

## بررسی پیامدهای احتمالی معرفی و ورود گونه‌های غیربومی در آبی‌پروری

عادل حسین جانی\*، محدثه احمدنژاد و محمد صیاد بورانی

ایران، بندرانزلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده آبی‌پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۶

### چکیده

رشد جمعیت و تأمین نیازهای غذایی از دغدغه‌های مدیران در سالیان اخیر بوده است. آبی‌پروری به‌عنوان یکی از ارکان تولید غذای سالم همواره مورد توجه در مباحث امنیت غذایی است. افزایش تنوع گونه‌ای بر مبنای معرفی گونه‌های بومی و غیربومی جایگاه ویژه‌ای در چرخه آبی‌پروری داشته و این موضوع یک تناقض را به همراه دارد. برخی از گونه‌ها به‌طور قابل توجهی به توسعه صنعت آبی‌پروری کمک می‌کنند، درحالی‌که اثرات منفی مرتبط با معرفی و استفاده غیر کارشناسانه گونه‌های غیربومی می‌تواند منجر به بروز مشکلات گردد. گونه‌های غیربومی ممکن است به دلیل افزایش تنوع گونه‌ای در برنامه‌های آبی‌پروری و یا به‌عنوان ماهیان زینتی و یا ناخواسته در خلال فعالیت‌های آبی‌پروری به پهنه‌های آبی کشور وارد شوند. گونه‌های غیربومی علیرغم مزایای اقتصادی می‌توانند تأثیرات مخربی بر روی گونه‌های بومی مانند رقابت غذایی و مکان تخم‌ریزی و انتقال بیماری داشته باشند و در درازمدت اثرات مهم اقتصادی و اجتماعی نیز ایجاد کنند. در این مقاله تلاش شده به‌منظور پیشگیری و کاهش تهدیدات زیستی در کشور، چالش‌ها، خطرات شناخته‌شده و بالقوه ورود گونه‌های غیربومی به آبی‌پروری کشور و همچنین پیامدهای گوناگون آن مورد بررسی قرار گیرد و با مروری بر پیشینه مطالعات در جهان، توصیه‌های مدیریتی ارائه گردد.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، گونه‌های مهاجم، انقراض، تهدیدات زیستی، امنیت غذایی

\* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: a.hosseinjani@areeo.ac.ir

### مقدمه

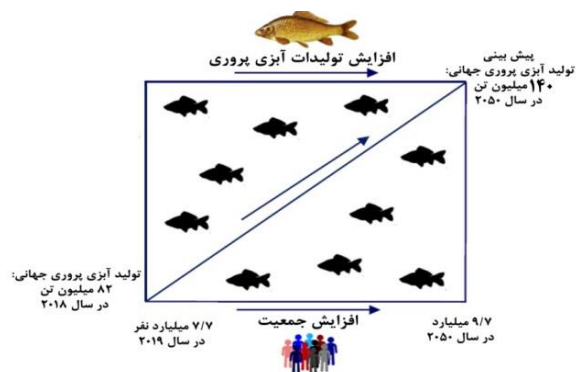
توسعه امنیت غذایی به ویژه در کشورهای در حال توسعه ارائه می‌دهد (۳). بنابراین با توجه به افزایش تقاضا در سراسر جهان برای مواد غذایی، در حال حاضر آبی‌پروری یکی از مهم‌ترین و پیشروترین فعالیت‌های در حال رشد در بخش کشاورزی است. بیشتر تولید جهانی آبی‌پروری در کشورهای در حال توسعه و به‌طور قابل توجهی در کشورهای کم‌درآمد با کمبود مواد غذایی تولید می‌شود. آبی‌پروری طیف بسیار گسترده‌ای از شیوه‌های مختلف آبی‌پروری را با توجه به گونه‌ها (از جمله جلبک‌های دریایی، نرم‌تنان، سخت‌پوستان، ماهی‌ها و سایر گروه‌های آبزیان)، شیوه‌های پرورشی در بر می‌گیرد.

در سالیان اخیر به‌منظور توسعه، مقرون به صرفه و همچنین متنوع کردن محصولات آبی‌پروری، شرکت‌های تجاری به تولید و معرفی گونه‌های غیربومی به آبی‌پروری مانند صدف‌های خوراکی مانند صرف چروک (Oyster)، ماهی آزاد اقیانوسی (*Salmo salar* L.) و ... به مناطق دیگر روی

طبق بررسی‌های سازمان ملل پیش‌بینی می‌شود که جمعیت جهانی از ۷/۷ میلیارد نفر در سال ۲۰۱۹ به ۹/۷ و ۱۱/۲ میلیارد نفر به ترتیب تا سال ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰ افزایش یابد (۲). به دلیل رشد جمعیت بر اساس آمارهای سازمان خواروبار جهانی (FAO) در سال ۲۰۱۸ تخمین زده شده است که تولید غذای جهان باید ۶۰ درصد افزایش یابد. اتکای فزاینده به منابع آبی مختلف برای رشد اقتصادی منجر به توسعه آبی‌پروری متراکم در مناطق مختلف جهان از جمله منابع آبی درون سرزمینی و ساحلی بسیاری از کشورها و در نتیجه افزایش تقاضا و مصرف برای آبزیان و محصولات شیلاتی شده است. امروزه انتظارات از آبی‌پروری برای افزایش سهم خود در تولید غذای آبزیان در جهان بسیار زیاد است و همچنین این امید وجود دارد که آبی‌پروری به تقویت نقش خود در کمک به امنیت غذایی و کاهش فقر در بسیاری از کشورهای در حال توسعه ادامه دهد. آبی‌پروری فرصت‌هایی را برای کاهش فقر، افزایش اشتغال و توسعه جامعه، کاهش بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی ساحلی و

آورده‌اند.

جهانی ماهی تیلاپیا را به خود اختصاص داده‌است (۷). همچنین می‌توان به صدف اسکالوپ (*Yesso Mizuhopecten*) به عنوان گونه بومی ژاپن و کره جنوبی اشاره کرد که در سال ۱۹۸۱ به چین معرفی شد و در ۱۵ سال با تولید ۹۱۰۰۰۰ تن در سال به یکی از گونه‌های اصلی آبزی-پروری چین تبدیل شد و تولید حال حاضر این گونه در چین سه برابر مقدار تولید شده توسط ژاپن می‌باشد که تنها تولیدکننده بزرگ دیگر این گونه بوده و ارزشی بیش از یک میلیارد دلار در سال را داراست (۸ و ۹). از مثال‌های دیگری از گسترش گونه‌های غیربومی در آبزی‌پروری جهان می‌توان به چندین گونه غیر بومی اشاره کرد که بیش از ۲۰۰۰ سال است که در اشکال مختلف در منابع آبی اروپا زیست می‌کنند. شاید اولین گونه‌ای که در اروپا پرورش داده شد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio L.*) با خاستگاهی از منطقه منچوری چین است که به آبزی‌پروری اروپای شرقی به‌عنوان گونه اقتصادی ورود کرده‌است (۱۰). نمونه غیربومی دیگر صدف اقیانوس آرام *C. gigas* و صدف مانیل (*Venerupis philippinarum A. Adams & Reeve*) است که به طور گسترده در بسیاری از کشورهای شمال اروپا مورد استفاده قرار گرفت. مجموع تولید گونه *C. gigas* ۲۹ درصد از کل تولیدات آبزی‌پروری گونه‌های غیربومی در اروپا تشکیل می‌دهد (۱۱). برخی از گونه‌های غیربومی نیز به طور تصادفی وارد اروپا شده‌اند و متعاقباً مورد استفاده قرار گرفتند. یکی از آن‌ها، جلبک قرمز زوبین سرخ (*Asparagopsis armata Harvey*) است که در دهه ۴۰ میلادی وارد اروپا شد و امروزه برای تولید محصولات آرایشی و بهداشتی کشت می‌شود (۱۲). اما استفاده از گونه‌های غیربومی در مناطق جدید که اغلب با شیوه‌های آبزی‌پروری سنتی صورت می‌گیرد، از نظر حفاظت از تنوع زیستی مشکل‌ساز خواهد بود. این گونه‌ها به دلیل عدم وابستگی به محیط جدید معرفی شده ممکن است بتواند گونه‌های رقیب بومی را کنار بزنند و مانع از رشد و زایش دیگر گونه‌هایی شوند که به صورت طبیعی در آن منطقه زندگی می‌کرده‌اند. گونه‌های غیربومی ممکن است با تغذیه از گونه‌های بومی، رقابت برای غذا، مکان تخم‌ریزی و تاثیر بر محیط‌زیست آنها، تاثیرات مخربی بر روی گونه‌های بومی بر جای بگذارند (۱۳). به‌منظور تحلیل، پیشگیری، کاهش خطرات و مدیریت استفاده از گونه‌های غیربومی در آبزی‌پروری ابزارهایی وجود دارد. با این حال، تحلیلی دقیق از چالش‌ها و معرفی



