۱).

تراکم و ترکیب نامناسب نگهداری

تراکم مناسب نگهداری در مورد گونه‌های مختلف متفاوت است. برای برخی از گونه‌ها، تراکم بالا، در حین حمل و نگهداری، می‌تواند منجر به کاهش کیفیت آب ناشی از افزایش گازهای نیتروژنی، مصرف اکسیژن و مواد جامد آلی معلق و افزایش رفتارهای تهاجمی‌شود درحالی‌که در برخی دیگر از گونه‌ها، تراکم پایین می‌تواند منجر به افزایش قلمرو طلبی و افزایش رفتارهای تهاجمی از سوی ماهیان غالب شود که باعث آسیب به افراد ضعیف می‌شود. این اتفاق به‌نوبه خود می‌تواند منجر به اثرات منفی بر فیزیولوژی آبزی شود. افراد از گونه‌های بسیار قلمروطلب به دلیل افزایش احتمال پرخاشگری و آسیب نباید در کنار هم قرار گیرند و گونه‌هایی که گروهی زندگی می‌کنند، باید به صورت گروهی نگهداری شوند. در تمام مراحل زنجیره تامین تجارت زینتی، ماهی‌ها ممکن است در معرض تراکم‌های مختلف نگهداری قرار گیرند و گاهی اوقات ممکن است در مراحل مختلف، تراکم نگهداری به طور ناگهانی تغییر کند. تاثیرات فیزیولوژیک به دلیل تراکم نامناسب نگهداری در ماهیان زینتی ثبت و گزارش شده است. برای مثال، تراکم نگهداری به عنوان یک عامل کمک‌کننده در نرسازی لارو و ماهی جوان زبرا (*Danio rerio*) به‌وسیله کورتیزول پیشنهاد شده است،که در نتیجه، نسبت نرها در تانک‌های با تراکم نگهداری بالاتر، بیشتر بود. به‌علاوه، در ماهی زبرا (*Danio rerio*) که با تراکم بالاتر (۴۰ ماهی در لیتر) نگهداری می‌شود، غلظت کورتیزول کل بدن به طور قابل‌توجهی بالاتر از آنهایی است که در تراکم کمتر (۰/۲

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

ماهی در لیتر) قرار دارند. همچنین ماهی‌ها ممکن است در مجموعه هایی از گونه‌های مختلط نگهداری شوند که ممکن است بر رفتار و رفاه آنها تأثیر بگذارد. بنابراین، درک سازگاری رفتاری گونه‌های مختلف ماهیان زینتی ضروری است.

کیفیت پایین آب

نگهداری و حبس ماهی در یک حجم بسته از آب به‌ویژه در طول حمل‌ونقل می‌تواند منجر به بدتر شدن کیفیت آب به‌ویژه افزایش آمونیاک (NH_3) و دی اکسید کربن (CO_2) و کاهش اکسیژن محلول (O_2) شود که خود می‌تواند منجر به افزایش استرس و اثرات منفی بر رفاه شود (Thongprajukaew *et al*., 2023). شاخص‌های اصلی کیفیت آب که باید کنترل شوند [آمونیاک (NH_3)، آمونیوم (NH_4^+)، نیتریت (NO_2)، نیترات (NO_3) ، اکسیژن محلول (DO)، دی اکسید کربن (CO_2) و کلر (Cl) و شوری (اگر گونه‌های دریایی باشند)]. کیفیت پایین آب در دوره پرورش می‌تواند از طریق کاهش مصرف خوراک یا ضریب تبدیل غذایی بر رشد ماهی تأثیر منفی بگذارد. این نشان می‌دهد که کیفیت آب ممکن است بر تقسیم انرژی و رشد تأثیر بگذارد. حمل‌ونقل ماهیان زینتی بدون تأثیر منفی بر رفاه آنها مستلزم وجود دانش مخصوص به هر گونه از نظر تحمل استرس، متابولیسم و الزامات کیفیت آب است. اگرچه تلاش‌های قابل‌توجهی برای کنترل کیفیت آب در زنجیره تامین آبزیان زینتی انجام شده است، ولی تغییرات کیفیت آب بین هر مرحله می‌تواند ماهی را در معرض استرس قابل‌توجهی قرار دهد که اغلب هنگام ارزیابی رفاه نادیده گرفته می‌شود. قبل از حمل‌ونقل، آب اغلب با اکسیژن خالص فوق اشباع شده تا کمبود اکسیژن و زوال آن که احتمالاً با افزایش تجمع آمونیاک نیز همزمان می‌شود، جبران شود. برای رفع این مشکل، هواده‌ها و افزودنی‌های آب برای کاهش مشکلات ناشی از کیفیت پایین آب ایجاد شده‌اند. برای مثال، برخی عمده فروشان زئولیت (یک ماده معدنی جاذب ریز متخلخل است) را برای حفظ کیفیت به آب اضافه می‌کنند. در یک مطالعه، پایش کیفیت آب و سلامت ماهی (فیزیولوژی و رفتار) از طریق یک زنجیره تامین تجاری برای سه ماهی زینتی محبوب آب شیرین (نئون تترا، اوراندا، واریاتوس پلاتی) انجام شد. نمونه‌های آب در ۹ مرحله از زنجیره تامین جمع‌آوری شد که از ورود ماهی‌ها به یک عمده‌فروش بریتانیا از سنگاپور تا بازیابی آنها در عمده‌فروش، حمل‌ونقل و بازیابی در فروشگاه‌های خرده‌فروشی آغاز شد. شیمی آب در نقاط مختلف زنجیره حمل‌ونقل ثبت شد و آب برای پاتوژن های رایج ماهی مورد آزمایش قرار گرفت. شاخص‌های سلامت ماهی اندازه‌گیری شدند (مرگ و میر، جراحات، کورتیزول موجود در آب و تغییرات رفتاری). اکثر شاخص‌های آب به طور قابل‌توجهی در زنجیره انتقال تغییر کرد [pH، سختی کربنات ، کلرید (Cl^-)، نیترات (NO_3^-)، سدیم (Na^+)، منیزیم (Mg^{2+})، پتاسیم (K^+) و کلسیم (Ca^{2+})]. در هر مرحله از انتقال، عوامل بیماری‌زا در آب شناسایی شدند، اما هیچ شیوع بیماری مشاهده نشد. مرگ‌ومیر پایین بود و تحت تأثیر مرحله انتقال قرار نگرفت. مشخص شد که رفتار بین مراحل مختلف حمل‌ونقل دارای بیشترین تغییر بود. تتراهای نئون (*Paracheirodon innesi*) و گلدفیش اوراندا (*Carassius auratus*) تغییرات رفتاری را حین انتقال نشان دادند، اما رفتار پلاتی واریاتوس (*Xiphophorus variatus*) بیشتر تحت تأثیر مرحله انتقال قرار گرفت. یافته‌های این مطالعه تغییرات کیفیت آب تجربه شده به‌وسیله ماهی‌ها را در طول حمل‌ونقل تجاری که اغلب در مطالعات شبیه‌سازی شده نادیده گرفته می‌شود، نشان می‌دهد و نیاز به شاخص‌های رفاهی خاص گونه‌ای را در طول حمل‌ونقل تجاری تأیید می‌کند (Luz *et al*., 2024).

