نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
ISSN: 2423-6349
دوره ۱۳، شماره ۴، صفحات ۷۴-۶۳
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

ارزیابی پتانسیل تهاجم زیستی ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) در زیست بوم‌های آبی ایران

محسن برخوردار[1*]، اشکان زرگری[2]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۲- گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران.

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۸
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۶

نویسنده مسئول مکاتبه:
محسن برخوردار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
ایمیل:
Mohsen.Barkhordar@gmail.com

چکیده

ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) یکی از گونه‌های مهم آبزی پرورشی در جهان است که گاه به نادرست به عنوان گونه‌ای مهاجم معرفی می‌شود. این بررسی با تکیه بر شواهد علمی از منابع معتبر بین المللی، به تحلیل دیدگاه‌های مرتبط با غیرمهاجم بودن این گونه و شرایط مدیریتی لازم برای کنترل و استفاده پایدار از آن در ایران می پردازد. یافته‌ها نشان می‌دهند که در زیست بوم‌های بسته و تحت نظارت، تیلاپیا می‌تواند نقش گونه اقتصادی بی‌خطر را ایفا کند. هرچند بسیاری از مطالعات اکولوژیکی این گونه را در ایران مهاجم توصیف کرده‌اند، اما بررسی‌های جدید نشان می‌دهد که در زیستگاه‌های بومی و محیط‌های مدیریت شده تیلاپیای نیل را نمی‌توان گونه‌ای مهاجم دانست. تمرکز اصلی بر تمایز بین اثرات انتشار تصادفی در محیط‌های غیربومی و نقش این گونه در اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی کنترل شده است. این مقاله تحلیلی با هدف بررسی دیدگاه‌های علمی پیرامون مهاجم یا غیرمهاجم بودن تیلاپیای نیل و شرایطی را که در آن این گونه فاقد اثر تهاجمی محسوب می‌شود، مورد تحلیل قرار می‌دهد. مطابق با نتایج، پتانسیل تهاجمی تنها زمانی محقق می‌شود که رهاسازی‌های کنترل‌نشده و گسترده، با زیستگاه‌های غیربومی دارای شرایط ایده‌ال (دمای پایدار گرم، منابع غذایی فراوان، فقدان شکارگران طبیعی) تلاقی یابد، همان‌گونه که در مورد تالاب شادگان مشاهده شده است. بنابراین، تکیه‌گاه سیاست‌گذاری محیط‌زیستی باید از ممنوعیت صرف به سمت ارتقای مدیریت مسئولانه و مبتنی بر فناوری در مزارع تغییر کند. از جمله راهبرد پیشنهادی می‌توان به توسعه پایدار مبتنی بر فناوری، با حمایت از پرورش تیلاپیا تنها در سیستم‌های کاملاً بسته و مدیریت فعال و یکپارچه در کانون‌های بحرانی شناسایی‌شده، با تمرکز بر کنترل جمعیت‌های مستقرشده از طریق پایش مستمر، تحقیقات در زمینه روش‌های کنترل زیستی و تقویت نظارت بر آبراهه‌ها برای جلوگیری از گسترش ثانویه اشاره کرد.

کلید واژه‌ها: تیلاپیای نیل؛ آبزی پروری؛ غیرمهاجم؛ ایران.

کلمات کلیدی: شاخص زیستی، رویکرد اکولوژیکی، ماهی، رودخانه سیروان.

۱. جایگاه جهانی و چالش‌های پرورش تیلاپیا

تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) به‌عنوان یکی از گونه‌های پرورشی پیشرو در سطح جهان، نقش حیاتی در تأمین امنیت غذایی و معیشت در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری ایفا می‌کند. با این وجود، موفقیت گسترده این گونه، نگرانی‌های جدی در مورد پیامدهای اکولوژیک ناشی از فرار یا رهاسازی آن در خارج از محدوده بومی را برانگیخته است. این مقاله با رویکردی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

تحلیلی، جایگاه جهانی پرورش تیلاپیا را مرور کرده و به بررسی تقابل بین منافع اقتصادی چشمگیر آن و مخاطرات بالقوه ناشی از رفتار مهاجم این گونه در اکوسیستم‌های غیربومی می‌پردازد. هدف نهایی، ارائه چارچوبی علمی برای تمایز بین "پتانسیل ذاتی مهاجم بودن" و "وضعیت واقعی تحت مدیریت مطلوب" و ارائه رهنمودهایی برای توسعه پایدار این صنعت در بسترهایی مانند ایران است. تیلاپیای نیل (*O. niloticus*)، عضوی از خانواده سیکلیدها (Cichlidae) و بومی حوضه رود نیل و آب‌های شرق آفریقا، به‌عنوان یکی از موفق‌ترین گونه‌های پرورشی در عرصه جهانی آبزی‌پروری شناخته می‌شود. سابقه طولانی پرورش این ماهی که به هزاران سال قبل بازمی‌گردد، گواهی بر مقاومت و سازگاری استثنایی آن است (El-Sayed، ۲۰۱۹). این گونه به‌دلیل برخورداری از صفات مطلوبی همچون رشد سریع (به‌ویژه در دمای بهینه ۲۸ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد)، بازده بالای تبدیل غذایی، تحمل گسترده نسبت به نوسانات پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب (نظیر دما، شوری و طیف وسیعی از pH) و توانایی تغذیه از سطوح مختلف زنجیره غذایی (از جمله جلبک‌ها و مواد آلی)، در کانون توجه صنعت آبزی‌پروری قرار گرفته است. بر اساس گزارش‌های سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)، تیلاپیا پس از کپورماهیان و میگو از لحاظ حجم تولید در جایگاه برجسته‌ای در صنعت آبزی‌پروری جهانی قرار دارد (FAO، ۲۰۲۰). این ویژگی‌ها، همراه با توانایی تولیدمثل نسبتاً آسان، آن را به منبعی حیاتی و مقرون‌به‌صرفه برای تأمین پروتئین حیوانی برای میلیون‌ها نفر در سراسر جهان تبدیل کرده است.

با این حال، موفقیت جهانی پرورش تیلاپیا، پیامدهای ناخواسته‌ای نیز به همراه داشته است. گسترش جغرافیایی این گونه، چه از طریق معرفی عمدی برای اهداف پرورشی و چه در اثر فرار از تاسیسات پرورشی یا رهاسازی‌های غیرقانونی، منجر به حضور آن در بیش از ۱۲۰ کشور خارج از محدوده طبیعی شده است (El-Sayed، ۲۰۱۹). این امر سؤال مهمی را در حوزه زیست‌شناسی حفاظت مطرح می‌سازد: آیا این معرفی‌ها لزوماً به معنای «تهاجم اکولوژیکی» است؟ از منظر علمی، یک گونه مهاجم به گونه‌ای اطلاق می‌شود که پس از معرفی به منطقه‌ای خارج از پراکنش بومی خود، موفق به استقرار، تولیدمثل و گسترش شده و تأثیرات منفی قابل توجهی بر تنوع زیستی بومی، ساختار اکوسیستم یا فعالیت‌های اقتصادی انسانی وارد آورد (Wayne و همکاران، ۲۰۰۵). تیلاپیا به دلیل تحمل اکولوژیک بالا و رفتارهای رقابتی (مانند رقابت برای منابع غذایی و قلمرو) پتانسیل ذاتی برای تبدیل شدن به چنین گونه‌ای را داراست. گزارش‌های متعددی از مناطق مختلف جهان حاکی از تأثیرات منفی جمعیت‌های رهاسازی شده تیلاپیا بر گونه‌های بومی ماهیان از طریق رقابت، دورگه‌زایی یا انتقال بیماری‌ها است.