شکل ۱- پیش بینی تولید جهانی آبزی‌پروری در سال ۲۰۵۰

گونه‌های غیر بومی مزایای اقتصادی و اجتماعی قابل توجهی را به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه ارائه می‌کنند و معمولاً برای تولید بر اساس موارد زیر انتخاب می‌شوند (۴ و ۵):

- عملکرد ضعیف گونه‌های بومی نسبت به گونه‌های غیربومی از جمله نرخ رشد پایین و مقاومت کم به بیماری
- تراکم‌پذیری و مقاومت بیشتر گونه‌های غیربومی در برابر نوسانات محیطی
- دستیابی به تکنیک‌های انتقال آسان گونه‌های غیربومی به مکان‌های جدید
- ایجاد فرصت‌های تجاری جدید، به‌ویژه در کشورهای حال توسعه، با استفاده از بازار جهانی برای برخی گونه‌های بازارپسند

در حال حاضر چند گونه از آبزیان غیربومی با ارزش اقتصادی در کانون توجه آبزی‌پروری جهان در قاره‌های مختلف قرار دارند که مهمترین آنها عبارتند از: میگوی سفید اقیانوس آرام (*Penaeus vannamei Boone*)، ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus L.*)، ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar L.*) و صدف اویستر اقیانوس آرام (*Crassostrea gigas Thunberg*). امروزه نمونه‌های موفق از ورود گونه‌های غیربومی به صنعت آبزی‌پروری کشورها که اغلب با هدف توسعه اقتصادی می‌باشد را می‌توان نام برد (۶). برای اولین بار ورود ماهی تیلاپیا به کشور چین در دهه ۱۹۵۰ از ویتنام و در دهه ۱۹۷۰ از آفریقا صورت گرفت و در حال حاضر این ماهی در ۲۹ استان چین با تولید ۲۰/۶ میلیون تن در سال حدود شصت درصد از کل تولید

برنامه‌ها و سیاست‌هایی که احتمالاً می‌توانند تأثیرات نامطلوب قابل توجهی بر تنوع زیستی داشته باشند به درستی در نظر گرفته می‌شوند.

علاوه بر این، کنفرانس اعضای CBD چندین تصمیم را در مورد قابلیت اجرا و استفاده از گونه‌های غیر بومی دریایی در آبی‌پروری اتخاذ کرده‌است و شامل تصمیماتی است که به طرف‌ها و سایر دولت‌ها توصیه می‌کند از گونه‌ها و زیرگونه‌های بومی در آبی‌پروری استفاده کنند و حمایت خود را از همکاری منطقه‌ای و بین‌المللی برای پرداختن به اثرات فرامرزی آبی‌پروری بر تنوع زیستی ابراز می‌کنند. آنچه مسلم است امروزه علیرغم پیشرفت بشر در حوزه‌های مختلف علوم، استفاده غیرصلح‌آمیز از دستاوردهای بشری تهدیدات جدی را به همراه داشته‌است. بطوریکه در سالیان اخیر با واژه‌هایی مانند تهدیدات، حمله و دفاع بیولوژیک مواجه بوده‌ایم. هدف اصلی در جنگ‌های بیولوژیک کاهش امنیت غذایی، بهداشت و سلامت جامعه، تلفات انسانی و در نتیجه ایجاد جنگ روانی، از بین بردن ثبات و پایداری و خسارت اقتصادی در کشور است. موضوع امنیت غذایی، بهداشت و سلامت جامعه از مولفه‌های مهم امنیت ملی می‌باشند و به همین دلیل هم راستا با پدافند غیرعامل هستند. در چنین شرایطی مؤسسات تحقیقاتی، کشاورزی و منابع طبیعی کشور در موقعیتی منحصر به فرد قرار دارند که می‌توانند از طریق شناسایی تهدیدات و ارائه راهکارهای مناسب نسبت به پیشگیری و کاهش خسارت به سازمانهای اطلاعاتی یاری برسانند (۱). بر اساس آخرین آمار موجود در سال ۱۴۰۱ ایران در زمینه تولید و پرورش آبزیان رتبه ۲۲ و در میان کشورهای آسیایی رتبه ۱۲ را دارد. بر همین اساس تعداد شاغلین مستقیم در زیربخش آبی‌پروری ۲۴۹۳۸۵ هزار نفر بوده‌است. نگاهی اجمالی به این آمار بیانگر اهمیت نظارت مستمر بر این صنعت و پیش‌بینی خطرات احتمالی است که می‌تواند آبی‌پروری و منابع آبی کشور را تهدید کند. هدف این مقاله بررسی پیامدهای معرفی و ورود گونه‌های غیر بومی به آبی‌پروری کشور و همچنین معرفی و کاربرد ابزارهای ارزیابی اثرات این پیامدها به منظور پیشگیری و کاهش خطرات زیستی گونه‌های غیربومی است.

این گونه‌ها هنوز انجام نشده‌است. با افزایش تقاضا برای تولید آبی‌پروری، مدیران شیلاتی و نهادهای ذیربط نقش کلیدی را در تقویت همکاری موثر بین آبی‌پروران و ذی‌نفعان به منظور ترویج توسعه پایدار آبی‌پروری ایفا خواهند کرد. آنچه مسلم است مسئولیت‌های توسعه پایدار آبی‌پروری باید بین دولت، پرورش‌دهندگان آبزیان، تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان نهادهای آبی‌پروری و سرمایه‌گذاران در بخش تولید محصولات آبی‌پروری، پژوهشگران تقسیم شود. چندین سند بین‌المللی از جمله موافقت‌نامه‌ها و مقررات تنظیم شده که استفاده و انتقال عمدی گونه‌های غیربومی را توضیح می‌دهند. این اسناد شامل کنوانسیون‌هایی است که تعهدات کلی و الزام آور را برای طرف‌های امضاکننده ایجاد می‌کند و به عنوان توافق نامه‌های حقوقی جهانی ارائه شده‌است (۱۵ و ۱۴). از جمله این معاهدات و موافقت‌نامه‌ها می‌توان به کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد حقوق دریاها<sup>۱</sup> اشاره کرد (۱۴) که بر اساس توافقات قبلی بنا شده و مبنایی برای رژیم‌های حقوقی آبی و مدیریت اختلافات ایجاد کرده‌است. معاهدات کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد حقوق دریاها (UNCLOS) صراحتاً بیان می‌کند که طرف‌های قرارداد باید اقداماتی را برای جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی محیط-زیست دریایی ناشی از ورود عمدی یا تصادفی گونه‌های غیربومی یا جدید به بخش خاصی از محیط‌زیست دریایی که ممکن است باعث تغییرات مهم و مضر شود، اتخاذ کنند. همچنین معاهدات کنوانسیون تنوع زیستی<sup>۲</sup> (CBD) (۱۴) تنها سند بین‌المللی است که به طور خاص حفاظت از تنوع زیستی را مدنظر قرار داده‌است. سه ماده از این کنوانسیون را می‌توان برای مدیریت گونه‌های بیگانه اعمال کرد که به شرح ذیل می‌باشد:

- ماده ۳: اطمینان حاصل شود که فعالیتهای تحت نظر یا کنترل کشور طرف قرارداد به محیط‌زیست سایر کشورها یا مناطق فراتر از محدوده آسیب وارد نمی‌کند.
- ماده ۸: جلوگیری از معرفی، کنترل یا ریشه کن کردن گونه‌های غیربومی که اکوسیستم‌ها، زیستگاه‌ها یا گونه‌ها را تهدید می‌کنند.
- ماده ۱۴/۱: اطمینان حاصل شود که پیامدهای محیط‌زیستی

<sup>۱</sup>United Nations Convention on the Law of the Sea

<sup>۲</sup>Convention on Biological Diversity

## اکولوژیک معرفی عمدی و غیر عمدی گونه های غیر بومی

معرفی عمدی و غیر عمدی گونه های غیر بومی نشان دهنده یک «معرفی زیست شناختی» است که به واسطه های انسان ورود گونه به مناطقی که در آنجا تکامل نیافته اند صورت می گیرد. این معرفی بیولوژیکی به طور گسترده به عنوان یک تهدید عمده برای تنوع گونه ها شناخته می شوند (۱۶ و ۱۵). یکی از مشکلات عمده در حوزه دانش توافق بر سر تعاریف اصطلاحات است. به عنوان مثال، هنگامی که ما به اثرات زیست محیطی در نتیجه معرفی ماهی اشاره می کنیم، درک معنای "تأثیر" نسبتاً مبهم است و اغلب می تواند به دیدگاه بستگی داشته باشد. اگرچه برخی استدلال می کنند که اثرات اکولوژیکی مرتبط با معرفی گونه های غیر بومی می تواند مثبت باشد، اما در گام نخست تأثیر اکولوژیکی به عنوان «اثر منفی قابل سنجش» بر محیط دریافت کننده تعریف شده و اندازه گیری می شود. در این فرایند با استفاده از گزارش ها و انتشارات علمی مرتبط با معرفی یک گونه خاص اثرات مثبت و منفی آن مورد سنجش قرار می گیرد. به عنوان مثال، اگر گزارش شده باشد گونه ماهی پس از معرفی در یک کشور باعث تخریب زیستگاه، رقابت با گونه های بومی برای تخم ریزی، ایجاد هیبریداسیون تهدیدکننده با گونه های بومی، شکار جمعیت گونه های بومی که منجر به کاهش آنها یا کاهش مواد غذایی گونه های بومی شده است آنگاه در نظر گرفته خواهد شد که گونه مورد نظر تأثیر اکولوژیکی بر اکوسیستم گیرنده داشته است (۱۸ و ۱۷).

در میان ۱۳۲ گونه ماهی آب شیرین شناسایی شده در پایگاه داده آبی پروری FAO، زیرمجموعه ای از ۱۰۳ گونه خارج از محدوده بومی خود معرفی شده اند و بر اساس پژوهش های صورت گرفته ۵۲ درصد از این مجموعه اثرات اکولوژیکی منفی بر اکوسیستم بومی نداشته اند (۱۹). اما آنچه مسلم است خطر اکولوژیکی مرتبط با معرفی گونه ها در بین خانواده های مختلف ماهیان نسبتاً متغیر است. تغییرات زیستگاه و عملکرد اکوسیستم، انقراض جانوران و گیاهان بومی، انتقال بیماری و اثرات ژنتیکی مانند هیبریداسیون با هموعان بومی اثرات ناشی از ورود گونه های غیر بومی از جمله خطراتی است که می تواند مشکل آفرین باشد. مناطقی که از سطوح بالایی از گونه های بومی حمایت می کنند در برابر این معرفی ها آسیب پذیرتر هستند (۲۲ و ۲۱ و ۲۰).

## پیامد اکولوژیک تغییر زیستگاه و آشیان اکولوژیک

معرفی تصادفی یا عمدی یک گونه می تواند تغییرات قابل توجهی در اکوسیستم ایجاد کند. با این حال، واکنش جوامع طبیعی به معرفی گونه های غیر بومی بدلیل تعاملات اکوسیستم پیچیده است و بسته به گونه، مکان، سن یا نوع زیستگاه، تأثیرات می تواند مثبت، منفی یا ناچیز باشد (۲۳). برای مثالی از اثرات بالقوه گونه های معرفی شده بر ساختار زیستگاه می توان به معرفی صدف اقیانوس آرام *C. gigas* به دلیل بهره برداری بیش از حد و کاهش ذخایر صدف بومی (*Ostrea conchaphila* Carpenter) در خلیج ویلاپا در ایالات متحده در سال ۱۹۲۸ اشاره کرد. در حال حاضر این گونه از صدف گونه اصلی کشت صدف در این خلیج است. گونه جدید به طور قابل ملاحظه ای زیستگاه را برای ایجاد ساختارهای زیستی خود باز مهندسی نمود. گسترش مکان های حضور این گونه و صخره های بیوژنیک تشکیل شده توسط آن باعث تغییرات قابل توجهی در تخلخل رسوبات، سیکل بیوژنوشیمیایی و در نتیجه آشفتنگی زیستی و تغییرات جامعه ماهیان، صدفها و کفزیان منطقه گردید (۲۵ و ۲۴).

## پیامد اکولوژیک تغییرات در عملکرد اکوسیستم

عملکرد اکوسیستم به طور ذاتی با تنوع زیستی مرتبط است و تغییرات در تنوع زیستی و ساختار جامعه می تواند باعث تغییرات شدید در عملکرد اکوسیستم شود. اکثر مطالعات عملکرد اکوسیستم بر از دست دادن تنوع زیستی به دلیل انقراض متمرکز شده است (۲۶). با این حال، بسیاری از تهاجمات بیولوژیکی منجر به خسارت در سطوح محلی یا منطقه ای شده است. تهاجم یک هیبرید از علف *Spartina* در خلیج سانفرانسیسکو در ایالات متحده آمریکا سبب تغییرات اکوسیستم منطقه گردید. پوشش هیبرید این گیاه رژیم هیدرو دینامیکی را دگرگون کرد و باعث تغییرات شدید و چندگانه در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در طبقات مختلف آب دریا گردید. این تغییرات باعث کاهش بقای گونه های کلیدی شد که از سطوح تغذیه ای بالاتری از هرم غذایی مانند پرندگان مهاجر ساحلی گردید (۲۷). ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio* به طور گسترده در سراسر جهان برای اهداف آبی پروری گسترش یافته است و در حال حاضر از طریق معرفی ناخواسته به عنوان یک گونه مهاجم در بخش هایی از اروپا، آسیا، آفریقا، شمال، آمریکای