دمای نامناسب آب

در زنجیره تامین، ماهی‌های زینتی ممکن است در معرض دمایی خارج از محدوده تحمل حرارتی خود قرار بگیرند. دمای پایین‌تر از محدوده بهینه بر متابولیسم ماهی و فرآیندهای فیزیولوژیک مرتبط (فعالیت داخل سلولی کبدی و انقباض ماهیچه‌های قلبی)، تاثیر می‌گذارد. از آن‌جایی‌که ماهی‌ها خونسرد هستند، دمای محیط فیزیکی آنها به طور مستقیم با واکنش های فیزیولوژیک مرتبط است. بدین معنا که با افزایش دما، سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی افزایش می‌یابد. برای مثال، کاهش دمای آب برای حمل‌ونقل ماهی زنده، از طریق افزودن قطعات خنک در جعبه‌های عایق شده یا حمل ماهی در وسایل نقلیه با دمای کنترل شده با هدف کاهش عملکرد زیستی آبزی، معمول است. با این‌حال، دمای حمل‌ونقل مطلوب بین گونه‌ها متفاوت است و باید احتیاط کرد تا فرآیند خنک‌سازی باعث ایجاد تنش حرارتی در ماهی نشود، زیرا اکثر گونه‌های ماهی‌های زینتی گرمسیری دماهای سردتر را تحمل نمی‌کنند. برای مثال، دماهای

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

پایین (کمتر از ۱۹/۶ درجه سانتی‌گراد) در طول حمل‌ونقل، بقاء ماهی کاردینال تترا (*Paracheirodon axelrodi*) را به‌خطر می اندازد. بنابراین، تغییرات دما می‌تواند یکی از موارد افت کیفیت آب باشد.

مدیریت ضعیف غذادهی

قبل از حمل‌ونقل، ممکن است قطع غذا انجام شود تا از کاهش کیفیت آب ناشی از غذای خورده نشده و فضولات تولیدی از ماهی پیشگیری شود. در طول این دوره‌های محرومیت از غذا، ماهی‌ها می‌توانند نیازهای انرژی خود را از ذخایر بدن تامین کنند، اما غذادهی کم در طولانی‌مدت در آکواریوم‌های خانگی می‌تواند اثرات مضری از جمله سوء تغذیه و رقابت بیش از حد برای غذا را در پی داشته باشد. با این‌حال، در آکواریوم خانگی، احتمال تغذیه بیش از حد و اثرات منفی آن بر کیفیت آب بیشتر است. مدیریت ضعیف تغذیه می‌تواند منجر به الگوهای رفتاری غیر طبیعی، عملکرد کلی ضعیف و افزایش حساسیت به بیماری در ماهی شود.

دوره نوری نامناسب

دوره نوری می‌تواند با تأثیرگذاری بر استراتژی تغذیه، ضریب چاقی و راندمان تبدیل غذایی بر رفاه ماهی تأثیر بگذارد. دوره نوری نه‌تنها یک جزء اصلی هماهنگ‌سازی ریتم‌های درونی بدن ماهی است بلکه بر فرآیندهای داخلی (شدت متابولیسم، رشد، رنگدانه‌های اپیتلیال، تولید مثل) و فعالیت حرکتی نیز تأثیر می‌گذارد. دوره نوری اغلب برای تولید مثل دستکاری می‌شود و اثرات قابل‌توجهی بر رشد و تولید مثل دارد. همچنین شدت نور در فروشگاه‌های خرده‌فروشی و آکواریوم‌های خانگی مورد توجه قرار می‌گیرد. در این فروشگاه‌ها تناسبی بین شدتی که رنگ ماهی را از دید انسان زیباتر می‌کند، اما برای رفاه خوب ماهی نیز مفید است، در نظر گرفته می‌شود.

آلودگی صوتی و لرزش

آلودگی صوتی تولیدی از انسان بر رفتار ماهی تأثیر می‌گذارد و باعث ایجاد استرس در ماهی می‌شود. برای مثال، در ماهی زبرا، قرار گرفتن در معرض ۱۱۲ دسی بل صدا انسجام گروه ماهی، سرعت شنا و مکان ترجیحی ماهی در ستون آب را تغییر داد. تحقیقات کمی وجود دارد که تأثیر صدا در طول حمل‌ونقل ماهیان زینتی را بررسی کرده باشد، اما حرکات نوسانی در طول حمل‌ونقل از پتانسیل به خطر انداختن سلامت ماهی برخوردار است. ماهی‌های زینتی ممکن است در فرایند تجارت در معرض بسیاری از صداها و ارتعاشات (صدای موتور، گفتار انسان و سر و صدای فیلترهای آکواریوم) و ارتعاشات مرتبط با سر و صدا قرار گیرند. فیلترهای هوا و تصفیه در آکواریوم، شنوایی ماهی قرمز (*Carassius auratus*) را مورد تاثیر قرار می‌دهد به‌ویژه زمانی که فرکانس صدای فیلتر در محدوده ۱۹-۱۵ دسی‌بل (۰/۳-۰/۱کیلوهرتز) هستند. در این زمینه توصیه هایی برای علاقه مندان به خرید فیلترهای بی‌صدا برای بهبود شرایط رفاهی در آکواریوم‌های خانگی ارائه شده است.

مراقبت‌های درمانی

برخی از مواد شیمیایی که برای از بین بردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در ماهی‌های زینتی استفاده می‌شوند، ممکن است در نوع خود استرس‌زا باشند. سه مورد از رایج‌ترین درمان‌های مورد استفاده برای بیماری‌های قارچی، انگلی و باکتریایی شامل فرمالین، مالاشیت گرین و آکریفلاوین هستند که همگی به طور معمول به صورت پیشگیرانه استفاده می‌شوند. مالاشیت گرین در صورت استفاده در غلظت‌های بالا می‌تواند منجر به مرگ‌ومیر شود و بر عملکرد فیزیولوژیک به‌ویژه متابولیسم کربوهیدرات و رفتار در گربه ماهی گزنده (*Heteropneustes fossilis*) تأثیر منفی بگذارد. فرمالین (۳۷٪ فرمالدئید) می‌تواند اثرات فیزیکی کشنده‌ای داشته باشد، مانند هایپرپلازی آبشش در کوریدوراس خالدار آبی (*Corydoras melanistius*) که ممکن است اثرات رفتاری را در پی داشته باشد. آکریفلاوین (کلرید آکریفلاوینیم) یک رنگ آکریدین است که در برخی از فعالیت‌های صیادی در کشورهای غیر اروپایی استفاده می‌شود و گاهی اوقات در کیسه‌های حمل‌ونقل با ماهی‌هایی که از خارج از اتحادیه اروپا به اروپا منتقل می‌شوند، برای درمان تک‌یاخته‌ها و بیماری‌های باکتریایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه‌براین، آکریفلاوین می‌تواند باعث عقیمی ماهی و حساسیت با مقادیر متفاوتی در گونه‌ها شود. در نتیجه، برخی درمان‌ها برای ماهی‌های زینتی ممکن است اثرات منفی بیولوژیک و رفتاری ایجاد کند.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

