فصلنامه علوم محیطی، دوره بیستم، شماره ۳، پائیز ۱۴۰۱

۲۲۶-۲۱۱

مقاله پژوهشی

ارزیابی ریسک تهاجمی گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز (*Coptodon zillii*, Gervais 1848) در حوضه آبریز تالاب شادگان

مریم پیمانی[۱]، اصغر عبدلی*[۱] و سید داریوش مقدس[۲]

[۱] گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[۲] بخش زیستگاهها و مناطق حفاظت شده، اداره کل حفاظت محیط زیست مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۹

پیمانی م.، ا. عبدلی و س.د. مقدس. ۱۴۰۱. ارزیابی ریسک تهاجمی گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز (*Coptodon zillii*, Gervais 1848) در حوضه آبریز تالاب شادگان. فصلنامه علوم محیطی. ۲۰(۳): ۲۱۱-۲۲۶.

سابقه و هدف: ورود گونه‌های ماهی مهاجم دراکوسیستم‌های آبی، سبب بروز انواع اثرات منفی اکولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی می‌شود. اولین گام در تجزیه و تحلیل مخاطرات ناشی از گونه‌های غیربومی، شناسایی خطر است و بر این اساس ابزارهای متعددی برای شناسایی و ارزیابی خطرات تهاجمی گونه‌های غیربومی به منظور پشتیبانی تصمیم گیرندگان در تجزیه و تحلیل خطر تهاجمی این گونه‌ها ایجاد شده است. هدف این پژوهش ارزیابی قدرت تهاجمی گونه غیربومی تیلاپیای شکم قرمز (*Coptodon zillii*) در حوضه آبریز تالاب شادگان (حوضه‌های آبریز کارون بزرگ و جراحی) با استفاده از برخی از این ابزارها می‌باشد.

مواد و روش‌ها: میزان ریسک گونه در پروتکل ارزیابی ریسک سه ملیتی، بر اساس نتایج حاصل از دو بخش «احتمال استقرار» و «پیامد استقرار» تعیین گردید. در سیستم اطلاعات لیست سیاه آلمان-اتریش (GABLIS)، قدرت تهاجمی گونه با توجه به میزان پراکنش در محدوده مورد مطالعه ارزیابی شد. گونه غیربومی تیلاپیای شکم قرمز در مدل AS-ISK، با توجه به حد آستانه منطقه ارزیابی، غربال‌گری گردید و با استفاده از روش Harmonia+، میزان تهاجم گونه بر اساس احتمال استقرار و گسترش گونه و اثرات زیست‌محیطی ناشی از آن محاسبه شد. همچنین تطبیق اقلیمی گستره بومی گونه مذکور و محدوده مورد مطالعه، با سیستم کوپن گایگر انجام شد.

نتایج و بحث: نتایج پژوهش حاکی از بالا بودن رتبه احتمال قرار گرفتن گونه در مسیر معرفی، پتانسیل ورود، پتانسیل استقرار، پتانسیل گسترش و احتمال تأثیرات اقتصادی و زیست‌محیطی در محدوده مورد مطالعه، بر طبق ارزیابی ریسک سه ملیتی، می‌باشد. نتایج پروتکل GABLIS، نشان داد که گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز به طور گسترده در منطقه ارزیابی ریسک پراکنده شده است و در لیست سیاه و زیر لیست مدیریت (b_3) قرار گرفت. در ارزیابی ریسک AS-ISK، عدد ریسک ۴۴ شد که از حد آستانه مدل برای محدوده مورد مطالعه که برابر ۲۲/۵ است، بالاتر می‌باشد. این عدد گویای آن است که این گونه از ریسک تهاجمی بالایی در این منطقه برخوردار است. امتیاز کلی ریسک در روش Harmonia+ که تابعی از امتیاز تهاجم و تأثیرات گونه می‌باشد برای‌گونه تیلاپیا شکم قرمز بالا ارزیابی گردید. بر این اساس