آزاد Coho (*Oncorhynchus kisutch* Walbaum) با ژن های هورمون رشد معرفی شده از ماهی آزاد Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha* Walbaum) مشاهده کرد که منجر به تولید نسلی از ماهی آزاد Coho با رشد بسیار سریع تر گردید (۳۲). بخش قابل توجهی از ایجاد تنوع ژنتیکی در آبی پروری در سطح جمعیت ها صورت می گیرد. در درون جمعیت مجتمع های ژنتیکی ایجاد می شوند که اغلب مربوط به محیطی است که جمعیت در آن رشد کرده است و مکانیسم های جداسازی مکانی، رفتاری یا زمانی گونه را تشکیل می دهند. در پدیده فرار یا راهیابی گونه های غیر بومی در آبی پروری، ایجاد دو رگه بین گونه های پرورشی و بومی می تواند منجر به تجزیه مجتمع های ژنتیکی مانند کاهش اندازه در افراد دو رگه و افزایش خطر انقراض در جمعیت طبیعی شود. در اصلاح نژاد گونه ها در آبی پروری صفات انتخاب شده برای بهبود عملکرد رشد است برای مثال به منظور دستیابی به بهبود عملکرد رشد، موفقیت تخم ریزی برای ماهی آزاد پرورشی کمتر از ماهیان وحشی است. بنابراین راهیابی این گونه ها می تواند اثرات نامطلوب بر محیط بومی بر جا بگذارد. این پیامد در مناطق مهم از لحاظ تنوع ژنتیکی از اهمیت بالاتری برخوردار است (۱۹). نقاط ویژه تنوع زیستی تحت عنوان مناطقی تعریف می شوند که در آن تراکم استثنایی گونه های بومی در حال از دست دادن زیستگاه خود هستند. فیلیپین و اندونزی (دو منطقه تولید عمده آبی پروری با تولید سالانه بیش از ۱/۴ میلیون تن)، منطقه کارائیب، شیلی و پرو از جمله کانون های پر تولید آبی پروری در جهان هستند. از منظر حفاظت، می توان استدلال کرد که نگرانی در مورد اثرات آبی پروری گونه های غیربومی باید در درجه اول بر این مناطق متمرکز شود (۳۳ و ۳۴).

### پیامد اکولوژیک انتقال بیماری

به منظور اینکه آبی پروری از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، کشت یک گونه معمولاً باید با تراکم بالا و به دلیل هزینه های سرمایه ای تجهیزات در واحدهای محدود انجام شود. تحت این شرایط آفات، انگل ها و بیماری ها فرصت های بیشتری برای فعالیت دارند. بنابراین کوچکترین سهل انگاری منجر به بروز خسارات جبران ناپذیر می گردد. در سال ۱۹۹۱ انتقال بچه ماهیان ماهی آزاد اطلس از سوئد به نروژ منجر به مرگ و میر وسیع در ماهیان آزاد بومی منطقه

مرکزی و جنوبی، استرالیا و اقیانوسیه تبدیل شده است (۲۹ و ۲۸). کپور می تواند به تراکم و زی توده بالایی در منابع آبی دست یابد و این می تواند سبب کاهش اکسیژن و همچنین کاهش دید بصری سایر گونه ها از طریق افزایش کدورت آب گردد (۲۸).

### پیامد

#### اکولوژیک انقراض گونه های جانوری و گیاهی بومی

تهاجمات زیستی باعث ایجاد تغییرات گسترده و چشمگیر در محیط زیست می شود و بسیاری از ساختارهای اکولوژیکی را تغییر می دهد. اگرچه بسیاری از انقراض ها به تهاجمات زیستی نسبت داده می شوند، اما بسیاری از عوامل محیطی دیگر مانند یوتروفیکاسیون، از بین رفتن زیستگاه، تغییر کاربری اراضی، برداشت بیش از حد منابع می تواند نقش کلیدی در کاهش گونه های بومی داشته باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده از بین ۷۶۲ گونه ای که در سطح جهانی در نتیجه فعالیت های انسانی در چند صد سال گذشته منقرض شده اند کمتر از ۲٪ به دلیل ورود گونه های غیربومی بوده است. لازم به ذکر است گستردگی محدوده زیستی و آشیان اکولوژیک گونه ها سبب کاهش خطر انقراض گونه می شود (۳۰). مثالی از این پیامد ورود ماهی سوف نیل (*Lates niloticus* L.) به دریاچه ویکتوریای آفریقا در دهه ۶۰ میلادی است که باعث انقراض بسیاری از گونه های سیکلید بومی این دریاچه گردید که از آن به عنوان بزرگترین انقراض مهره داران قرن بیستم یاد می شود (۳۱). احتمالاً معرفی غیر عمدی گونه های آبی پروری غیربومی با گسترش سریع صنعت آبی پروری در مقیاس جهانی افزایش می یابد و نیاز به تحقیقات بیشتر در مورد نقش گونه های غیربومی در سوق دادن گونه های بومی به سمت انقراض و ارزیابی تأثیر آنها نسبت به عوامل دیگر است.

#### پیامد اکولوژیک اثرات ژنتیکی

اصلاح نژاد و بهبود ژنتیکی گونه های مورد استفاده در آبی پروری به عنوان یک ضرورت اقتصادی توصیف می شود. افزایش کارایی تولید آبی پروری، پایداری، کیفیت محصول و سودآوری در حمایت از بخش تجاری و به نفع مصرف کنندگان است. فعالین این حوزه رقابت در این صنعت را بدون در نظر گرفتن این موارد غیرممکن می دانند. نمونه ای از این مبحث را می توان در بهبود عملکرد رشد ماهی

دریافت کننده شد. واردات مارماهی ژاپنی (*Anguilla japonica* Temminck & Schlegel) برای آزمایش‌های امکان-سنجی پرورش در اروپا، تک یاخته بیماری چرخشی (*Myxozoma cerebralis* Hofer) را به منطقه منتقل کرد که موجب آسیب قابل توجهی در گونه‌های دیگر مارماهی مانند مارماهی بومی آب شیرین (*Anguilla Anguilla* L.) در مناطق مختلف اروپا شد (۳۵). در سال ۱۹۹۲ بیماری لکه سفید به عنوان یکی از بیماری‌های ویروسی میگو در کشور چین و سپس از کلیه کشورهای آسیائی و آمریکای لاتین از جمله ایران گزارش شد و صنعت پرورش این گونه را با خسارات جدی روبرو کرد (۳۶).

### پیامد اکولوژیک انتقال فرا سرزمینی

تهاجمات بیولوژیکی عمدی یا تصادفی طبیعتاً محدود به مرزهای ژئوپلیتیکی نیستند. این مورد بیشتر در مورد تهاجمات زیستی دریایی است که در آن جریان‌های دریایی، اقیانوسی و مکانیسم‌های پراکندگی طبیعی می‌توانند به گسترش دامنه قابل توجهی منجر شوند. کنوانسیون تنوع زیستی (CBD) در مصوبات نشست شماره ۵ در سال ۱۹۹۲ نیاز به همکاری منطقه‌ای و بین‌المللی را برای رسیدگی به اثرات فرامرزی پرورش دریایی آبزیان بر تنوع زیستی، مانند گسترش بیماری‌ها و ورود و گسترش گونه‌های بیگانه مهاجم ضروری دانست. به طور مشابه FAO نیز از طریق تدوین آیین نامه رفتار مسئولانه صیادی (CCRF) و دستورالعمل فنی شماره ۵ در سال ۱۹۹۷ به صراحت به الزامات توسعه آبی پروری در رابطه با تعهدات فرامرزی پرداخته است. در ماده ۲-۱-۹ این آیین نامه، تأثیرات ژنتیکی بالقوه گونه‌های غیر بومی را از طریق ورود و رقابت با ذخایر بومی شناسایی شد. همچنین در ماده ۳-۲-۹ آن به صراحت نیاز به مشورت با کشورهای همسایه را در هنگام ورود گونه‌های غیر بومی به داخل یک منطقه را مورد بحث قرار داده و اتخاذ تدابیر پیشگیرانه از ضروری دانست (۳۷).