شاخص‌های عملیاتی رفاه (OWI)[1]

با افزایش نگرانی در مورد تولید و بهره‌گیری از حیوانات در سال‌های اخیر، اقداماتی برای بهبود رفاه و سیستم‌های تولید از طریق ایجاد OWI صورت گرفت.OWIs شاخص‌های فردی رفاه هستند که می‌توانند ماهیت مورفولوژیک، رفتاری، فیزیولوژیک، متابولیک یا غیرزیستی داشته باشند و می‌توانند برای ارزیابی کامل همه جنبه‌های رفاه حیوانات تدوین شوند. برای طبقه‌بندی «عملیاتی»، OWIs باید ماهیت چندوجهی داشته باشند، بینشی در مورد یکی از جنبه‌های رفاه حیوانات ارائه دهند و بدون نیاز به تجزیه‌وتحلیل آزمایشگاهی، قابل استفاده باشند. در غیر این صورت، ممکن است افراد دست اندرکار آنها را استفاده نکنند. مجموعه‌های OWI و روش‌های اندازه‌گیری رفاه برای طیف وسیعی از حیوانات (اسب، خرگوش، حیوانات آزمایشگاهی، پرندگان، حیوانات همراه پستانداران و برخی از گونه‌های ماهی خوراکی)، تدوین و توسعه داده شده‌اند. ابزارهای نظارت بر رفاه موجودات که از OWIs استفاده می‌کنند، روش‌هایی را برای تعیین کمیت رفاه دارند که از جمله می‌توان به تخصیص یک امتیاز/درجه برای تعیین کمیت رفاه، یک سیستم رتبه‌بندی، مدل‌سازی محاسباتی بر اساس سطوح ویژگی‌ها، نیازها یا شاخص‌های رفاه، اشاره کرد. Kubasiewicz *et al*., 2020 از یک استراتژی جدید از ترکیب نظریات متخصصین در مورد آنچه به عنوان "مهم‌ترین" شاخص‌های رفاه طبقه بندی می‌شوند و ایجاد سؤالات خاص برای پرداختن به آنها استفاده کرد. سپس این سوالات برای ایجاد یک فلوچارت با نمراتی که بر اساس پاسخ‌ها داده می‌شوند، طراحی شدند که منجر به فرآیندی شد که برای محققان و افراد عادی قابل درک بود. OWI برای ماهی‌های خوراکی در آبزی‌پروری ایجاد شده است که هدف آن ترکیب جنبه‌های فیزیولوژی، مورفولوژی و رفتار و اطلاعات در مورد محیط آنهاست. اخیراً، ترکیبی از OWIs برای ارزیابی رفاه ماهی Lumpfish از جمله شاخص‌های رفاه خاص گونه (آسیب خارجی بدن، وزن نسبی و تجزیه‌وتحلیل کورتیزول/پلاسما)، مورد استفاده قرار گرفته است. طیف وسیعی از علاقه مندان (کشاورزان، دانشمندان، عمده فروشان، واردکنندگان، صادرکنندگان) این OWIs را تایید کرده‌اند. Noble *et al*., 2018 پیشنهاد کردند که برای قوی بودن OWIs همه آنها باید دارای شرایط ذیل باشند: (۱) متناسب با هدف باشد، (۲) مخصوص برای هر گونه باشد، (۳) برای هر مرحله زندگی و از نظر بیولوژیک مخصوص باشد و (۴) واقع بینانه باشد. برای مثال، FISHWELL OWIs از مدل "پنج دامنه" برای رفاه حیوانات استفاده کرده و آنها را برای ماهی قزل‌آلا اعمال کرده و از پنج دسته مختلف (در دسترس بودن منابع، محیط زیست، سلامت، رفتار و احساسات)، برای ارزیابی وضعیت رفاه استفاده می‌کنند. اساساً، ارزیابی رفاه بستگی به درک بی‌چون و چرای رفاه و شاخص‌های تعریف شده و قوی دارد که به طور واضح متغیرهایی که آنها اندازه‌گیری می‌کنند، اندازه‌گیری می‌کند. تا به امروز، هیچ ماتریس OWI یا ماتریس ارزیابی رفاهی در مورد ماهیان زینتی منتشر نشده است. با این‌حال، به دلیل طیف گسترده دست اندرکاران (عمده فروشان، خرده فروشان و کشاورزان)، پتانسیل مشابهی با استراتژی‌هایی که برای ماهی‌های خوراکی استفاده می‌شود، وجود دارد تا در تجارت ماهی‌های زینتی استفاده شود.

فناوری‌های فعلی آبزی‌پروری و امکان استفاده از آنها در یک محیط زینتی

پیشرفت‌های تکنولوژی در چند دهه گذشته در آبزی‌پروری تجاری، مجموعه تکنیک‌های موجود برای پایش ماهی را به‌شدت بهبود بخشیده و بسیاری از آنها از دیدگاه نظارت رفاهی به‌کار گرفته شده‌اند. با این‌حال، این تکنیک‌ها دارای محدودیت‌هایی برای گونه و محیط‌های خاص هستند و همه به یک اندازه خوب عمل نمی‌کنند. برای مثال، استفاده از تکنولوژی رباتیک برای نظارت بر کیفیت آب در قفس بزرگ آبزی‌پروری برای استفاده در آکواریوم خانگی مناسب نیست. در ماهی‌های خوراکی، پیشرفت‌های فناوری سنجش از دور مانند تگ‌های هوشمند، برای اندازه‌گیری نرخ ضربان سرپوش آبششی (OBR)[2] توسعه یافته‌اند و به عنوان شاخص رفاه ماهی استفاده می‌شود. با این‌حال، برای ماهی‌های کوچکتر، باید اندازه تگ را نسبت به اندازه ماهی در نظر گرفت. سنجش از دور می‌تواند برای ارزیابی رفاه در محیط مزرعه ماهی با تجزیه‌وتحلیل رفتار شنا از طریق سنسورها و دوربین‌های از راه دور در مخازن، قفس‌ها یا استخرها استفاده شود. از فرستنده‌های رادیویی الکترومیوگرام (EMG)[3] می‌توان برای نشان دادن وضعیت رفاهی استفاده کرد. در ماهی

[1] Operational welfare indicators (OWI)