بنابراین، یک تنش اساسی بین سود اقتصادی کلان ناشی از پرورش این گونه و نگرانی‌های جدی پیرامون حفاظت از اکوسیستم‌های آبی به وجود آمده است. بسیاری از نگرانی‌ها مبتنی بر مشاهدات موردی از اکوسیستم‌هایی است که در آنها رهاسازی‌های ناخواسته یا مدیریت نشده رخ داده است. با این حال، در محیط‌های کاملاً مدیریت شده و بسته (مانند استخرهای خاکی یا سیستم‌های مداربسته)، ریسک انتشار و پیامدهای اکولوژیک آن به حداقل می‌رسد. از این رو، تمایز قائل شدن بین "تهاجم بالفعل" در شرایط طبیعی و "پتانسیل تهاجم" در شرایط کنترل‌شده پرورشی، از اهمیت علمی و مدیریتی بالایی برخوردار است.

هدف از بررسی حاضر، ارائه یک ارزیابی متعادل و مبتنی بر شواهد است تا مرز بین این دو مفهوم را روشن سازد. در این راستا، ضروری است تا راهکارهای مدیریتی کارآمد برای به حداقل رساندن ریسک فرار و رهاسازی، از جمله استفاده از سیستم‌های پرورشی ایمن، توسعه نژادهای تک جنسی تمام نر برای جلوگیری از تکثیر غیرقابل کنترل در طبیعت، و رعایت مقررات سختگیرانه در معرفی گونه، مورد تأکید قرار گیرند. برای کشورهایی مانند ایران که دارای اکوسیستم‌های آبی حساس و بومی منحصربه‌فرد هستند، تدوین یک برنامه راهبردی ملی شامل ارزیابی دقیق ریسک پیش از معرفی، پایش مستمر سایت‌های پرورشی و مطالعات اکولوژیک بلندمدت بر روی جمعیت‌های احتمالی رهاسازی شده، کلید توسعه پایدار صنعت پرورش تیلاپیا بدون تهدید تنوع زیستی ارزشمند کشور است. بهره‌گیری از مدل‌های ارزیابی ریسک و تجربیات بین‌المللی می‌تواند در شکل‌دهی به این سیاست‌ها مؤثر واقع شود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

۲. مفهوم مهاجم بودن در آبزی پروری

بر اساس تعریف اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN)، گونه مهاجم گونه‌ای است که در نتیجه فعالیت‌های انسانی، خارج از محدوده پراکنش طبیعی خود معرفی شده و تهدیدی جدی برای تنوع زیستی بومی، عملکرد اکوسیستم‌ها، فعالیت‌های اقتصادی یا سلامت انسان به شمار می‌رود (IUCN، ۲۰۲۰). یک گونه برای اینکه به‌عنوان مهاجم طبقه‌بندی گردد، می‌بایست سه معیار اصلی زیر را به‌طور همزمان برآورده سازد (Blackburn و همکاران، ۲۰۱۱). معرفی و استقرار گونه باید توسط انسان (به‌صورت عمدی یا غیرعمدی) به منطقه‌ای خارج از محدوده بومی و تاریخی خود منتقل شده و در آنجا به‌طور پایدار جمعیت خود را حفظ کند. گسترش و پراکنش گونه پس از استقرار، باید توانایی افزایش جمعیت و گسترش جغرافیایی در زیستگاه جدید را داشته باشد. ایجاد تأثیر منفی گونه می‌بایست اثرات مخرب و قابل اندازه‌گیری بر اکوسیستم میزبان داشته باشد. این تأثیرات می‌تواند شامل کاهش جمعیت یا انقراض گونه‌های بومی از طریق رقابت، شکار یا انتقال بیماری، تغییر در ساختار و عملکرد جوامع زیستی، مختل کردن شبکه‌های غذایی، یا تغییر در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی باشد.

در مورد تیلاپیای نیل (*O. niloticus*)، اعمال مستقیم و بدون قید و شرط این تعریف نیازمند احتیاط و درنظرگیری بافت اکولوژیک است. در زیستگاه‌های بومی این گونه، نظیر دریاچه ویکتوریا و حوضه آبریز رود نیل، تیلاپیای نیل یک جزء تثبیت‌شده و بومی اکوسیستم محسوب می‌شود که در طی فرآیندهای تکاملی طولانی‌مدت، با عوامل محدودکننده طبیعی از جمله شکارگران و نیز رقبای غذایی دیگر گونه‌ها هم‌ساز شده است. در این چارچوب بوم‌سازگانی، نقش اکولوژیک تیلاپیا اغلب به‌عنوان یک همه‌چیزخوار فرصت‌طلب و انعطاف‌پذیر تعریف می‌شود که از طیف گسترده‌ای از منابع غذایی شامل فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، جلبک‌های ماکروسکوپی، مواد آلی تجزیه‌شده و بی‌مهرگان کوچک تغذیه می‌کند. در این محیط‌ها، رقابت بین تیلاپیا و سایر گونه‌های بومی بخشی جدایی‌ناپذیر از پویایی‌های جمعیتی و تعادل طبیعی اکوسیستم است و نه یک عامل برهم‌زننده یا "تهاجم" در مفهوم مدرن آن. لذا، ماهیت و شدت تأثیرات تیلاپیا به شدت وابسته به شرایط محیطی جدیدی است که به آن معرفی می‌شود. بررسی‌های علمی اخیر بر مقایسه نظام‌مند اثرات این گونه در زیستگاه‌های مختلف (بومی در مقابل معرفی‌شده) و نیز تحت رژیم‌های مدیریتی متفاوت (مثلاً پرورش در استخرهای ایزوله در مقابل رهاسازی در آب‌های آزاد) تمرکز دارند. یافته‌ها نشان می‌دهند که محیط جدید (از نظر حضور یا عدم حضور شکارگران طبیعی، رقبا، و آسیب‌پذیری اکوسیستم) و کیفیت مدیریت پرورش یا کنترل جمعیت‌های معرفی‌شده، عوامل تعیین‌کننده نهایی در شکل‌دهی به پیامدهای اکولوژیکی تیلاپیا هستند (Canonico و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین، برچسب‌زنی صرف این گونه به عنوان "مهاجم" بدون در نظر گرفتن این زمینه‌های اکولوژیکی و مدیریتی، می‌تواند گمراه‌کننده بوده و مانع از تدوین استراتژی‌های مدیریتی مناسب شود.