### چشم انداز آبی پروری در جهان

بر اساس گزارش سازمان FAO تولید جهانی آبزیان در سال ۲۰۲۰ حدود ۲۱۲ میلیون تن بود که ۵۴ درصد آن (۱۱۴/۵ میلیون تن) مربوط به آبی پروری و ۴۶ درصد آن (۹۷/۵ میلیون تن) مربوط به صید از منابع مختلف آبی بوده

است (۳۸). در سال ۲۰۲۲ برآورد اولیه ارزش فروش جهانی صید و تولیدات آبی پروری در حدود ۴۰۶ میلیارد دلار برآورد گردید که ۱۴۱ میلیارد دلار متعلق به صید و ۲۶۵ میلیارد دلار آن به درآمد حاصل از آبی پروری اختصاص دارد. با توجه به کاهش صید از منابع آبی، آبی پروری برای تامین غذا در آینده حیاتی است. علاوه بر آن آبی پروری بعنوان صنعت اشتغال زا در جهان محسوب می‌گردد. این صنعت فقط در چین برای بیش از ۳/۳ میلیون نفر شغل تمام وقت فراهم می‌کند. بنابراین آبی پروری می‌تواند میلیون‌ها نفر را به طور مستقیم یا غیرمستقیم در آبی پروری در سرتاسر جهان به کار گیرد. مشروط بر اینکه مدیریت زیست محیطی عاقلانه ای وجود داشته باشد (۳۹).

### لزوم تصویب قوانین برای معرفی گونه های غیر بومی

وضع قوانین و مدیریت ریسک در جابجایی گونه‌ها به عنوان یک حوزه مهم برای جلوگیری از اثرات نامطلوب آبی پروری باید مد نظر قرار گیرد. معرفی گونه های غیر بومی با هدف به حداقل رساندن اثرات منفی گونه های غیر بومی مورد استفاده در آبی پروری مستلزم قانون گذاری فراگیر و جهانی است. آیین نامه عملکرد شورای بین المللی اکتشاف دریایی (ICES) و آیین نامه عملکرد کمیسیون مشورتی شیلات کشورهای اروپایی (EIFAC) دو نمونه از مراجع قانون گذاری بین المللی در این زمینه می باشد. علاوه بر این موارد توصیه شده است که آیین نامه هایی اجرایی جدید IUCN باید در استراتژی های توسعه ملی آبی پروری کشورها گنجانده شود (۴۰). هدف این قوانین به حداقل رساندن اثرات منفی گونه های غیر بومی مورد استفاده در آبی پروری بر محیط های دریافت کننده است. با این حال، مشخص شده که اجرای این رویه ها زمان بر است و شرایط وجود دارد که نیاز فوری برای تامین غذای افزایش جمعیت گسترده در کشورهای پر جمعیتی مانند چین این امر را تحت شعاع قرار می دهد. در حال حاضر کشورهایمانند استرالیا و چین در توسعه استراتژی های ملی خود پیشرفت های خوبی داشته اند. کشور استرالیا در دهه های اخیر تعدادی زیادی از تهاجم زیستی را تجربه کرده که منجر به اثرات محیط زیستی و اقتصادی جدی شده است. در نتیجه این تهاجمات، استرالیا نیاز به یک رویکرد هماهنگ در بین سازمان های ملی و ایالتی را از طریق تشکیل و توسعه سیستم

توسط وزارت امور خارجه با همکاری شعب مربوطه شورای دولتی به صورت ذیل طبقه بندی می‌شوند (۴۳):

- واردات و صادرات گونه های آبرزی پروری ممنوع است.
- واردات و صادرات آنها متکی به تأیید MOA است.
- واردات و صادرات آنها متکی به تأیید ادارات شیلات استانی است.

در میان سایر الزامات، کلیه درخواست‌های واردات گونه های آبرزی پروری جدید باید دارای گزارش تاثیر ایمنی (شامل ارزیابی اثرات زیست محیطی، بیولوژیکی و انتقال احتمالی بیماری) و گواهی مبدا باشد (۴۳).

### ارزیابی و مدیریت ریسک اکولوژیک / زیست محیطی

ارزیابی ریسک یک ابزار مدیریتی مفید برای ارزیابی جنبه‌های بیولوژیکی و اکولوژیکی اکوسیستم‌ها در شرایط عدم قطعیت است. در بسیاری از موارد اطلاعات لازم برای تعیین مزایا و هزینه ها ناشناخته است و ارزیابی ریسک می تواند به فرآیند تصمیم‌گیری کمک کند. به عبارت ساده تجزیه و تحلیل ریسک برای تعیین اینکه یک رویداد چقدر ممکن است رخ دهد (تکرار) و پیامدهای چنین رویدادی چه خواهد بود؟ استفاده می شود. فرآیند استاندارد مدیریت ریسک را می‌توان در چهار مرحله تعریف مساله، شناسایی خطر، ارزیابی خطرات (تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک) و درمان خطرات خلاصه می‌شود. در فرآیند مدیریت ریسک اکولوژیک / زیست محیطی در آبرزی پروری باید موارد ذیل مورد بررسی و توجه ویژه قرار گیرند (۴۴):

- گونه‌های معرفی شده که برای مقاصد تجاری وارد می‌شوند (این مورد معمولاً با کمک استانداردهای مقررات بهداشت بین المللی<sup>۱</sup> (IHS) کشورها کنترل می‌شود).
- شناسایی و تبیین مکانیسم انتقال ناقلین بیماری‌ها از جمله پاتوژن‌ها و انگل‌ها
- گونه‌های خوراکی وارد شده برای تغذیه و حفظ گونه‌های بومی آبرزی پروری (غذای آبزیان بصورت غیرزنده و زنده به عنوان مثال روتیفرو دافنی که به عنوان خوراک در آبرزی پروری استفاده می‌شوند).

ملی پیشگیری و مدیریت تهاجم آفات دریایی شناسایی کرد و تحت عنوان چارچوب ارزیابی ریسک و ایجاد رویکردهای ویژه برای پیشگیری، آمادگی و واکنش اضطراری، سیستم یکپارچه پایش مداوم و مدیریت را مستقر کرد. این سیستم ملی توسط وزارت کشاورزی، شیلات و جنگلداری. هماهنگی با صنایع دریایی (کشتیرانی، بنادر، ماهیگیری، آبرزی پروری)، گروه‌های حفاظتی و محققان تمام ایالات استرالیا صورت می‌گیرد (۴۱). مدیریت امنیت زیستی آبرزی پروری در استرالیا به بخشهای زیر تقسیم می‌شود (۴۲):

- فعالیت های قرنطینه ای: مرتبط با استانداردهای واردات، که توسط سازمان امنیت زیستی استرالیا ایجاد شده و توسط سرویس بازرسی قرنطینه استرالیا (AQIS) اجرا می‌شود.

- مدیریت عملیاتی: در سطوح ایالتی و سرزمینی که واردات گونه جدید برای استفاده به عنوان محصول آبرزی پروری باید توسط سازمان امنیت زیستی استرالیا با تاییدیه های مناسب توسط AQIS ارزیابی و تایید شود. هنگامی که این تاییدیه‌ها صادر شد، واردات گونه جدید می‌تواند ادامه یابد.