[2] opercular beat rate

[3] lectromyogram

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*)، فعالیت عضلانی در تراکم‌های مختلف از طریق EMG مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت و یافته‌ها از طریق تجزیه‌وتحلیل‌های هماتولوژیک و سرولوژیک تأیید شد. فعالیت عضلانی در تراکم بالا (۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب) به طور قابل‌توجهی بالاتر بود که منجر به استفاده بیشتر از بسترهای بی هوازی و ذخایر انرژی شد که توانایی ماهی را برای مدیریت استرس‌های وارده کاهش می‌دهد. بنابراین، نتایج حاصل از فناوری سنجش از دور برای ماهی‌های خوراکی می‌تواند به عنوان شاخص‌های رفاه همراه با تحلیل‌های عملکردی، رفتاری و فیزیولوژیک برای ایجاد مجموعه‌ای از OWI در مورد ماهی‌های پرورشی استفاده شود. با این‌حال، این فناوری‌ها به دلیل کوچک بودن ماهی‌های زینتی، اندازه کوچک مخازن، ماهیت تهاجمی برخی از روش‌ها و هزینه مالی نسبتاً بالا در مقایسه با سایر روش‌های نظارت بر رفاه، بعید به‌نظر می‌رسد که برای تأسیسات پرورش زینتی، عمده‌فروشان یا خرده‌فروشی‌ها قابل اجرا باشند. بنابراین، با وجود روش‌های جایگزین برای نظارت بر رفاه ماهیان زینتی، انگیزه‌ای برای پیشرفت بیشتر این فناوری‌ها برای تجارت ماهی‌های زینتی وجود ندارد.

شناسایی OWIs مناسب برای تجارت ماهی‌های زینتی

بررسی رفتار، یکی از مناسب‌ترین شاخص‌های رفاه حیوانات در اسارت می باشد، زیرا نشانه‌ای غیرتهاجمی از وضعیت بیولوژیک یک موجود زنده از جمله وضعیت فیزیولوژیک و ذهنی حیوان ارائه می‌دهد. علاوه‌براین، مطالعات نشان داده‌اند که ارزیابی رفتار به‌واسطه ناظران مشاغل مختلف (دامپزشکان و کشاورزان)، قابل ارزیابی و قابل اعتماد است. استفاده از رفتار برای نظارت بر رفاه ماهی، از پتانسیل بهبود سلامت حیوانات، تغذیه و تعاملات اجتماعی برخوردار بوده و دارای این مزیت بوده که غیر تهاجمی است. استفاده از رفتار به عنوان ابزاری برای نظارت بر رفاه در پرورش ماهیان خوراکی قبلاً بررسی شده است. با این‌حال، هنوز این ابزار برای آنها کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در یک محیط نگهداری ماهی زینتی، اندازه‌گیری رفتاری استرس در مقایسه با سنجش‌های فیزیولوژیک آسان‌تر است. در ادامه به رفتارهای بالقوه‌ای که می‌توانند به عنوان OWI برای تجارت ماهیان زینتی گنجانده شوند، پرداخته می‌شود.

OWIs رفتاری

غذاگیری و جستجو برای غذا

طی یک بررسی که نوسط Jones و همکاران در سال ۲۰۲۲ انجام شد، از میان ۳۶ مقاله یافت شده در طول جستجوی نوع سیستماتیک بیست و هفت درصد آنها از تغییرات در رفتارهای خوراک جویی یا تغذیه به عنوان شاخص رفاه استفاده کردند. خوراک‌جویی به عنوان یافتن و استفاده از منابع غذایی تعریف می‌شود و در ماهی‌ها، رفتارهای مرتبط با آن می‌تواند تحت تأثیر شرایط غیر زنده و زیستی قرار گیرد. بنابراین، رفتارهای تغذیه و خوراک‌جویی می‌تواند برای تشخیص مشکلات رفاهی در مراحل مختلف تجارت ماهیان زینتی مورد استفاده قرار گیرد، اگرچه این شاخص احتمالاً در طول حمل‌ونقل مناسب نخواهد بود. علاوه بر تغییرات در انگیزه تغذیه، نحوه مصرف خوراک نیز به طور معمول در آبزی‌پروری به عنوان شاخص مستقیم رفاه استفاده می‌شود. برای مثال، پس از حمل‌ونقل، زمانی که ماهی‌ها در آکواریوم های فروشگاه‌های خرده فروشی قرار می‌گیرند، تجزیه‌وتحلیل زمان تاخیر برای شروع تغذیه (انگیزه تغذیه) و میزان مصرف خوراک، می‌تواند مشخص کند که آیا مشکلات رفاهی مانند بیماری، آسیب یا ضعف یا کیفیت پایین آب وجود دارد که نیاز به رسیدگی داشته باشد یا نه.

تهاجم

بسیاری از گونه‌های ماهی در اسارت و زیستگاه‌های طبیعی، به‌شدت از منابع موجود مانند غذا، جفت یا قلمرو دفاع می‌کنند و ممکن است سلسله مراتبی را ایجاد کنند. در محیط‌های طبیعی، ماهی‌ها ممکن است بتوانند از مهاجم خود فرار کنند، اما این اغلب در اسارت امکان‌پذیر نیست. رفتارهایی مانند حمله (تعقیب، گاز گرفتن، ضربه زدن، درگیری و ضربه زدن با دهان) یا نمایش (باز کردن کردن سرپوش آبششی، نمایش جانبی، تغییر رنگ، صداگذاری، تخلیه الکتریکی)، شاخص‌های پرخاشگری مستقیم در ماهی هستند. رفتارهای پرخاشگرانه اغلب برای دریافت آگاهی در مورد رفاه ماهی اندازه‌گیری می‌شود. رفتارهای پرخاشگرانه هنگامی که یک روش تغذیه برای گونه‌ای نامناسب باشد، می‌تواند افزایش یابد. برای مثال اگر ماهی‌ها خیلی کم تغذیه شوند، می‌تواند منجر به رقابت بر سر منابع و حفاظت از آنها شود. همچنین اگر ترکیب گونه‌ها یا تراکم ناسازگار باشند، برای مثال اگر دو گونه بسیار قلمروطلب