۳. مکانیسم‌های بالقوه مهاجم بودن تیلاپیا

هنگامی که تیلاپیای نیل(*O. niloticus*) به‌صورت عمدی یا غیرعمدی در یک محیط آبی خارج از محدوده پراکنش طبیعی خود رهاسازی می‌شود، نگرانی‌های جدی زیستمحیطی در مورد پتانسیل تهاجمی آن و اثرات مخرب بر اکوسیستم میزبان شکل می‌گیرد. این نگرانی‌ها عمدتاً حول سه محور اصلی اکولوژیکی متمرکز می‌شوند (Gozlan، ۲۰۰۸؛ Canonico و همکاران، ۲۰۰۵). رقابت برای منابع غذایی و زیستگاه که تیلاپیای نیل، به ویژه در مراحل لاروی و نوجوانی، یک پلانکتون‌خوار فعال و مؤثر محسوب می‌شود. این ماهی با فیلتر کردن آب، مقادیر زیادی از زئوپلانکتون و فیتوپلانکتون را مورد تغذیه قرار می‌دهد. این رژیم غذایی می‌تواند منجر به رقابت تداخلی مستقیم با گونه‌های بومی ماهیان یا سایر آبزیان (نظیر برخی لارو حشرات آبزی یا ماهیان کوچک بومی) که برای بقا و رشد به همین منابع پلانکتونی وابسته هستند، شود. در بلندمدت، این رقابت می‌تواند سبب کاهش موفقیت تغذیه، نرخ رشد و در نهایت بقای جمعیت گونه‌های بومی رقیب گردد. تخریب و تغییر فیزیکی زیستگاه و رفتارهای ویژه تولیدمثلی تیلاپیا یکی از نگران‌کننده‌ترین جنبه‌های اکولوژیک آن در محیط‌های غیربومی است. جنس نر این گونه در فصل تولیدمثل اقدام به حفر آشیانه در بسترهای نرم (شنی یا سیلتی) رودخانه‌ها، دریاچه‌ها یا مخازن می‌کند. این فعالیت

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

حفاری جمعی می‌تواند منجر به تغییرات چشمگیر در ساختار فیزیکی بستر، افزایش کدورت آب (به دلیل معلق‌سازی رسوبات) و تخریب پناهگاه‌های طبیعی موجودات کفزی شود. علاوه بر این، این تغییرات می‌تواند زیستگاه‌های تخم‌ریزی گونه‌های بومی که برای این منظور به بستر دست‌نخورده و پایدار وابسته هستند (مانند برخی گونه‌های کپور یا گربه‌ماهی) را مختل کرده و موفقیت تولیدمثلی آن‌ها را کاهش دهد. تیلاپیای نیل از نرخ زادآوری و تکرار تولیدمثل بالایی برخوردار است. ماده‌ها می‌توانند چندین بار در سال تخم‌ریزی کنند و جنس ماده نیز از تخم‌ها و لاروهای اولیه مراقبت دهانی می‌کند که این امر میزان بقای نوزادان را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. در غیاب یا کمبود شکارگران طبیعی مؤثر در محیط جدید (که معمولاً برای کنترل جمعیت آن در زیستگاه بومی تکامل یافته‌اند)، این ویژگی‌ها می‌تواند منجر به افزایش نمایی جمعیت در مدت زمان کوتاهی شود. تشکیل جمعیت غالب توسط این گونه می‌تواند ساختار جامعه جانوری آبزی را به هم زده و با تصرف سهم بیشتری از منابع، فشار رقابتی مضاعفی بر گونه‌های باقی‌مانده وارد آورد و در نهایت به کاهش تنوع زیستی بومی بینجامد.

۴. آستانه تحمل حرارتی تیلاپیا

تیلاپیای نیل یک گونه ماهی خونسرد و به‌طور ذاتی گرمادوست است. پارامتر دما به‌عنوان عاملی تعیین‌کننده، بر متابولیسم، نرخ رشد، فعالیت تغذیه‌ای، سیستم ایمنی و موفقیت تولیدمثلی این گونه تأثیر مستقیم و حیاتی دارد. داده‌های دقیق فیزیولوژیکی و بیولوژیکی نشان می‌دهند که این گونه دارای آستانه‌های دمایی مشخصی است (Peterson و همکاران، ۲۰۰۵). فعالیت‌های زیستی مانند هضم، رشد سوماتیک و تغذیه مؤثر، تنها زمانی به حداکثر پتانسیل ژنتیکی خود می‌رسند که دمای آب به‌طور پیوسته بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد حفظ شود. این گونه قادر است دماهای پایین‌تر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد را برای دوره‌های زمانی کوتاه (چند روز تا چند هفته) تحمل کند. در این دماها، ماهی وارد فاز استرس فیزیولوژیک شده، فعالیت متابولیک خود را به حداقل می‌رساند و از تغذیه امتناع می‌ورزد. کاهش دمای آب به زیر ۱۴-۱۲ درجه سانتی‌گراد منجر به توقف کامل رشد، سرکوب شدید سیستم ایمنی (افزایش حساسیت به بیماری‌ها)، ناهنجاری‌های متابولیک و در نهایت افزایش تصاعدی نرخ مرگ و میر، به ویژه در مواجهه طولانی‌مدت می‌شود(Peterson و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین، بقا و تکثیر پایدار جمعیت‌های وحشی این گونه تنها در مناطقی تضمین می‌شود که دمای آب در تمام طول سال در محدوده گرمسیری (معمولاً بالای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) حفظ گردد (FAO، ۲۰۲۰).

برای آنکه یک جمعیت رهاسازی شده از تیلاپیا بتواند به‌عنوان یک گونه مهاجم مستقر شده و جمعیت خود را گسترش دهد، نیازمند زیستگاه‌هایی با شرایط محیطی بسیار خاص است (Pierce-Costa، ۲۰۰۳). ضروری است که دمای آب در طول سال، حتی در سردترین ماه‌ها، هیچ‌گاه برای مدت طولانی (بیش از چند روز) به زیر آستانه تحمل (حدود ۱۲-۱۰ درجه سانتی‌گراد) سقوط نکند. حضور آب‌های با جریان آرام یا راکد، نظیر دریاچه‌های طبیعی، مخازن سدها، تالاب‌های پایدار یا بخش‌هایی از رودخانه‌ها با شیب کم که امکان تشکیل استخرها و حوضچه‌های پایدار را فراهم می‌آورند. حضور گیاهان آبزی (ماکروفیت‌ها) و جلبک‌ها که هم به عنوان منبع غذایی اولیه و هم به عنوان پناهگاهی در برابر شکارگران عمل می‌کنند. نوسانات شدید و ناگهانی سطح آب (مانند سیلاب‌های بهاری یا خشک‌شدن تابستانه) می‌تواند منجر به نابودی مستقیم آشیانه‌ها، تخم‌ها و لاروها یا محروم کردن ماهیان از زیستگاه‌های تغذیه‌ای و تخم‌ریزی شود.

۵. ارزیابی شرایط اقلیمی و آبی

ایران دارای اقلیمی غالباً خشک و نیمه‌خشک است که از نظر رژیم دمایی و هیدرولوژیکی، تفاوت بنیادینی با الگوهای اقلیمی گرمسیری مرطوب (حاره‌ای) دارد (Alizadeh و Keshavarz، ۲۰۲۰). حتی در گرم‌ترین مناطق جنوبی کشور (مانند استان‌های خوزستان یا هرمزگان)، دوره زمستان با کاهش محسوس و گاه شدید دما همراه است. در طول ماه‌های سرد سال (معمولاً از آذر تا اسفند)، دمای آب در اکثریت قریب به اتفاق رودخانه‌ها، دریاچه‌های طبیعی، تالاب‌ها و حتی مخازن سدهای مناطق کم‌ارتفاع ایران، به زیر ۱۵ درجه سانتی‌گراد سقوط کرده و در بسیاری از موارد برای هفته‌ها یا حتی ماه‌ها در محدوده ۸ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد باقی می‌ماند. این دوره سرمای پایدار و طولانی، یک عامل محدودکننده طبیعی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

قوی برای جمعیت‌های احتمالی رهاسازی شده تیلاپیا محسوب می‌شود. این شرایط منجر به استرس سرمایی، توقف تولیدمثل، افزایش تلفات (به ویژه در ماهیان جوان و ضعیف) و در نهایت جلوگیری از تثبیت موفقیت‌آمیز و تشکیل نسل‌های بعدی پایدار می‌گردد (Peterson و همکاران، ۲۰۰۵). از منظر انرژی زیستی، تکثیر موفق و رشد کافی تیلاپیا نیازمند انباشت میزان مشخصی از درجه-روزهای رشد در طول سال است. در اقلیم ایران، به دلیل طولانی بودن فصل با دمای زیر بهینه، مجموع درجه-روزهای مؤثر اغلب برای تکمیل چندین چرخه تولیدمثل و دستیابی به رشد حداکثری که برای رقابت موفق ضروری است، کافی نمی‌باشد (FAO، ۲۰۲۰). در نتیجه، با در نظر گرفتن ملاحظات اکوفیزیولوژیکی و اقلیم‌شناسی تطبیقی، به نظر می‌رسد زیستگاه‌های طبیعی ایران فاقد تداوم شرایط گرمایی و هیدرولوژیک پایداری هستند که برای استقرار خودپایا و تبدیل شدن تیلاپیای نیل به یک گونه مهاجم موفق در مقیاس گسترده ضروری است. این یافته نقش کلیدی ارزیابی‌های دقیق زیست‌اقلیمی را پیش از هر گونه تصمیم‌گیری مدیریتی درباره معرفی یا کنترل این گونه برجسته می‌سازد.