*Corresponding Author: *Email Address*. a_abdoli@sbu.ac.ir

http://dx.doi.org/10.52547/envs.2022.1156

http://dorl.net/dor/20.1001.1.17351324.1401.20.3.14.7

خطر استقرار و پراکندگی این گونه در محدوده مورد مطالعه زیاد بوده و تأثیرات زیست‌محیطی آن قابل توجه است. همچنین مشابهت بخش زیادی از طبقات اقلیمی محدوده مورد مطالعه با زیستگاه بومی گونه، حاکی از تطابق بالای اقلیمی بین محدوده مذکور و گستره بومی تیلاپیا شکم قرمز می‌باشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به اثرات منفی روزافزون گونه‌های غیربومی بر روی گونه‌های بومی و اکوسیستم‌ها، ضرورت استفاده از ابزارهای ارزیابی خطر بیش از پیش احساس می‌شود. با توجه به شواهد میدانی، روش‌های ارزیابی ریسک سه ملیتی (TRAG)، سیستم اطلاعات لیست سیاه آلمان-اتریش، مدل AS-ISK و+Harmonia به خوبی توانستند میزان تهاجمی بودن گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز را در حوضه آبریز تالاب شادگان نشان دهند. با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی ریسک و خطرات ناشی از این گونه به شدت توصیه می‌شود که اقدامات کنترلی و مدیریتی در سطح وسیع، با جدیت عملیاتی شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی خطر، گونه مهاجم، AS-ISK، GABLIS، Harmonia+، TRAG.

مقدمه

عنوان غیربومی به گونه، زیرگونه یا آرایه پایین‌تر اطلاق می‌شود که در خارج از گستره پراکنش طبیعی‌شان گسترش یافته‌اند و شامل هر بخش، سلول جنسی یا قطعه تکثیری از چنین گونه‌هایی است که می‌توانند بقا داشته باشند و در نهایت تولیدمثل کند (IUCN, 2000). از این میان، برخی از این گونه‌ها تأثیرات منفی بر جای گذاشته به‌طوری‌که تنوع‌زیستی را تهدید می‌کنند (CBD, 2015) و اثرات مخرب اقتصادی-اجتماعی و نیز اثرات نامطلوب بر سلامتی انسان دارند (Kolar and Lodge, 2001; Lymbery *et al.*, 2014)، که به آنها، گونه‌های غیربومی مهاجم گفته می‌شود. گونه‌های غیربومی و مهاجم از مهم‌ترین عوامل تهدیدات زیستی و مخاطرات طبیعی می‌باشند به‌طوری‌که می‌توانند در تمام مولفه‌های محیط‌زیست و منابع طبیعی، بخش کشاورزی و حتی بهداشت و امنیت غذایی برای انسان تاثیرات منفی وارد سازند (Rabbaniha, *et al*,. 2021).

پیچیدگی و سختی مدیریت گونه‌های غیربومی مهاجم، مانند مشکل بودن پیش‌بینی توانایی استقرار و گسترش گونه معرفی شده در محیط‌های جدید، ناشناخته بودن تأثیرات منفی بالقوه این گونه‌ها و پرهزینه بودن اقدامات مدیریتی و کنترلی، نیاز به استفاده از ابزارهای ارزیابی ریسک پتانسیل تهاجمی گونه‌های غیربومی[1] را مشخص‌تر می‌کند (Verbrugge *et al.*, 2010). این ابزارها با در نظرگرفتن اطلاعات مرتبط با گونه‌ها مانند ویژگی‌های زیستی و تاریخچه تهاجم و مسیرهای معرفی آنها به مناطق جدید، پتانسیل تهاجمی این گونه‌ها را مشخص کرده و در نتیجه امکان اولویت‌بندی‌های مدیریتی و همچنین اقدامات پیشگیرانه را فراهم می‌کنند (Copp *et al.*, 2016; Roy *et al.*, 2018).

از ماهیان غیربومی آب‌های شیرین که به ایران معرفی شده‌اند می‌توان به ماهیان تیلاپیا اشاره کرد. این ماهیان غیربومی با توجه به ویژگی‌هایی که دارند تأثیرات مخربی در مکان‌های معرفی شده داشته‌اند. در مهرماه سال ۱۳۹۱، تیلاپیا شکم قرمز (*Coptodon zillii*, Gervais, 1848) برای اولین بار از تالاب شادگان و شاخه‌ای از رودخانه بهمنشیر نزدیک چوئبده، بین اروندکنار و آبادان در استان خوزستان مشاهده گردید (Khaefi *et al.*, 2014). همچنین این گونه توسط Roozbhfar *et al*. (2014) در مهرماه ۱۳۹۲ از رودخانه دز، در نزدیکی سد دز، گزارش شد. براساس گزارشات موجود، این ماهی به همراه یک گونه غیربومی دیگر یعنی تیلاپیای آبی یا تیلاپیای اورئوس (*Oreochromis aureus*, Steindachner, 1864) با فراوانی بالا در بسیاری از رودخانه‌ها و تالاب‌های استان

خوزستان پراکنده شده و مشکلات زیادی را برای آبزیان بومی و همچنین پرورش‌دهندگان ماهی و صیادان محلی ایجاد کرده‌اند (Valikhani *et al.*, 2017; Tabasian *et al.*, 2021).