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

در کنار هم یا تعداد زیادی ماهی در یک مخزن قرار گیرند، پرخاشگری می‌تواند افزایش یابد. بنابراین، افزایش شدید پرخاشگری می‌تواند نشانگر این باشد که چیزی رفاه را به‌خطر انداخته است. با این‌حال، با توجه به رویکرد رفاه مبتنی بر طبیعت جاندار، سطح معینی از این رفتارها به همان اندازه که در طبیعت انجام می‌شوند، به عنوان رفتار طبیعی تلقی می‌شوند. برای مثال، دلقک ماهی (خانواده Pomacentridae) در گروه های اجتماعی زندگی می‌کند که در آن فعل و انفعالات آگونیستی متعددی رخ می دهد که برای حفظ سلسله مراتب اجتماعی و استقرار سلطه مهم است. بنابراین، در این مورد، فقدان تعاملات تهاجمی نیز می‌تواند نشان‌دهنده مشکلات رفاهی باشد. بروز رفتارهای پرخاشگرانه در گونه‌های مختلف ماهی رخ می‌دهد و از نظر شیوع متفاوت است. رفتارهای قلمرو طلبانه (قرار گرفتن در نزدیکی یک سرپناه، پناهگاه یا منطقه تغذیه)، می‌تواند نشانه‌ای از تجاوز غیرمستقیم در برخی از گونه‌های ماهیان زینتی مانند فرشته ماهی (*Pterophyllum scalare*) باشد، اما این در مورد همه گونه‌ها مانند سیچلاید کوتوله (*Apistogramma agassizizi*)، صدق نمی‌کند. در نتیجه، ایجاد OWIs که منحصراً برای یک گونه باشند و بر اساس مجموعه رفتاری آن گونه انتخابی (آیا گونه قلمرو طلب است یا نه)، طراحی شوند، ضروری است. اگر رفتار یک ماهی باعث آسیب یا استرس بی‌مورد به دیگری شود، احتمالاً رفاه آن حیوان خاص را به‌خطر می‌اندازد. علاوه‌براین، زمانی که سطح پرخاشگری بیش از حد می‌شود، می‌تواند نشان دهد که فردی که این رفتار را از خود نشان می دهد، چون رفاه او به‌خطر افتاده است، این‌کار را انجام می‌دهد و رفتارهای استرس مانند از خود نشان می‌دهد. برای این‌که پرخاشگری به عنوان یک OWI مورد استفاده قرار گیرد، نه‌تنها باید رفاه و رفتار ماهیان مختلف را تفکیک کرد بلکه (در صورت وجود) باید گروه ماهی‌هایی که در کنار هم قرار گرفته‌اند نیز در ارتباط با مجموعه رفتاری آن گروه از گونه‌هایی که OWI واحد برای آنها ایجاد می‌شود، در نظر گرفته شود. به رغم این‌که ارتباط واضحی بین پاسخ به استرس کوتاه‌مدت حاد و استراتژی‌های سازگاری (شیوه‌ای که ماهی‌ها با یک موقعیت استرس‌زا کنار می‌آیند) وجود دارد، اطلاعات محدودی در مورد پاسخ‌های استرس طولانی‌مدت مزمن و استراتژی های سازگاری مربوطه وجود دارد. در یک مطالعه، تراکم بالای نگهداری به عنوان یک استرس مزمن در گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) در نظر گرفته شد. در این مطالعه، تراکم بر استراتژی‌های سازگاری با این شرایط تاثیر گذاشت که منجر به افزایش ضریب تبدیل خوراک، افزایش فعالیت کلی تغذیه و کاهش رفتار آگونیستی شد. بدیهی است که راهبردهای سازگاری نقش اساسی در نحوه انطباق افراد با محیط زندگی و در نتیجه رفاه فردی دارند. با این‌حال، استراتژی‌های سازگاری فردی نباید به عنوان شاخص رفاه مورد استفاده قرار گیرد، اما استنباط از رفتارهای فردی به طور بالقوه می‌تواند برای شناسایی یک مشکل رفاهی انجام شود. علاوه‌براین، از آن‌جایی‌که گونه‌های مختلف دارای ویژگی‌های رفتاری و گروهی متفاوتی هستند (قلمروطلبی ، سلطه و سلسله مراتب بر اساس اندازه)، بسیار مهم است که فردی که رفتار پرخاشگرانه را به عنوان شاخص رفاه مشاهده می‌کند، با گونه آشنا باشد و بتواند بین سطوح عادی و غیرعادی از رفتارهای پرخاشگرانه تمایز قائل شود.

رفتارهای مربوط به شنا

استفاده از رفتار شنا در ارزیابی رفاه ماهی متکی بر توانایی مشاهده گر در تشخیص رفتارهای شنای عادی و غیرعادی است که تعیین کننده است. با این وجود، این آیتم هنوز هم یکی از پرکاربردترین پارامترها برای ارزیابی رفاه ماهی است (جدول ۱). رایج‌ترین روش‌هایی که در آن رفتار شنا به طور کمی بررسی می‌شود عبارتند از: سرعت، عدم شنا، تغییر جهت سریع ، شنای نامنظم، تغییرات جاگیری در اعماق مختلف تانک، سرعت گیری ناگهانی و هیجانی، لرزش، فواصل زمانی شنا کردن و انسجام شنای گروهی. نیمی از مقالات رفتاری مشخص شده از رفتار شنا به عنوان پارامتر قابل اندازه گیری استفاده کردند. روشی که در آن گروه‌های ماهی با هم شنا می‌کنند (مثلاً در قفس‌ها و استخرها) متداول‌ترین روش OWI برای ارزیابی رفاه ماهیان پرورشی است، چه با چشم برای تراکم‌های پایین و چه از طریق استفاده از فناوری رایانه‌ای. با این حال، مطالعات در زمینه پویایی های اجتماعی نشان داده است که یک ماهی می‌تواند رفتار کل گروه را هدایت کند، و تأکید می کند که تفسیر رفتارهای گروهی می‌تواند نشانه های نادرستی از رفاه ارائه دهد، زیرا این تفاسیر رفاه افراد را در قالب گروه در نظر نمی گیرند. این امر به ویژه زمانی صادق است که ماهی‌ها در تراکم بالا نگهداری می‌شوند، زیرا می‌توانند صرفاً برای کاهش احتمال

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

برخورد رفتار گروهی مشابه را اتخاذ کنند. با این حال، جدا کردن افراد از همنوعان یا گروه اجتماعی آنها در گونه‌های بسیار اجتماعی ممکن است به دلیل افزایش شدت استرس مانع از نمایش رفتار کامل ماهی‌ها در محیط آزمایشی شود. رفتارهای شنا (مانند حرکات نامنظم و تعقیب و گریز) به طور معمول در رفتارشناسی هنگام تجزیه و تحلیل استرس در ماهی استفاده می‌شود. *D. rerio* در هنگام مواجهه با شرایط منفی رفتار شنای خود را با تغییر فرکانس شنا یا نوع الگوهای شنا تغییر می‌دهد، و نشان می‌دهد که چگونه رفتار شنا می‌تواند نشانگر غیرمستقیم شرایط رفاهی نامناسب باشد.