۶. ویژگی‌های هیدرولوژیکی رودخانه‌ها و تالاب‌ها

ساختار و رژیم هیدرولوژیکی غالب در رودخانه‌ها و پهنه‌های آبی ایران، در تضاد بنیادین با الزامات زیستی تیلاپیای نیل برای استقرار و گسترش پایدار به عنوان یک جمعیت وحشی قرار دارد. این ناسازگاری عمدتاً ناشی از سه ویژگی کلیدی هیدرواقلیمی ایران است. بسیاری از رودخانه‌های ایران (به ویژه در حوضه‌های داخلی و مرکزی) دارای رژیم جریان گذرا و فصلی هستند. در فصول گرم سال (بهار و تابستان)، افزایش نرخ تبخیر و بهره‌برداری گسترده برای مصارف کشاورزی و شهری، موجب کاهش شدید دبی جریان، کم‌عمق شدن و در موارد بسیاری، خشک‌شدگی کامل مسیل‌ها می‌گردد. این نوسانات هیدرولوژیک شدید از دو جنبه برای تیلاپیا محدودیت‌ساز است: نخست، از ایجاد پناهگاه‌های عمیق و پایدار دمایی که برای بقا در روزهای بسیار گرم یا حفظ گرما در شب‌های سرد ضروری هستند، جلوگیری می‌کند. دوم، زیستگاه را به شدت ناپایدار ساخته و جمعیت ماهیان را در معرض خطر نابودی ناگهانی ناشی از خشک‌شدگی قرار می‌دهد (Shamsai و همکارن، ۲۰۱۷). میانگین نرخ تبخیر سالانه در بسیاری از مناطق ایران، به ویژه در فلات مرکزی و نواحی شرقی، به مراتب بالاتر از ورود طبیعی آب از طریق بارش است. این عدم تعادل هیدرولوژیک منجر به کاهش مستمر حجم و سطح پهنه‌های آبی مانند دریاچه‌ها، تالاب‌ها و مخازن سدها در طول زمان می‌شود. کوچک‌شدن و کم‌عمق‌شدن تدریجی این زیستگاه‌ها، ظرفیت برد و پایداری آن‌ها را برای میزبانی از یک جمعیت ماهی با نیازهای فضایی و تغذیه‌ای نسبتاً بالا، مانند تیلاپیا، به شدت کاهش می‌دهد. بسیاری از تالاب‌ها و دریاچه‌های مهم ایران، نظیر دریاچه ارومیه و تالاب‌های حوزه‌های مرکزی و جنوبی، با پدیده فزاینده شوری دست‌وپنجه نرم می‌کنند. این افزایش شوری عمدتاً ناشی از کاهش ورودی آب شیرین، تبخیر شدید و در برخی موارد، فعالیت‌های انسانی است (Shahidi و همکاران، ۲۰۱۷). اگرچه تیلاپیای نیل توانایی تحمل طیف وسیعی از شوری (از آب شیرین تا آب‌های لب‌شور) را دارد، اما ترکیب شوری بسیار بالا (به ویژه در انتهای دوره خشکی) با دمای بالا، یک استرس چندگانه ایجاد می‌کند. این شرایط می‌تواند بر تعادل اسمزی، متابولیسم و سیستم ایمنی ماهی تأثیر منفی گذاشته و بقا و موفقیت تولیدمثلی آن را حتی در جمعیت‌های مقاوم، به خطر اندازد (Ibrahim و Negm، ۲۰۱۹).

با توجه به نکات ارائه شده، لذا می‌توان اذعان داشت که ساختار هیدرواقلیمی ایران که تحت سلطه خشکسالی‌های مکرر، نوسانات فصلی شدید دبی آب، تبخیر بالا و چالش فزاینده شوری است، با نیازهای حیاتی تیلاپیای نیل برای دسترسی پیوسته به آب با حجم و عمق کافی، پایداری دمایی و کیفیت مناسب آب، در تضادی اساسی قرار دارد. این ناسازگاری ذاتی، یک عامل بازدارنده طبیعی قوی در برابر استقرار و تبدیل شدن این گونه به یک جمعیت مهاجم پایدار و خودتکثیرشونده در اکوسیستم‌های آبی طبیعی ایران محسوب می‌شود.

۷. مقایسه مقابل مناطق مهاجم خیز تیلاپیا

بررسی تطبیقی مناطق جغرافیایی که در آن‌ها تیلاپیا به‌عنوان یک گونه مهاجم با موفقیت مستقر شده و گسترش یافته است، تفاوت‌های کلیدی و تعیین‌کننده‌ای را در شرایط محیطی این مناطق در مقایسه با ایران آشکار می‌سازد. این تفاوت‌ها به‌وضوح در پارامترهای اصلی تعیین‌کننده موفقیت اکولوژیک یک گونه مهاجم، یعنی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

اقلیم، هیدرولوژی و در نتیجه پایداری جمعیت، قابل مشاهده است. جدول ۱ به‌صورت خلاصه‌شده این مقایسه را ارائه می‌دهد. همان‌گونه که از اطلاعات ارائه شده در جدول ۱ برمی‌آید، کشورهایی که با چالش جدی مهاجم بودن تیلاپیا روبرو هستند (نظیر بخش‌هایی از برزیل، مکزیک، اندونزی و فیلیپین) عمدتاً در مناطق گرمسیری یا نیمه‌گرمسیری با بارندگی بالا و فراوانی منابع آبی دائمی و پایدار قرار دارند (Canonico و همکاران، ۲۰۰۵). در این مناطق، تداوم شرایط محیطی بهینه (دمای بالا و ثابت، دسترسی دائمی به آب با کیفیت مناسب)، هم‌زمان با فقدان یا کمبود شکارگران طبیعی کارآمد، تمامی پیش‌نیازهای لازم برای استقرار، تکثیر انفجاری و ایجاد اثرات مخرب بر اکوسیستم‌های بومی را برای تیلاپیا فراهم می‌سازد. در مقابل، ایران از نظر مجموعه پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی تعیین‌کننده، در گروه کشورهای مستعد برای مهاجم شدن موفق تیلاپیا قرار نمی‌گیرد. محدودیت‌های شدید دمایی فصلی، همراه با ناپایداری ذاتی منابع آبی سطحی، موانع زیست‌محیطی قدرتمندی را ایجاد می‌کنند که به احتمال قوی از تشکیل جمعیت‌های خودپایا، متراکم و گسترده تیلاپیای نیل در اکوسیستم‌های طبیعی کشور جلوگیری می‌نماید. این تحلیل بر اهمیت ارزیابی‌های منطقه‌ای و مبتنی بر شرایط بومی پیش از تعمیم‌دهی ریسک‌های گزارش‌شده از دیگر نقاط جهان تأکید دارد.