بر اساس سیستم ملی فعلی استرالیا مجوزهای واردات گونه جدید برای آبرزی پروری به ویژه در آب‌های آزاد به دلیل الزام به جلوگیری و به حداقل رساندن اثرات گونه‌های غیربومی در محیط زیست دریایی صادر نمی‌گردد. در صورت تایید، اپراتور ملزم به ارائه و تایید یک طرح اضطراری است که در آن ارزیابی ریسک صورت گیرد و گزینه‌هایی برای اقدام در صورت فرار یا مشکلات دیگر مانند شیوع بیماری مشخص می‌شود (۴۲).

در کشور چین، قبل از صدور قانون قرنطینه واردات و صادرات (مصوب کنگره مردمی در سال ۲۰۰۴) و رویه های مدیریت آبرزی پروری (وزارت کشاورزی چین، MOA) در سال ۲۰۰۵، فقدان مدیریت منجر به وضعیت آشفته ای شده بود و گونه های غیر بومی به طور مکرر به منابع آبی معرفی شدند. اما در حال حاضر معرفی مولدین، بچه ماهی ها، لاروها و تخم چشم زده با اهداف آبرزی پروری (تحقیق یا تولید) تحت کنترل دولت است. همه موارد آبرزی پروری

<sup>1</sup>Australian Quarantine and Inspection Service

<sup>2</sup>Ministry of Agriculture (China)

<sup>3</sup>International Health Regulations

## بحث و نتیجه گیری

تهاجمات و تهدیدات زیستی یک پدیده جهانی است که بر طیف وسیعی از ارزش های اکولوژیکی و اجتماعی-اقتصادی تأثیر منفی می گذارد. مطالعات Atalah (۳۷) نشان می دهد یک سوم از اکوسیستمهای آبی جهان تا حدی در معرض خطر تأثیرات احتمالی ناشی از فرار ماهیان پرورشی قرار دارند. پیش از این آبی پروری عمدتاً به دلیل ایجاد پساب و ورودی مواد به محیطزیست به عنوان یک عامل استرس زا مهم در نظر گرفته می شد اما امروزه خطرات ترکیبی مرتبط با فرار گونه های غیر بومی پرورشی نگرانی های پیرامون این صنعت از جمله تأثیر اکولوژیکی معرفی گونه های غیربومی، تأثیرات نفوذ ژنتیکی ماهیان پرورشی به جمعیت های وحشی و گسترش بیماری ها، پاتوژن ها و انگل ها را بیشتر کرده است. مطالعات Jackson و همکاران (۴۶) میانگین فرار یا نشت گونه های پرورشی به محیط وحشی را بین ۱ تا ۵ درصد نشان می دهند. آمار FAO (۲۹) تخمین می زند که ۲۶/۵ درصد از تولید جهانی آبی پروری را گونه های غیربومی تشکیل می دهد. بنابراین با توجه به نرخ فرار ذکر شده، ورود دائمی زیست توده و طیف متنوعی از گونه های آبیان غیربومی با ویژگی بالقوه مهاجم بودن به اکوسیستم ها جهان صورت می گیرد. آنچه مسلم است این خطر تهاجمی نه تنها برای اکوسیستم های بزرگتر وجود دارد، بلکه می تواند مناطق نوظهور آبی پروری که در آن گونه های غیربومی متعددی برای اهداف آبی پروری معرفی می شوند را نیز با خطرات جدی روبرو نماید. بنابراین، افزایش درک این مشکل در بین مدیران و سیاست گذاران آبی پروری بسیار مهم است، زیرا با توجه به برنامه ریزی و توسعه صنعت آبی پروری به عنوان زیربخش کشاورزی در تامین غذای نسل آتی به ویژه در مناطق جدید، وابستگی آبی پروری به گونه های غیربومی تنوع و تنوع بخشیدن به گونه های جدید احتمالاً در آینده بیشتر خواهد شد (۴۷). بنابراین تأثیرات نه تنها به خود گونه های غیربومی مرتبط است، بلکه این گونه ها با ورود به یک اکوسیستم طیف وسیعی از فعل و بنابراین تأثیرات نه تنها به خود گونه های غیربومی مرتبط است، بلکه این گونه ها با ورود به یک اکوسیستم طیف وسیعی از فعل و انفعالات را عمدتاً از طریق اثرات ژنتیکی با جمعیت های وحشی، تغییرات ساختار

ژنتیکی و تنوع فنوتیپی ذخایر وحشی، اندازه جمعیت های وحشی، انتقال عوامل بیماری زا تحت تاثیر قرار دهد (۴۸). با توجه به موارد ذکر شده در این پژوهش، آبی پروری کشور ایران نیز در معرض خطرات ناشی از توسعه صنعت آبی پروری و معرفی گونه های غیر بومی به منابع آبی کشور است. امروزه گسترش روش های غیرقابل نظارت و ردیابی در ورود گونه های مختلف آبیان در جهان و به ویژه در ایران مانند روش های حمل چمدانی تخم سبز و چشم زده ماهیان سردابی، از جمله خطرهایی است که صنعت پرورش آبیان را از لحاظ وابستگی کشور برای تامین نهاده های اولیه و احتمال در معرض آلودگی قرار گرفتن زیر ساخت های این صنعت تهدید می کند. لذا ضروری است با اتخاذ مدیریت صحیح نسبت به پیشگیری و کاهش خطرات احتمالی به منابع زیستی کشور اقدامات کارشناسی صورت گیرد. همانگونه که ذکر شد افزایش تولید گونه های غیربومی و خطرات مرتبط با معرفی غیر عمدی و احتمال انتقال عوامل بیماری زا به جمعیت های بومی، نیازمند اقدام جهانی و فوری برای هماهنگی در به کارگیری شیوه های آبی پروری سالم است. اگر قرار است آبی پروری پایدار باشد و از اکوسیستم های کشور به ویژه در مناطق حساس تنوع زیستی محافظت شود، کنترل های موثر و دقیق بر روی معرفی گونه های غیربومی ضروری است. تجربه نشان می دهد پیشگیری در مباحث مدیریت محیط زیستی و حفاظت از منابع موثرترین گزینه است. زیرا یک محدودیت اساسی در مواجهه و مقابله با گونه های غیربومی وجود دارد و آن فقدان روش های حذف انتخابی است که فقط بتواند گونه های مهاجم و ماهیان غیر بومی را هدف قرار دهد. مدل های ارزیابی ریسک اکولوژیک یا زیست محیطی به عنوان دستورالعمل های مهم عمل می کنند و باید در برنامه ریزی آبی پروری گونه های غیربومی به دقت مورد توجه قرار گیرند و فعالانه در کشور ترویج شوند. در مدیریت ریسک ماهیان غیربومی باید اطمینان حاصل شود که اقدامات انجام شده متناسب با سطح خطر ناشی از آن گونه در محیط است. اگرچه طرح های ارزیابی ریسک قبل از معرفی توسعه یافته اند، اما کمبود ابزارهای پشتیبانی تصمیم برای موقعیت های پس از معرفی باقی مانده است. همچنین یک رویکرد چند رشته ای برای گرد هم آوردن متخصصان، به-ویژه از خبرگان آبی پروری، بیولوژی، اکولوژی، جامعه-شناسی و اقتصاد مورد نیاز است. با مشارکت بین کشورها و

است. پیشنهاد می‌گردد که موضوع جابجایی و ورود گونه های جدید در قانون کشور مورد توجه قرار گیرد، همچنین اقدامات نظارتی برای جلوگیری از جابجایی ها تقویت و اقدامات حفاظتی برای گونه های بومی در زیستگاه های بومی انجام شود. تشکیل بانک ژن زنده گونه های بومی به منظور حفظ ذخایر ژنتیکی یکی از برنامه های مدیریتی است که باید مد نظر مدیران شیلات و محیط زیستی قرار گیرد. در همین راستا باید تلاش های گسترده برای افزایش حساسیت بر روی گونه های غیربومی به منظور آموزش و مشارکت بخش گسترده ای از پژوهشگران، صنعت، مدیران و مردم) و ترویج شیوه های آبی پروری پایدار انجام شود تا کشور در برابر تهدیدات زیستی در امان باشد.