جدول ۱: نمونه ای از شاخص های رفاهی عملیاتی با بدترین و بهترین سناریوها در رابطه با رفاه ماهیان زینتی

دسته بندی رفاهی	شاخص عملیاتی رفاه	عنوان اقدام و عملکرد	بدترین حالت	بهترین حالت
رفتار	تهاجم	حملات نمایش‌های تهاجمی تعقیب گاز گرفتن	تعداد بالای رفتارهای تهاجمی که رفاه هم‌تانک‌ها را به‌خطر می‌اندازد.	تعداد محدودی از حملات رفتار پرخاشگرانه؛ رفاه همنوعان به‌خطر نمی‌افتد.
	سازگاری گونه	حملات نمایش‌های تهاجمی تعقیب گاز گرفتن قلمرو طلبی گروه شدن	رفتار نامناسب سازگاری یک گونه که منجر به رفتارهای تهاجمی می‌شود که رفاه هم‌تانک‌ها را به‌خطر می‌اندازد.	گونه‌هایی که برای قرار گرفتن در کنار هم انتخاب می‌شوند، سازگارند و رفتارهای طبیعی بدون به خطر انداختن رفاه همنوعان دیده می‌شود.
	رفتار شنا	تحرک نامنظم عدم تحرک حرکت سریع شناوری یا پنهان شدن رفتار تکراری و کلیشه‌ای	حرکات نامنظم زیاد، بی‌حرکت ماندن طولانی، ترس زیاد از تغییرات جدید، حرکت کنار شیشه، شناوری یا پنهان شدن بیش از حد	حرکات شنای طبیعی و معمولی
	تغذیه	خوراک جویی خوردن غذا	از دست دادن اشتها/ دنبال نکردن یا نگرفتن غذا	رفتارهای طبیعی خوراک جویی و غذا خوردن
	پر کردن فضا به طور مطلوب برای گونه	گیاهان سرپناه بستر	عدم اجرا	استفاده از تزئینات و ابزار مناسب برای پر کردن فضا
	ترکیب گونه ای	بله/ خیر	ترکیب جمعیتی نامناسب برای گونه ها	ترکیب گونه‌ای مناسب
محیط زندگی	کیفیت آب	pH اکسیژن محلول آمونیاک نیتریت / نیترات	خارج از محدوده استاندارد کیفیت آب پرورشی	داخل محدوده استاندارد کیفیت آب پرورشی
	رژیم نوری	وجود یا فقدان نور	رژیم نوری نامناسب با گونه	رژیم نوری مناسب گونه
	سر و صدا	وجود یا فقدان پمپ هوای داخلی بی‌صدا محل قرارگیری تانک	فیلتر داخلی با صدای بلند، با قرار گرفتن مخزن در منطقه‌ای با نویز زیاد	فیلتر داخلی آرام، با مخزنی در منطقه ساکت‌تر و دور از صداهای بلند نگهداری می‌شود.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

جدول ۱: نمونه ای از شاخص های رفاهی عملیاتی با بدترین و بهترین سناریوها در رابطه با رفاه ماهیان زینتی

دسته بندی رفاهی	شاخص عملیاتی رفاه	عنوان اقدام و عملکرد	بدترین حالت	بهترین حالت
دسته بندی رفاهی	شاخص عملیاتی رفاه	عنوان اقدام و عملکرد	بدترین حالت	بهترین حالت
	پروفایل تغذیه‌ای مناسب	بله / خیر	غذای نامناسب برای گونه	غذای مناسب گونه
تغذیه	غذای زنده (در صورتی که برای گونه قابل اجرا باشد.)	بله / خیر	بدون مکمل خوراک زنده	استفاده از مکمل خوراک زنده
	مقدار غذا	مقدار مناسب گونه و تعداد ماهی – بله / خیر	تغذیه بیش از حد باعث کیفیت پایین آب یا چاق شدن ماهی می‌شود. غذای خیلی کم باعث لاغر شدن ماهی می‌شود.	مقدار خوراک مناسب برای گونه و تعداد ماهی
سلامت کلی	شواهد جراحت	ضایعات/ زخم از دست دادن فلس‌ها آسیب باله	مشاهده شدید جراحت	فقدان جراحت‌های شدید
	شواهد بیماری	پوسیدگی باله لکه سفید رفتارهای مرتبط با بیماری	شواهد آشکار بیماری (انگل، عفونت، بیماری مانند لکه سفید، پوسیدگی باله، از دست دادن اشتها)	فقدان شواهد مشخص بیماری
	شواهد سوء تغذیه	اسکولیوزیس چاقی لوردوزیس از دست رفتن رنگدانه پوست تنفس سریع	شواهد مشخص سوء تغذیه یا چاقی	عدم وجود شواهد مشخص سوء تغذیه
	کیفیت آب	pH اکسیژن محلول آمونیاک نیتریت/ نیترات	خارج از شاخص‌های کیفیت آب بهینه	
شرایط حمل و نقل	آلودگی صوتی	بسته‌بندی – بله/خیر	آلودگی صوتی زیاد	آلودگی صوتی کم به همراه بسته‌بندی مناسب برای حمل و نقل جهت کاهش صدا
	مزاحمت مکانیکی	بسته‌بندی- بله/خیر	بدون بسته‌بندی برای محدود کردن آسیب مکانیکی، احتمال پارگی کیسه	بسته‌بندی مناسب برای کاهش احتمال آسیب مکانیکی بیش از حد، بسته‌بندی دو کیسه‌ای برای جلوگیری از پارگی

گوپی ها رفتار شنای خود را با محیط اجتماعی واقعی خود و اینکه آیا تهدید شکار احساس شده است، تطبیق می دهند. تفاوت‌های واضحی در رفتارهای شنای طبیعی بین گونه‌های مختلف وجود دارد. بنابراین، طبقه‌بندی رفتارهای شنا به‌عنوان «عادی» یا «غیر طبیعی» هم به گونه‌ها و هم به زمینه محیطی بستگی دارد. برخی از ماهیان زینتی برای جذابیتهای خود از

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

طریق انتخاب مورفولوژیکی مصنوعی مانند رنگ، بدن، دم و انواع چشم، که برای مصرف کنندگان جذاب تر به نظر می رسد، پرورش داده می‌شوند. برای مثال، برخی از افراد *D. rerio* از نظر ژنتیکی اصلاح شده اند تا از نظر زیبایی شناختی جذاب باشند مانند باله های اغراق آمیز که به عنوان باله بلند طبقه بندی می‌شوند. اگرچه انواع جهش یافته آنها نقص قابل توجه شنا را به دلیل باله های بلند در مقایسه با باله های کوتاه (باله های کوتاه) متعلق به همتایان وحشی خود دارا هستند. اما در مورد ماهی رنگین کمان باله نخی نر (*Iriatherina werneri*) به نظر نمی رسد که تزئینات مجلل آن مانع عملکرد شنا شود. این عامل یعنی اثر تغییرات مورفولوژیکی بر رفتار شنا در گونه‌های ماهی زینتی، ایجاد OWI های تعمیم یافته برای ماهی‌های زینتی را دشوار می کند. با توجه به اینکه به علت تعدد گونه‌های ماهیان زینتی، ایجاد OWI های خاص برای گونه غیر واقعی و غیر عملی است، گروه بندی گونه‌هایی که ویژگی های مورفولوژیکی و رفتاری مشابهی دارند می‌تواند ایجاد مجموعه ای از ابزارهای نظارت بر رفاه را برای استفاده در تجارت این ماهیان تسهیل کند.