جدول ۱: مقایسه تطبیقی شرایط محیطی ایران با مناطق موفق مهاجم‌پذیر مانند بخش‌هایی از برزیل، مکزیک و جنوب شرق آسیا برای ماهی تیلاپیا.

ردیف	ویژگی	شرایط محیطی در ایران	شرایط محیطی در مناطق مهاجم‌خیز موفق
۱	ویژگی دمایی (اقلیم)	اقلیم غالباً گرم و نیمه‌خشک با زمستان‌های مشخصاً سرد. دمای آب در بسیاری از پهنه‌های آبی در طول زمستان برای هفته‌ها به زیر ۱۵ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد (Alizadeh و Keshavarz، ۲۰۲۰).	اقلیم گرمسیری یا نیمه‌گرمسیری مرطوب. دمای آب در طول سال بالا و نسبتاً ثابت است و عموماً بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد باقی می‌ماند که حداقل دمای بهینه برای رشد و تکثیر فعال تیلاپیا است.
۲	شرایط هیدرولوژیکی	رودخانه‌ها غالباً فصلی، کم‌عمق و دارای نوسانات شدید در دبی جریان. بسیاری از پهنه‌های آبی داخلی با چالش تبخیر بالا و کاهش حجم مواجه هستند (Shamsai و همکاران، ۲۰۱۷).	وجود رودخانه‌های بزرگ با جریان دائمی، حجم آب زیاد و جریان کند (مانند حوضه آمازون). همچنین، شبکه‌های گسترده‌ای از تالاب‌ها، دریاچه‌ها و کانال‌های با پایداری هیدرولوژیک بالا وجود دارد (Attipoe و همکاران، ۲۰۱۳).
۳	پتانسیل پایداری جمعیت و تولیدمثل	فصل گرم و مناسب برای رشد و تکثیر کوتاه‌مدت است. کاهش دمای زمستانه باعث توقف تولیدمثل، ایجاد استرس سرمایی و مرگ‌ومیر بالا در جمعیت‌های رهاسازی‌شده می‌گردد.	امکان بالقوه تکثیر موفق در تمام یا اکثر ماه‌های سال به دلیل شرایط دمایی مطلوب و پایدار. این امر منجر به نرخ زادآوری بالا و امکان تشکیل جمعیت‌های متراکم و چندنسلی در زمان کوتاه می‌شود.

۸. تیلاپیای شکم سرخ

در سال‌های اخیر، حضور و گسترش تیلاپیای شکم‌سرخ (*Coptodon zillii*) در اکوسیستم‌های آبی استان خوزستان، به‌ویژه تالاب بین‌المللی شادگان، به‌عنوان یک گونه مهاجم تثبیت‌شده گزارش شده است. لازم به تأکید است که این گونه، اساساً از طریق منابع آبی مرزی مشترک با کشور عراق (که در آن به‌طور گسترده پرورش می‌یابد) وارد شده و ماهیتاً با پروژه‌های معرفی و پرورش هدفمند تیلاپیای نیل (*O. niloticus*) که توسط نهادهای تحقیقاتی ذیربط در استان‌های جنوبی ایران در حال مطالعه است، متفاوت و جداگانه می‌باشد. تیلاپیای شکم‌سرخ توسط دستگاه‌های رسمی شیلات کشور به آب‌های داخلی معرفی نشده است. مسیر احتمالی ورود این گونه به تالاب شادگان چندوجهی و عمدتاً مرتبط با منابع خارجی یا فعالیت‌های پرورشی غیرمجاز است. متداول‌ترین فرضیه بر این اساس است که جمعیت‌های پرورشی یا مستقر شده تیلاپیا در کشور عراق (به‌ویژه در استان‌های جنوبی و حوضه‌های دجله و فرات)، از طریق جریان‌های آبی مرزی مشترک یا طی طغیان‌های فصلی رودخانه‌های مهمی مانند کرخه و کارون، به‌صورت غیرعمدی به اکوسیستم‌های آبی ایران نفوذ کرده‌اند. اگرچه پرورش تجاری تیلاپیا در استان خوزستان ممنوع اعلام شده است، اما احتمال وجود فعالیت‌های پرورشی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

غیرمجاز در حوضه آبریز کارون و رهاسازی عمدی یا غیرعمدی ماهیان (شامل مولدین یا ماهیان قابل فروش) به کانال‌ها و انهار منتهی به تالاب، به‌عنوان یک کاتالیزور یا نقطه آغازین برای تشکیل جمعیت اولیه محتمل است.

موفقیت استقرار و تبدیل شدن تیلاپیای شکم‌سرخ به یک گونه مهاجم در تالاب شادگان، حاصل هم‌پوشانی ویژگی‌های ذاتی گونه (نظیر تحمّل اکولوژیک بالا) با مجموعه‌ای از شرایط محیطی بسیار مساعد در این زیستگاه است. تالاب شادگان تحت تأثیر اقلیم گرم و نیمه‌خشک خوزستان قرار دارد، اما به دلیل وسعت، عمق و ارتباط با منابع آبی بزرگ، نوسانات دمایی شدید مناطق کویری را تجربه نمی‌کند. میانگین دمای سالانه آب در بخش‌های جنوبی و عمیق‌تر تالاب به ندرت به زیر ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد و در فصول گرم به راحتی به ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. این محدوده دمایی، کاملاً در بازه بهینه رشد و تکثیر تیلاپیا (۲۵ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد) قرار دارد. این تالاب از نظر مواد مغذی بسیار غنی است. وجود لایه‌های ضخیم رسوبات نرم (گل و لای)، پوشش گسترده گیاهان آبزی (ماکروفیت‌ها) و تولید اولیه بالای فیتوپلانکتون، منابع غذایی پیوسته و فراوانی را در اختیار این همه‌چیزخوار فرصت‌طلب قرار می‌دهد. این شرایط از نظر ساختار اکولوژیک، مشابهت‌هایی با زیستگاه‌های بومی این گونه در آفریقا دارد. برخلاف استخرهای پرورشی کاملاً بسته، تالاب شادگان بخشی از یک شبکه هیدرولوژیکی باز و وسیع است که از طریق رودخانه‌های کارون و جراحی به هم پیوسته است. این اتصال، امکان جابجایی، پراکنش جغرافیایی و جبران جمعیتی بین بخش‌های مختلف تالاب و حتی خروج به رودخانه‌های متصل را فراهم می‌سازد. در این اکوسیستم، شکارگران طبیعی رأس هرم غذایی که بتوانند به‌طور مؤثری بر تراکم جمعیت جوان و بالغ تیلاپیا کنترل اعمال کنند (نظیر برخی ماهیان بزرگ یا پرندگان شکاری تخصص‌یافته موجود در زیستگاه بومی)، حضور کمرنگ دارند یا وجود ندارند. این خلأ زیستی به بقا و انباشت جمعیت تیلاپیا کمک شایانی می‌کند. برخی مطالعات نشان می‌دهند که تیلاپیا در مقایسه با برخی گونه‌های بومی حساس، توانایی تحمل نسبی بیشتری در برابر آلاینده‌های رایج در آب‌های تحت تأثیر فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی دارد. این امر می‌تواند یک مزیت رقابتی غیرمستقیم در محیط‌های تحت تنش انسانی برای آن ایجاد نماید.