بهره گیری از نظرات و تجربیات کارشناسانی که در تحقیقات آبی پروری پیشگام بوده اند و کشورهایی که دارای بیشترین تنوع زیستی هستند. یکی از مهمترین راه کارهای پیشگیری از مشکلات احتمالی در برابر تهدیدات زیستی، توجه ویژه به گونه های بومی آبیان توسط سازمانهای مرتبط از جمله سازمان شیلات و موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور به منظور بهبود نرخ رشد، مقاومت ایمنی، کیفیت محصول و در دسترس بودن بازار گونه های بومی است. تدوین دستورالعمل های استاندارد به منظور پایش و نظارت پیش از ورود گونه های غیربومی به کشور، پایش بینی اثرات احتمالی توسط سازمان های مسئول از جمله وزارت جهاد کشاورزی، سازمان شیلات کشور و سازمان دامپزشکی کشور ضروری

## منابع

۱. شریعت، آناهیتا. "نقش پدافند غیرعامل در مقابله با حملات اگروتورویسم در منابع طبیعی (مطالعه موردی: عوامل قارچی)"،
۲. Leong, D.P., Teo, K.K., Rangarajan, S., Lopez-Jaramillo, P., Avezum Jr, A. and Orlandini, A., "World Population Prospects 2019". Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics. New York (NY): United Nations; 2019 (<https://population.un.org/wpp/Download/>, accessed 20 September 2020). The decade of healthy ageing. Geneva: World Health Organization. World, 73(7), p.362k2469., 2019.
۳. Boyd, C.E., McNevin, A.A. and Davis, R.P., "The contribution of fisheries and aquaculture to the global protein supply". Food security, 14(3), pp.805-827. 2022. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12571-021-01246-9.pdf>
۴. Kim, D.Y., Shinde, S.K., Kadam, A.A., Saratale, R.G., Saratale, G.D., Kumar, M., Syed, A., Bahkali, A.H. and Ghodake, G.S., "Advantage of species diversification to facilitate sustainable development of aquaculture sector". Biology, 11(3), p.368, 2022. <https://doi.org/10.3390/biology11030368>
۵. Lorenzoni M, Ghetti L, Pedicillo G, Carosi A., "Analysis of the biological features of the goldfish *Carassius auratus auratus* in Lake Trasimeno (Umbria, Italy) with a view to drawing up plans for population control". Folia Zool 59:142-156, 2010. <https://doi.org/10.25225/fozo.v59.i2.a9.2010>
۶. Ju, R.T., Li, X., Jiang, J.J., Wu, J., Liu, J., Strong, D.R. and Li, B., "Emerging risks of non-native species escapes from aquaculture: call for policy improvements in China and other developing countries". Journal of Applied Ecology, 57(1), pp.85-90, 2020. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13521>
۷. El-Sayed, A.F.M. and Fitzsimmons, K., "From Africa to the world—The journey of Nile tilapia. Reviews in Aquaculture", 15, pp.6-21, 2023. <https://doi.org/10.1111/raq.12738>
۸. Liu, Y., "Culture of Japanese scallops. Fish". Sci. China 1, 14-19. (in Chinese), 1983. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62710-0.00021-3>
۹. Wu, F., Liu, C., Zhang, J. and Zhang, G., "Genetic Evaluation of Growth and Survival-Related Traits in Yesso Scallop *Patinopecten yessoensis* in Sea-Based Culture System". Frontiers in Marine Science, 9, p.865736, 2022. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.865736>
۱۰. Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M., "100 of the World's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. In: Encyclopedia of biological invasions". University of California Press, pp 715-716, 2004. [https://www.academia.edu/download/33655728/100\\_world\\_worst\\_invasive\\_alien\\_species\\_English.pdf](https://www.academia.edu/download/33655728/100_world_worst_invasive_alien_species_English.pdf)
۱۱. Minchin, D., Cook, E.J. and Clark, P.F., "Alien species in British brackish and marine waters. Aquatic Invasions", 8(1), pp.3-19, 2013. <http://www.aquaticinvasions.net/2013/issue1.html>
۱۲. Kraan, S. and Barrington, K.A., "Commercial farming of *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniaceae, Rhodophyta) in Ireland, maintenance of an introduced species? ". Journal of Applied Phycology, 17, pp.103-110, 2005. <https://doi.org/10.1007/s10811-005-2799-5>
۱۳. Gozlan, R.E., "Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad?. Fish and fisheries", 9(1), pp.106-115, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2007.00267.x>
۱۴. Nordquist, M.H., Nandan, S.N. and Kraska, J. eds., "UNCLOS 1982 commentary: supplementary documents". Martinus Nijhoff Publishers, 2012. ISBN:9789004215634
۱۵. CBD, "Convention on Biological diversity". Rio de Janeiro, Brazil, Montreal, Canada, 1992. <https://www.cbd.int/>
۱۶. Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R. and Sala, E., "Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. science", 314(5800), pp. 787-790, 2006. DOI: 10.1126/science.1132294