OWIs غیر رفتاری

مشاهدات مورفولوژیک (رنگ، آسیب باله، التهاب)

با وجود این‌که امکان ارزیابی رفاه ماهی از طریق مشاهده میسر است، ولی به جای توجه به رفتارها، بر علائم مستقیم (گوشه‌گیری، ضایعات، گزیدگی‌ها)، تمرکز می‌شود. استرس می‌تواند باعث تغییر رنگ در پوست و چشم برخی از ماهی‌ها از جمله گونه‌های زینتی شود. در مقایسه با ماهی‌هایی که در تراکم کم پرورش می‌یابند، گوبی‌های شنی (*Pomatoschistus minutus*) که با تراکم بالاتر پرورش می‌یابند، چشم‌های تیره‌تر و درخشندگی کمتری داشتند که همبستگی مثبتی با تیره شدن پوست داشت. علاوه‌براین، چشم‌های گوپی‌ها (*Poecilia reticulata*) هنگام قرار گرفتن در معرض یک شکارچی، تیره می‌شوند. آزادماهیان می‌توانند پوست و چشم‌های خود را تیره کنند تا نشان‌دهنده عکس العمل‌های تهاجمی باشند. این‌کار مؤید آن است که تغییرات رنگ می‌تواند به عنوان شاخص استرس و رفاه پایین استفاده شود. صدمات فیزیکی (آسیب و خوردگی باله پشتی در ماهی قزل‌آلا و از بین رفتن فلس‌ها در ماهیان زینتی)، می‌تواند نشان‌دهنده رفاه ضعیف باشد. این امر به‌ویژه در مورد گونه‌های زینتی با باله های ظریف و بلند صادق است، زیرا در این ماهی‌ها پتانسیل ساییدگی وجود دارد. تکنیک‌های ضعیف حمل‌ونقل و روش‌های حمل‌ونقل نامناسب می‌تواند منجر به صدمات شود و حساسیت به باکتری‌هایی مانند *Vibrio parahaemolyticus* که عامل پوسیدگی دم و یک بیماری شایع در ماهی‌های زینتی است، افزایش دهد. در نتیجه، استفاده از مشاهدات صدمات فیزیکی در ترکیب با رفتار می‌تواند برای ارزیابی رفاه ماهیان زینتی مورد استفاده قرار گیرد.

تنفس و هواگیری

استرس منجر به افزایش تقاضای اکسیژن می‌شود که دریافت اکسیژن با افزایش سرعت هواگیری از طریق حرکات دهان یا حرکت سرپوش آبششی تامین می‌شود. بنابراین، حرکت سرپوش آبششی (OBR)[1] نشانگر خوبی از استرس در برخی شرایط است و می‌تواند از طریق فناوری حسگر زیستی یا با چشم شمارش شود. افزایش OBR ممکن است به دلیل استرس باشد. این افزایش همچنین می‌تواند نشان‌دهنده کمبود اکسیژن محلول در آب و یا مشکلات آبشش باشد. با این‌حال، بی‌حالی یا عدم فعالیت همراه با کاهش OBR نیز ممکن است، نشان‌دهنده سطوح پایین اکسیژن محلول باشد. از طریق محاسبه تعداد و دامنه حرکت OBR (میزان بازشدگی سرپوش آبششی در فرایند تنفس)، می‌توان شاخصی از فعالیت هواگیری ایجاد نموده و از روی آن میزان رفاه را ارزیابی نمود.

عفونت‌ها و بیماری‌ها

مشاهدات بصری عفونت‌ها و بیماری‌ها یا علائمی مانند فلاشینگ و مالش بدن به بستر و دیواره، به عنوان یک ابزار مؤثر و غیرتهاجمی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به ماهیت عفونت‌ها و بیماری‌های ماهی‌های زینتی، معمولاً علائم عفونت از طریق نشانه‌های قابل مشاهده یا ناهنجاری‌های رفتاری، مشهود بوده و برای همه ناظران در زنجیره تامین به‌راحتی قابل مشاهده است. مزایای استفاده از مشاهدات بصری عفونت‌ها و بیماری‌ها به عنوان یک OWI برای ارزیابی رفاه ماهیان زینتی این است که ماهی‌ها را می‌توان به صورت انفرادی (درمان دارویی پیشگیرانه یا مداخلات قطع غذا انجام داد) یا به صورت گروهی (قرنطینه یا

[1] Opercular beat rate (OBR)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

اقدامات تهاجمی بیشتری باید انجام شود)، مشاهده و درمان کرد (جدول ۱).

جمع‌بندی: تدوین OWI برای ماهیان زینتی

شرایط و شیوه‌های مناسب پرورش می‌تواند ماهی‌هایی تولید کند که استرس کمتری دارند، کمتر در معرض بیماری هستند، وضعیت فیزیولوژیک بهتری دارند و در نتیجه، از رفاه بهتری برخوردارند. با ترکیب شاخص‌های رفتاری شناسایی شده از طریق جستجوی سیستماتیک متون موجود و اقدامات غیرتهاجمی اضافی که در بالا مورد بحث قرار گرفت، OWIs بالقوه برای ماهی‌های زینتی ارائه شده است. OWIs باید کاملاً جامع باشند و شاخص‌های قابل اندازه‌گیری متعددی که ماهی با آنها در تماس است، برای مقابله با هر گونه اثرات ناشی از عوامل استرس‌زای قابل اجتناب در خود گنجانده باشد. ابزارهای نظارت بر رفاه موجود تمایل به پرداختن به چهار دسته رفاه شامل محیط زندگی، تغذیه، سلامت یا آسیب ظاهری و رفتار، هستند. با این‌حال، با افزایش اذعان به این‌که حمل‌ونقل یک عامل استرس‌زا برای ماهیان زینتی است، شرایط حمل‌ونقل باید در دسته بندی های رفاهی گنجانده شود. شاخص‌های رفاهی کلی با استفاده از یافته‌های علمی موجود در تجمیع با دریافت‌های متخصصین و ذی‌نفعان توسعه می‌یابند. با توجه به گستره وسیع گونه‌های زینتی تجاری، یک رویکرد واحد برای همه مناسب نیست. ایجاد مجموعه ای از OWIs عمومی با تمرکز بر رفتار، ممکن است به شناسایی موقعیت‌هایی که رفاه در خطر است، کمک کند. علاوه‌براین، با افزایش محبوبیت در نگهداری ماهیان زینتی، ایجاد قوانین و استانداردهای پرورش برای هر مرحله از زنجیره تامین ماهیان زینتی با هدف بهبود رفاه ضروری است. با توجه به آگاهی خریداران از رفاه حیوانات، اطمینان از این‌که ماهی‌ها با روش‌های اخلاقی پرورش می‌یابند و در معرض شرایط بد رفاهی قرار نمی‌گیرند، ممکن است تجارت ماهی‌های زینتی را حتی سودآورتر کند. برای بهبود رفاه، تلاش همه افراد حاضر در زنجیره تامین ماهیان زینتی و ذی‌نفعان برای یافتن راه‌حل چگونگی اصلاح چالش‌های رفاهی در صورت بروز، مورد نیاز است. قدم اول در این امر، بهبود آموزش برای همه ذی‌نفعان در مورد این‌که چه چیزی باعث تضعیف رفاه می‌شود و چگونه می‌توان آن را اصلاح کرد، در کنار تحقیقات در مورد بهبود رفاه ماهیان زینتی و توسعه ابزار نظارت بر رفاه ماهیان زینتی با استفاده از OWIs غیر تهاجمی است. به طور کلی، در زمینه رفاه حیوانات علاقه فزاینده‌ای به بهبود رفاه از طریق ایجاد شاخص‌های رفاهی عملیاتی (OWIs) وجود دارد که در آن شاخص‌های فردی برای ارزیابی رفاه حیوانات گردآوری می‌شوند. OWI ها می‌توانند ماهیتی مورفولوژیک، رفتاری، فیزیولوژیک، متابولیک یا غیر زنده داشته باشند. در حال حاضر، اگرچه شاخص برای گونه‌های ماهی‌های غذایی وجود دارد، امام هیچ شاخص عملیاتی رفاه برای استفاده در تجارت ماهی‌های زینتی وجود ندارد. با استفاده از شاخص‌های رفتاری و غیر رفتاری ارائه شده در این مقاله، می‌توان OWI مناسبی برای گونه‌های مختلف ماهیان زینتی تعریف کرد. برای شروع می‌توان شاخص‌های عمومی را برای دسته‌بندی‌های بزرگتر (ماهیان آب شیرین یا آب شور، گوشتخوار یا گیاهخوار، ...)، تعریف نمود و به‌تدریج OWIs جزئی‌تر تعریف شود.