در واکنش به این چالش، وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۶ با تصویب مقرراتی، پرورش آزاد تیلاپیا را به‌طور قاطع به استان‌هایی محدود کرد که فاقد مسیرهای آبی باز و ارتباط هیدرولوژیکی مستقیم با اکوسیستم‌های طبیعی حساس هستند. هدف از این اقدام پیشگیرانه، جلوگیری از تکرار سناریوی مشابه تالاب شادگان در سایر نقاط کشور بوده است. تحلیل تطبیقی وضعیت مهاجم بودن تیلاپیا در ایران نشان می‌دهد که این پدیده، یک ریسک متمرکز و کاملاً وابسته به شرایط بوم‌شناختی خاص است و نه یک تهدید عمومی در سطح ملی. تالاب شادگان به‌عنوان یک "نقطه بحرانی اکولوژیک" عمل می‌کند که در آن، ترکیب نادر و مساعدی از عوامل (دمای گرم و پایدار، غنای غذایی، اتصال هیدرولوژیک باز و فقدان کنترل‌کننده‌های طبیعی) بستر لازم را برای تثبیت موفقیت‌آمیز و تبدیل شدن تیلاپیا به یک گونه مهاجم با تأثیرات فزاینده بر جمعیت‌های بومی فراهم ساخته است. در مقابل، اکثر مناطق مرکزی ایران که نمایانگر اکوسیستم‌های با قابلیت زیست‌پذیری محدود فصلی برای تیلاپیا هستند (به دلیل زمستان‌های سرد و ناپایداری منابع آب)، می‌توانند به‌عنوان مدل‌هایی برای مدیریت ریسک کنترل‌شده در نظر گرفته شوند. موفقیت پرورش در این مناطق، منوط و مشروط به حفظ و بهره‌برداری از سیستم‌های پرورشی کاملاً بسته و ایزوله است که هرگونه احتمال فرار یا انتشار به محیط‌های طبیعی را به صفر می‌رساند. این تمایز اساسی بین یک زیستگاه طبیعی مستعد و یک سیستم پرورشی مهندسی‌شده، کلید توسعه مسئولانه این صنعت در ایران خواهد بود.

۹. تحلیل مؤلفه‌های لازم برای مهاجم شدن

مطابق با ارزیابی ارائه‌شده در جدول ۲، ایران به‌طور همزمان فاقد پنج شرط کلیدی و لازم برای فراهم‌آوری بستر اکولوژیک پایدار مورد نیاز برای استقرار و تبدیل شدن تیلاپیای نیل به یک گونه مهاجم موفق است. نتیجه‌گیری نهایی حاکی از آن است که ریسک اکولوژیک مهاجم شدن تیلاپیای نیل در سطح ملی پایین ارزیابی می‌شود. این امر به دلیل هم‌زمانی محدودیت‌های ذاتی محیطی (عوامل ۱ تا ۴ در جدول ۲) و کنترل‌های مدیریتی فعال (عامل ۵ و الزام به سیستم‌های بسته) است.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

بنابراین، توسعه این صنعت در چارچوب سیستم‌های پرورشی کاملاً ایزوله و تحت نظارت، منطبق با اصول احتیاطی و توسعه پایدار شیلات می‌باشد.

جدول ۲: ارزیابی شروط لازم برای مهاجم شدن تیلاپیای نیل در برابر شرایط محیطی ایران.

ردیف	شرط لازم برای مهاجم شدن و استقرار پایدار	وجود در ایران	تحلیل و توجیه علمی
۱	دمای آب گرم پایدار در طول سال (بدون افت طولانی‌مدت به زیر ۱۸-۱۶ درجه سانتی‌گراد)	خیر	وجود زمستان‌های سرد و طولانی در اکثر نقاط کشور باعث کاهش دمای آب به زیر آستانه تحمل فیزیولوژیک (حدود ۱۲ درجه سانتی‌گراد) برای هفته‌ها یا ماه‌ها می‌شود.
۲	دسترسی به زیستگاه‌های آب شیرین با پایداری هیدرولوژیک بالا (رودخانه‌های دائمی، دریاچه‌های پایدار)	خیر	غالب رودخانه‌ها فصلی و کم‌آب هستند و بسیاری از دریاچه‌های طبیعی و مخازن سدها با نوسانات شدید سالانه در تراز و حجم آب مواجهند.
۳	وجود عمق کافی در پهنه‌های آبی (برای ایجاد پناهگاه‌های دمایی و فرار از یخزدگی سطحی در مناطقی با سرمای شدید)	خیر	بسیاری از آب‌های سطحی داخلی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کم‌عمق بوده و در معرض تبخیر شدید هستند.
۴	فراوانی منابع غذایی طبیعی (مانند جلبک‌ها، پلانکتون‌ها و بیمهرگان کفزی)	در مقیاس وسیع خیر	بسیاری از آب‌های طبیعی ایران، به‌خصوص در مناطق مرکزی، از نظر مواد مغذی اولیه فقیر هستند و نمی‌توانند تراکم بالای جمعیت یک گونه پُرنیاز مانند تیلاپیا را پشتیبانی کنند.
۵	وجود سازگاری فیزیولوژیک در نژادهای پرورشی برای تحمل محدودیت‌های حرارتی شدید	خیر	داده‌های فیزیولوژیک نشان می‌دهند که نژادهای اهلی‌شده و پرورشی تیلاپیا، حتی بیشتر از جمعیت‌های وحشی، به دماهای بهینه وابسته بوده و قادر به تحمل آستانه‌های سخت محیطی (مانند سرمای شدید و پایدار) نیستند.

۱۰. سیستم‌های پرورش و مدیریت ریسک

مهم‌ترین عامل بازدارنده در ایران برای تبدیل شدن تیلاپیا به یک گونه مهاجم، نحوه مدیریت سخت‌گیرانه و طراحی فنی فرآیند پرورش آن است. این رویکرد چندلایه، ریسک اکولوژیک مرتبط با این گونه را به حداقل می‌رساند. برخلاف بسیاری از مناطق جهان که پرورش تیلاپیا در استخرهای خاکی باز و متصل به منابع آب سطحی رایج است، در ایران به دلیل حساسیت بالای منابع آبی و ضرورت بهینه‌سازی مصرف آب، توسعه این صنعت منحصراً تحت نظارت دقیق و در سیستم‌های کاملاً کنترل‌شده و ایزوله دنبال می‌شود (IFRO، ۲۰۲۲). تأکید اصلی بر استفاده از سیستم‌های مداربسته گردشی آب و سیستم‌های متراکم با بازیابی آب است. در این سیستم‌های مهندسی‌شده، ارتباط فیزیکی مستقیم بین ماهیان پرورشی و آب‌های آزاد بیرونی به‌طور کامل قطع می‌شود. این کنترل مهندسی‌شده، احتمال فرار مؤثر ماهی به اکوسیستم طبیعی را عملاً به صفر نزدیک می‌کند (Lorenzen و همکاران، ۲۰۱۲). به‌علاوه، حتی در فرض وقوع یک نشت یا رهاسازی غیرعمدی محدود، ماهی‌های فراری به دلیل سازگاری گرمادوستی، در مواجهه با سرمای زمستانه غالب در بیشتر نقاط ایران، به سرعت دچار استرس فیزیولوژیک شده و پیش از رسیدن به بلوغ جنسی یا توانایی تولیدمثل مؤثر، تلف خواهند شد. این لایه حفاظتی ثانویه طبیعی (فصل سرما) ریسک ناشی از هرگونه شکست مدیریتی جزئی را نیز به‌طور قابل توجهی کاهش می‌دهد (Peterson و همکاران، ۲۰۰۵). در محیط‌های کنترل‌شده آبزی‌پروری، تراکم جمعیت و نرخ تغذیه به‌طور دقیق مدیریت می‌شود. در این شرایط، نرخ رشد ماهی عمدتاً تابعی از میزان و کیفیت غذای مصنوعی عرضه‌شده است، نه حاصل رقابت برای منابع غذایی طبیعی. با مدیریت صحیح ورودی غذا، پتانسیل رقابتی ذاتی تیلاپیا که در صورت فرار به محیط طبیعی می‌تواند تهدیدآمیز باشد، در محیط پرورشی خنثی می‌شود. به‌علاوه، طراحی استاندارد تأسیسات (مانند استفاده از استخرهای بتونی یا پلی‌اتیلنی غیرقابل نفوذ و تجهیز خروجی‌ها به سیستم‌های فیلتراسیون پیشرفته) احتمال نفوذ یا فرار ماهیان به آب‌های مجاور را به شدت کاهش می‌دهد. بنابراین، اولین و مهم‌ترین معیار برای وقوع تهاجم، یعنی دسترسی فیزیکی جمعیت معرفی‌شده به یک محیط غیربومی جدید، در این چارچوب عملاً حذف