17. Bracken, M.E., Friberg, S.E., Gonzalez-Dorantes, C.A. and Williams, S.L., "Functional consequences of realistic biodiversity changes in a marine ecosystem". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(3), pp.924-928, 2008. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704103105>
18. Sagoff, M., "Do non-native species threaten the natural environment?. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*", 18, pp.215-236, 2005. <https://doi.org/10.1007/s10806-005-1500-y>
19. Rodolphe, E., Gozlan. "Interference of Non-native Species with Fisheries and Aquaculture". Available from: 10.1007/978-3-319-45121-3\_8, 2017. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45121-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45121-3_8)
20. Lovei GL, "Biodiversity – global change through invasion". *Nature* 388: 627–628, 1997. <https://doi.org/10.1038/41665>
21. Ruiz GM, Carlton JT, Grosholz ED, Hines AH., "Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms extent, and consequences". *American Zoologist* 37: 621–632,1997. <https://doi.org/10.1093/icb/37.6.621>
22. Csákvári, E., Fabók, V., Bartha, S., Barta, Z., Batáry, P., Borics, G., Botta-Dukát, Z., Erős, T., Gáspár, J., Hideg, É. and Kovács-Hostyánszki, A., "Conservation biology research priorities for 2050: a Central-Eastern European perspective". *Biological Conservation*, 264, p.109396. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109396>
23. Manchester, S.J. and Bullock, J.M., "The impacts of non-native species on UK biodiversity and the effectiveness of control". *Journal of Applied Ecology*, 37(5), pp.845-864, 2000. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00538.x>
24. Dennis, Hedgecock., Francis, T., C., Pan., "Genetic divergence of selected and wild populations of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) on the West Coast of North America". *Aquaculture*, Available from: 10.1016/J.AQUACULTURE.2020.735737, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735737>
25. Wheat, E. and Ruesink, J.L., "Commercially-cultured oysters (*Crassostrea gigas*) exert top-down control on intertidal pelagic resources in Willapa Bay, Washington, USA". *Journal of Sea Research*, 81, pp.33-39, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2013.04.006>
26. Dwivedi, A.C., Mayank, P., Tripathi, S. and Tiwari, A., "Biodiversity: the non-natives species versus the natives species and ecosystem functioning. *Journal of Biodiversity, Bioprospecting and Development*", 4(1), pp. 2376-0214, 2017. <https://doi.org/10.4172/2376-0214.1000164>
27. Strong, D.R. and Ayres, D.A., "Control and consequences of *Spartina* spp. invasions with focus upon San Francisco Bay". *Biological Invasions*, 18, pp.2237-2246, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-0980-6>
28. Peterson, D., Pearson, J. and Simpson, W., "Effects of common carp on water quality and submerged vegetation: results from a short-term mesocosm experiment in an artificial wetland". *Marine and Freshwater Research*, 73(7), pp.973-994, 2022. <https://doi.org/10.1071/MF22008>
29. FAO, F., "Food and agriculture organization of the United Nations. Rome", URL: <http://faostat.fao.Org>, 2018.
30. Gurevitch, J. and Padilla, D.K., "Are invasive species a major cause of extinctions? ". *Trends in ecology & evolution*, 19(9), pp.470-474, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.07.005>
31. Witte, F., Msuku, B.S., Wanink, J.H., Seehausen, O., Katunzi, E.F.B., Goudswaard, P.C. and Goldschmidt, T., "Recovery of cichlid species in Lake Victoria: an examination of factors leading to differential extinction". *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(2), pp.233-241, 2000. <https://doi.org/10.1023/A:1016677515930>
32. Leggatt, R.A., Sundström, L.F., Woodward, K. and Devlin, R.H., "Growth-enhanced transgenic coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) strains have varied success in simulated streams: implications for risk assessment". *Plos one*, 12(1), p.e0169991, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169991>
33. Axel, Eduardo, Rico-Sánchez., Andrea, Sundermann., Andrea, Sundermann., Eugenia, López-López., Martin, Jonatan, Torres-Olvera., Sarah, Ashley, Mueller., Sarah, Ashley, Mueller., Phillip, J., Haubrock., Phillip, J., Haubrock. "Biological diversity in protected areas: Not yet known but already threatened". *Global Ecology and Conservation*, 22 Available from: 10.1016/J.GECCO.2020.E01006, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01006>
34. Hailu, F.F., Bitew, W.T., Ayele, T.G. and Zawka, S.D., "Marine protected areas for resilience and economic development". *Aquatic Living Resources*, 36, p.22, 2023. <https://doi.org/10.1051/alr/2023016>
35. Kirk, R. S, "The impact of *Anguillicola crassus* on European eels". *Fisheries Management and Ecology*, 10, 385–394, 2003. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2003.00355.x>
36. Sánchez-Paz, A., "White spot syndrome virus: an overview on an emergent concern". *Veterinary research*, 41(6), 2010. DOI: 10.1051/vetres/2010015
37. Boopendranath, M., "FAO code of conduct for responsible fishing operations". *Fish Harvesting Systems for Resource Conservation*, pp.74-77, 2012. <https://www.fao.org/3/i0840e/i0840e.pdf>
38. Bartley, D.M., "World Aquaculture 2020–A brief overview", 2022. <https://doi.org/10.4060/cb7669en>
39. Jolly, C.M., Nyandat, B., Yang, Z., Ridler, N., Matias, F., Zhang, Z., Murekezi, P. and Menezes, A., "Dynamics of aquaculture governance". *Journal of the World Aquaculture Society*, 2023. <https://doi.org/10.1111/jwas.12967>
40. Turner GE, "Codes of Practice and Manual of Procedures for Consideration of Introductions and Transfers of Marine and Freshwater Organisms". European Inland Fisheries Advisory Commission. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1988. [http://ices.dk/sites/pub/CM%20Documents/1987/F/1987\\_F35A.pdf](http://ices.dk/sites/pub/CM%20Documents/1987/F/1987_F35A.pdf)
41. Rhodes, L.D., Parrish, K.L. and Willis, M.L., "Review of Best Practices for Biosecurity and Disease Management for Marine Aquaculture in US Waters", 2023. <https://doi.org/10.25923/b4qp-9e65>
42. TANNER, C., "Quarantine reform: Australia's recent experience". *The Economics of Quarantine and the SPS Agreement*, p.240, 2001. ISBN (ebook) 978-1-922064-32-5. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/33154/560349.pdf?sequence=1#page=258>
43. Li, Z.H., Zhu, S.F. and Wan, F.H., "Domestic regulatory framework and invasive alien species in China".

- In The Handbook of Plant Biosecurity: Principles and Practices for the Identification, Containment and Control of Organisms that Threaten Agriculture and the Environment Globally (pp. 45-72). Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7365-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7365-3_3)
44. Hewitt CL, Campbell ML., "Mechanisms for the prevention of marine bioinvasions for better biosecurity". *Marine Pollution Bulletin* 55: 395-401, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.01.005>
45. Atalah, J. and Sanchez-Jerez, P., "Global assessment of ecological risks associated with farmed fish escapes". *Global Ecology and Conservation*, 21, p.e00842, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00842>
46. D. Jackson, A. Drumm, S. McEvoy, Ø. Jensen, D. Mendiola, G. Gabiña, J.A. Borg., Papageorgiou, Y. Karakassis, K.D., "Black A pan-European valuation of the extent, causes and cost of escape events from sea cage fish farming Aquaculture", 436, pp. 21-26, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.10.040>
47. Gentry, R.R., Froehlich, H.E., Grimm, D., Kareiva, P., Parke, M., Rust, M., Gaines, S.D. and Halpern, B.S. "Mapping the global potential for marine aquaculture". *Nature ecology & evolution*, 1(9), pp.1317-1324, 2017. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0257-9>
48. Wang, J., Ding, C., Heino, J., Ding, L., Chen, J., He, D. and Tao, J., "Analysing spatio-temporal patterns of non-native fish in a biodiversity hotspot across decades. *Diversity and Distributions*", 2023. <https://doi.org/10.1111/ddi.13776>

## Investigating the possible consequences of the introduction and introduction of non-native species in aquaculture

Hosseinjani A., Ahmadnezhad M. and sayyad bourani M.

Inland Water Aquaculture Center. Iranian Fisheries Sciences Research Institute. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Anzali, I.R. of Iran

### Abstract

Population growth and providing food needs have been one of the concerns of managers in recent years. Aquaculture, as one of the pillars of healthy food production, has always been of interest in food security issues. Increasing the species diversity based on the introduction of indigenous and non-indigenous species has a special place in the aquaculture cycle, and this issue brings a contradiction. Some species significantly contribute to the development of the aquaculture industry, while the negative effects associated with the introduction and non-expert use of non-native species can lead to problems. Non-indigenous species may be introduced into the water areas of the country due to the increase in the diversity of cultured species in the aquaculture programmes, as ornamental fish, and also unintentionally along with aquaculture activities. Despite the economic benefits, non-native species can have destructive effects on native species, such as food competition and spawning places, disease transmission, , and in the long run, they can have important economic and social effects. In this article, in order to prevent and reduce biological threats in the country, the challenges, known and potential risks of introducing non-native species into the country's aquaculture, as well as its various consequences, have been investigated, and by reviewing the background of studies in the world, management recommendations were provided.

**Key words:** biodiversity, invasive species, extinction, biological threats, food security.