منابع

Huntingford, F.A., Adams, C., Braithwaite, V.A., *et al.*, 2006. Current issues in fish welfare. *J Fish Biol*, 68(2):332-372. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2005.01046.x

Jones, M., Alexander, M.E., Snellgrove, D., Smith, P., Bramhall, S., Carey, P., Henriquez, F.L., McLellan, I. and Sloman, K.A., 2022. How should we monitor welfare in the ornamental fish trade?. *Reviews in Aquaculture*, 14(2), pp:770-790. DOI:10.1111/raq.12624

Luz, R.K. and Favero, G.C., 2024. Use of salt, anesthetics, and stocking density in transport of live fish: A review. *Fishes*, 9(7), 286P. https://doi.org/10.3390/fishes9070286.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

Masud, N., Ellison, A. and Cable, J., 2019. A neglected fish stressor: mechanical disturbance during transportation impacts susceptibility to disease in a globally important ornamental fish. Diseases of Aquatic Organisms, 134:25-32. DOI:10.3354/dao03362.

Metar, S., Chogale, N., Shinde, K., Satam, S., Sadawarte, V., Sawant, A., Nirmale, V., Pagarkar, A. and Singh, H., 2018. Transportation of live marine ornamental fish. ***Advanced Agricultural Research & Technology Journal*****, *2*(2), pp: 206-208.**

Patro, K.S.K., Yadav, V.K., Bharti, V.S., Sharma, A., Sharma, A. and Senthilkumar, T., 2023. IoT and ML approach for ornamental fish behavior analysis. *Scientific Reports*, 13(1), pp. 21-415. https://doi.org/10.1038/s41598-023-48057-w

Pouil, S., Tlusty, M.F., Rhyne, A.L. and Metian, M., 2019. Aquaculture of marine ornamental fish: overview of the production trends and the role of academic in research progress Reviews in Aquaculture.12(2):1217-1230. DOI:1217-1230.10.1111/raq.12381.

Salehi, M., and Feyzbakhsh, R., 2021. Future research on the development of the Iranian ornamental fish trade based on model evaluation Environmental Scanning Model and determine strategy planning in international marketing, *Journal of Ornamental Aquatics*, 8(1):29-38. DOR:20.1001.1.24234575.1400.8.1.2.6.

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):30. DOI:10.3390/fishes4020030.

Thongprajukaew, K., Takaeh, S., Esor, N., Saekhow, S., Malawa, S., Nuntapong, N., Hahor, W. and Choodum, A., 2023. Optimal water volume for transportation of male Siamese fighting fish (Betta splendens). *Aquaculture Reports*, 28, pp: 101-430. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101430

Toni, M., Manciocco, A., Angiulli, E., Alleva, E., Cioni, C. and Malavasi, S., 2019. Review: Assessing fish welfare in research and aquaculture, with a focus on European directives. *Animals*, 13(1):161-170. DOI:10.1017/S1751 73111 8000940.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]

Fish welfare in ornamental fish trade and its indicators

Davood Zargham*[1], Alireza Ghaedi[1], Tayebeh Bashti[1]

*Corresponding author's Email: davoodzargham61@gmail.com

1- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran

Abstract:

Ornamental fish are classified as high value and low volume products. At each stage of the ornamental fish supply chain, fish are potentially exposed to stressors that can be detrimental to their welfare. During packaging, transport and adaptation, fish can experience high stress and their welfare can be compromised, leading to reduced safety and high mortality. Meanwhile, the transportation of live fish is known as the main cause of stress. It is estimated to be less than 5% for freshwater fish and up to 80% for wild-caught marine fish. One of the problems facing ornamental fish trade regulations is the difficulty in monitoring the welfare of ornamental fish. Rules have been defined for fish welfare in food fish aquaculture and for research processes, but few rules exist for the welfare of domestic and ornamental fish. Indicators for determining well-being can be divided into two categories: behavioral and non-behavioral. For example, the physiological effects of high stocking density in ornamental fish can lead to reduced water quality and increased aggressive behavior, while in some other species, low stocking can lead to increased territoriality and increased aggressive behavior by the dominant fish, causing damage to weak ones. For this reason, it is necessary to understand the behavioral compatibility of different species of ornamental fish. Also, changes in water quality between each stage of trade can expose the fish to considerable stress. One of the reasons for the difficulty of creating operational welfare indicators (OWI) for ornamental fish is the impact of the morphology of these fish on natural and swimming behaviors, which in some species is due to genetic manipulations and etc. in fish with big eyes, unnaturally long fins and bubbles. Another indicator of determining welfare is the use of observations of physical injuries, which in combination with behavior can be used to evaluate the welfare of ornamental fish. Using the behavioral and non-behavioral indicators presented in this article, a suitable OWI can be defined for different species of ornamental fish. To begin with, general indicators can be defined for larger categories (freshwater or saltwater fish, carnivores or herbivores, ...), and gradually OWIs can be defined in more detail.

Key Words: Welfare, Ornamental fish, Trade, Transportation, Operational welfare indicators.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.6]