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

می‌گردد. جالب توجه آنکه در برخی سیستم‌های پرورشی چندگونه‌ای در جهان، از تیلاپیا به‌عنوان یک گونه مکمل مفید استفاده می‌شود. در این سیستم‌ها، تیلاپیای نیل می‌تواند با مصرف باقی‌مانده‌های غذایی و جلبک‌ها (فیلترکنندگی و پاک‌سازی) نقش مؤثری در بهبود کیفیت آب و افزایش بهره‌وری کلی سیستم ایفا کند. این همزیستی موفقیت‌آمیز در شرایط مدیریت‌شده نشان می‌دهد که ویژگی‌های تهاجمی ذاتی و اجتناب‌ناپذیر نیستند، بلکه عمدتاً برآمده از شرایط مدیریتی نامناسب (مانند رهاسازی یا فرار به محیط‌های حساس) هستند.

یکی از راهبردهای کلیدی مدیریتی برای حذف کامل ریسک تولیدمثل در صورت فرار، استفاده از فن‌آوری تک‌جنسی است. در مورد تیلاپیا، این امر عمدتاً از طریق پرورش جمعیت‌های تمام‌نر محقق می‌شود. این هدف می‌تواند با استفاده از روش‌های اصلاح نژادی (مانند تولید ماهیان نر فوق‌ماده YY)، دستکاری هورمونی در مراحل اولیه لاروی، یا دورگه‌گیری بین گونه‌ای به دست آید. این روش تضمین می‌کند که حتی در صورت بروز یک حادثه و فرار ماهیان، امکان تشکیل جمعیت زادآور و خودتکثیرشونده در محیط طبیعی فراهم نخواهد شد. لذا، ترکیب سیاست‌های سخت‌گیرانه نظارتی، فناوری‌های ایزوله‌کننده پیشرفته، مدیریت مهندسی‌شده محیط و تغذیه و راهبردهای کنترل تولیدمثل، یک چارچوب جامع و چندلایه برای توسعه پایدار و کم‌ریسک پرورش تیلاپیای نیل در ایران ایجاد کرده است. این رویکرد مبتنی بر اصل احتیاط، امکان بهره‌برداری از مزایای اقتصادی این گونه را بدون تهدید جدی برای تنوع زیستی بومی فراهم می‌سازد.

۱۱. اهمیت استراتژیک تیلاپیای نیل در صنعت آبزی پروری

در مواجهه با چالش‌های پیچیده ناشی از محدودیت‌های شدید منابع آبی و نیاز فزاینده به تأمین امنیت غذایی، ضرورت راهبردهای آبزی‌پروری پایدار در ایران بیش از هر زمان دیگری آشکار است. در این چارچوب، جایگزینی یا توسعه پرورش گونه‌های کارآمد از نظر مصرف آب، دارای اهمیت استراتژیک بوده و به عنوان یک اولویت ملی در دستورکار قرار می‌گیرد (Lorenzen و همکاران، ۲۰۱۲). ماهی تیلاپیا به‌عنوان یکی از گونه‌های برجسته در این عرصه، به دلیل دارا بودن مجموعه‌ای از صفات مطلوب اقتصادی-زیست‌محیطی، مورد توجه ویژه است. این ویژگی‌ها شامل ضریب تبدیل غذایی (FCR) پایین، تحمل نسبی بالا نسبت به شوری و دما، و توانایی رشد مناسب در تراکم‌های بالا می‌باشد (El-Sayed، ۲۰۰۶). پرورش این گونه در چارچوب سیستم‌های مداربسته گردشی آب یا سایر فناوری‌های نوین آبزی‌پروری با بازیابی آب، امکان دستیابی به بهره‌وری بی‌نظیر آب را فراهم می‌سازد. در این سیستم‌ها، با به‌حداقل‌رسانی تلفات تبخیری و امکان بازیافت و استفاده مجدد از بیش از ۹۵ درصد آب، می‌توان با کمترین مصرف آب شیرین، به تولید قابل‌توجهی از پروتئین حیوانی باکیفیت دست یافت. این رویکرد نه تنها فشار بر منابع آبی سطحی آسیب‌پذیر (مانند رودخانه‌های فصلی) و منابع زیرزمینی در حال تخلیه را کاهش می‌دهد، بلکه الگویی منطبق با اصول اقتصاد چرخشی در بخش کشاورزی ارائه می‌نماید.

از منظر ارزیابی ریسک اکولوژیک، با توجه به تحلیل‌های پیشین، تیلاپیای نیل در بستر شرایط طبیعی ایران یک گونه ذاتاً کم‌خطر و از نظر فنی کاملاً مدیریت‌پذیر طبقه‌بندی می‌شود. پتانسیل این گونه برای استقرار و تبدیل شدن به یک جمعیت مهاجم موفق در اکوسیستم‌های آبی کشور، به دلیل تضاد بنیادین فیزیولوژیک و اکولوژیک با شرایط اقلیمی (زمستان‌های سرد) و ساختار هیدرولوژیکی (فصلی بودن و ناپایداری منابع آب) حاکم، در عمل نزدیک به صفر ارزیابی می‌گردد (Lorenzen و همکاران، ۲۰۱۲). این ارزیابی زمانی قطعیت بیشتری می‌یابد که با لایه حفاظتی مدیریت سخت‌گیرانه (شامل الزام به استفاده از سیستم‌های ایزوله و روش‌های کنترل تولیدمثل) ترکیب شود. در نتیجه، توسعه برنامه‌ریزی‌شده پرورش تیلاپیای نیل در ایران، با تکیه بر فناوری‌های کنترل‌شده و ایزوله، فرصتی استراتژیک برای ارتقای امنیت غذایی و بهره‌وری منابع آبی، هم‌زمان با پایبندی به اصول حفاظت از تنوع زیستی بومی فراهم می‌آورد. این الگو می‌تواند به عنوان نمونه‌ای از توسعه پایدار بخش شیلات در کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان مورد توجه قرار گیرد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

۱۲. نتیجه‌گیری

اطلاق کلی و غیرمتمایز "گونه مهاجم" به یک گونه آبزی پرورشی با نقش کلیدی در امنیت غذایی جهانی، می‌تواند منجر به سیاست‌های ناکارآمدی چون ممنوعیت کامل و از دست رفتن فرصت‌های اقتصادی شود. رویکرد منطقی، جایگزینی این نگرش با سیاست‌های حفاظتی مبتنی بر ارزیابی ریسک محلی و مدیریت زمینه‌محور است که مؤلفه‌های کلیدی مانند ارزیابی اکوفیزیولوژیکی-اقلیمی (بررسی نقش زمستان به عنوان عامل کنترل طبیعی)، ارزیابی ساختار و پیوستگی زیستگاه (تحلیل پایداری هیدرولوژیکی و امکان فرار) و اجرای برنامه‌های نظارتی و آموزشی (توانمندسازی پرورش‌دهندگان در اصول ایمنی زیستی) را دربر می‌گیرد. امروزه دستیابی به ایمنی زیستی بالا با بهره‌گیری از فناوری‌های نوینی مانند سیستم‌های مداربسته گردشی آب و جمعیت‌های تک‌جنسی غیرقابل تولیدمثل امکان‌پذیر است که ریسک فرار فیزیکی و امکان تشکیل جمعیت زادآور در طبیعت را به حداقل ممکن (نزدیک به صفر) می‌رسانند. در چنین چارچوب مدیریتی مهندسی‌شده، گونه اگرچه غیربومی است، فاقد اصلی‌ترین پیش‌شرط تبدیل شدن به یک گونه مهاجم، یعنی توانایی استقرار و تولیدمثل موفق در محیط طبیعی، خواهد بود. تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد دیدگاه هشدارمحور صرف نیازمند بازنگری است، چرا که این گونه در زیستگاه بومی خود جزئی تثبیت‌شده از شبکه اکولوژیکی است و در سامانه‌های پرورشی ایزوله، کنترل فیزیکی و مدیریت تولیدمثل، پتانسیل رقابت و گسترش آن را مسدود می سازد. راهبرد پیشنهادی برای ایران مبتنی بر دو رکن مکمل است. نخست، توسعه پایدار در مناطق دارای محدودیت محیطی از طریق حمایت از پرورش در سیستم‌های کاملاً بسته در مناطقی که محدودیت‌های ذاتی دمایی و هیدرولوژیکی ریسک اکولوژیک را پایین نگه می‌دارند تا اهداف اقتصادی و امنیت غذایی بدون تهدید تنوع زیستی محقق شود. دوم، مدیریت فعال در کانون‌های شناسایی‌شده مانند تالاب شادگان، با تمرکز بر کنترل جمعیت‌های مستقر شده از طریق پایش مستمر، پژوهش در روش‌های کنترل زیستی و تقویت نظارت بر آبراهه‌ها برای جلوگیری از گسترش ثانویه. این رویکرد دووجهی، بهره‌مندی از مزایای اقتصادی گونه‌ای پرورشی مهم را ممکن ساخته و هم‌زمان تعهد به حفاظت از اکوسیستم‌های آبی بومی را نشان می‌دهد.

References

Alizadeh, A., & Keshavarz, M. (2020). *Climate variability* in Iran**.** Journal of Arid Environments. 180, 104-118.

Attipoe, F. Y. K., Blay, J., & Yankson, K. (2013). Tilapia impacts. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 2(2), 110–116.

Canonico, G. C., Arthington, A., McCrary, J. K., & Thieme, M. L. (2005). The effects of introduced tilapias on native biodiversity. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 15(5), 463–483.

Canonico, G.C., Arthington, A., K. McCrary, J., Thieme, M.L., (2005). *The effects of introduced tilapias on native biodiversity*. *Aquatic Conservation*, 15(5), 463–483.

Costa-Pierce, B. A. (2003). Evolution of tilapias. Reviews in Fisheries Science, 11(1), 1–30. https://doi.org/10.1080/1622651039011623 5.

El-Sayed, A.F.M. (2019). *Tilapia culture*. Academic Press. Oceanography Department, Faculty of Science, Alexandria University, 1-277.

FAO. 2020. SDG Indicator 6.4.2 on water stress. Rome.

Ibrahim, N., & Negm, A. (2019). Risk of Nile tilapia (Oreochromis niloticus). Environmental Monitoring and Assessment, 191, 495. https://doi.org/10.1007/s10661-019-7590-7

Iranian Fisheries Research Organization (IFRO). (2022). Tilapia farming guidelines in Iran. IFRO.

Lorenzen, K., Beveridge, M. C. M., & Mangel, M. (2012). Cultured fish stocks are not common-pool resources, but public goods. Journal of Fish Biology, 81(6), 1938–1960. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03425.x

Peterson, M. S., W. T. Slack, N. J. Brown-Peterson, and J. L. McDonald. (2005). Reproduction in non-native environments: establishment of Nile Tilapia, Oreochromis

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

niloticus in coastal Mississippi watersheds. Copeia 2004:842–849.

Shahidi, A., Jabbari, E., & Kazemi, A. (2017). Salinity trends of Iranian wetlands. Environmental Monitoring and Assessment, 175(1–4), 251–264.

Shamsai, A., Nazariha, M., & Montanari, A. (2017). Hydrology of Iran. Water Policy, 19(1), 1–15. https://doi.org/10.2166/wp.2016.117

Wayne, P., et al. (2005). Global Invasive Species Database: Protocols. Invasive Species Specialist Group (ISSG), IUCN.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]

نحوه استناد به‌مقاله:

برخوردار م.، زرگری ا. ارزیابی پتانسیل تهاجم زیستی ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) در زیست بوم‌های آبی ایران. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی. دانشگاه گنبد کاووس. ۱۴۰۴. ۱۳ (۴): ۷۴–۶۳

Barkhordar M., Zargari A. ssessment of the Potential for Biological Invasion of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Iranian Aquatic Ecosystems. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2025, 13(4): 63-74.

Journal of Applied Ichthyological Research
Vol. 13, No 4, 63-74
ISSN: 2423-6349
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
Ministry of Science Reseach and Technology
Gonbad-Kavoos University

Assessment of the Potential for Biological Invasion of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Iranian Aquatic Ecosystems

Mohsen Barkhordar[1*], Ashkan Zargari[2]

1- Corresponding Author, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.
2- Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan Province, Iran.

Type:
Original Research Paper

Paper History:
Received: 08-06-2025
Accepted: 27-06-2025

Corresponding author:

Barkhordar M. Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.

Email:
Mohsen.Barkhordar@gmail.com

Abstract

The Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is a globally important aquaculture species, sometimes mistakenly categorized as invasive. This review draws upon scientific evidence from reputable international sources to analyze perspectives on the non-invasive nature of this species and the necessary management conditions for its sustainable and controlled use in Iran. Findings indicate that within closed and supervised ecosystems, tilapia can serve as an economically beneficial and low-risk species. While many ecological studies have previously described it as invasive in Iran, recent assessments demonstrate that Nile tilapia cannot be considered invasive within its native habitats or properly managed environments. The primary focus is on distinguishing between the effects of accidental release into non-native environments and the species' role within natural ecosystems and controlled aquaculture systems. This analytical article aims to examine the scientific viewpoints surrounding whether Nile tilapia is invasive or not and analyzes the specific conditions under which it lacks invasive impacts. According to the results, invasive potential is realized only when uncontrolled, widespread releases intersect with non-native habitats possessing ideal conditions (consistently warm temperatures, abundant food resources and an absence of natural predators) as observed in the Shadegan Wetland. Therefore, environmental policy must shift from outright prohibition towards promoting responsible, technology-based farm management. Suggested strategies include sustainable technology-driven development, supported exclusively within fully closed aquaculture systems and active, integrated management in identified critical hotspots. The latter focuses on controlling established populations through continuous monitoring, research on biological control methods and strengthened oversight of waterways to prevent secondary spread.

Key words: Nile tilapia; Aquaculture; Non-invasive; Iran

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.22034/jair.13.4.91]