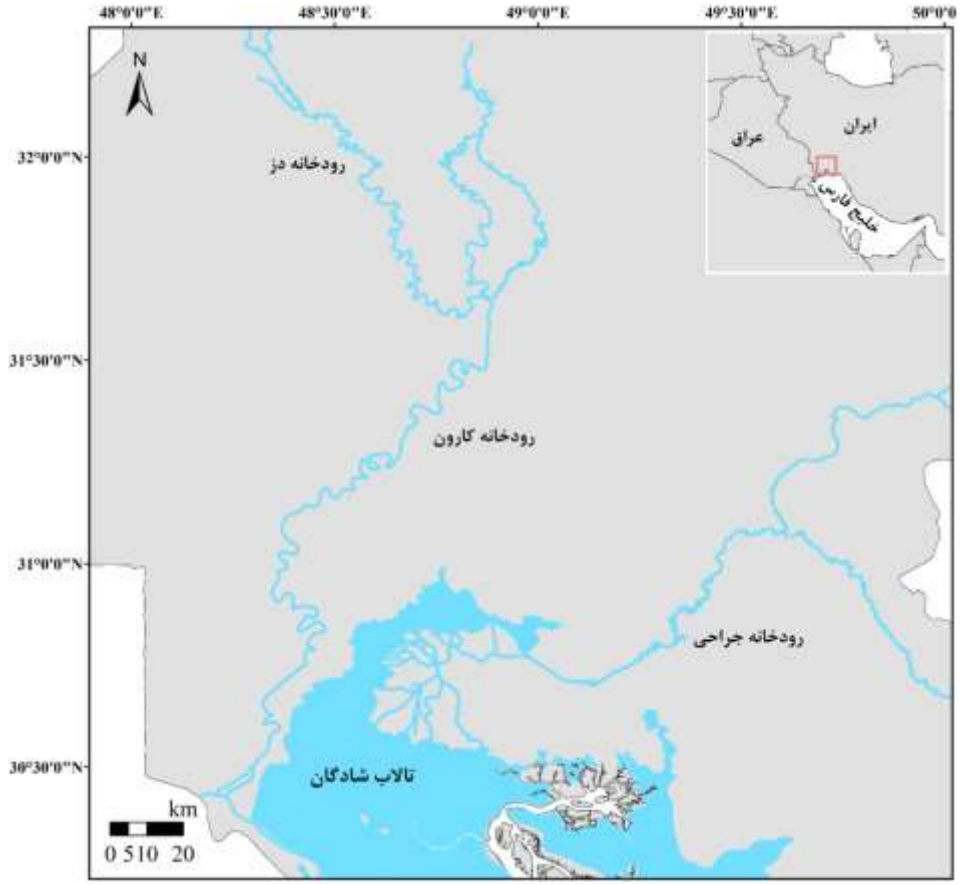
تیلاپیا شکم قرمز در آب‌های شیرین و لب‌شور زیست کرده و مناطق دارای گیاهان آبزی را ترجیح می‌دهد. دمای آب بین ۴۲/۵-۶/۵ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند (دمای مطلوب ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و نسبتاً به شرایط شوری مقاوم است. محدود بودن مواد غذایی در دسترس و ناپایداری اکوسیستم آبی، احتمال بالغ شدن این گونه را در اندازه‌های کوچک‌تر فراهم می‌کند. تعداد تخمک‌های این ماهی در نمونه‌هایی با اندازه بزرگ ممکن است تا ۱۰۰۰ عدد در هر تخم‌ریزی نیز برسد. در هر فصل تولیدمثلی چندین بار تخم‌ریزی کرده و والدین از تخم‌ها و لاروها مراقبت می‌کنند. اساساً گونه‌ای است که از مواد گیاهی تغذیه می‌کند به‌طوری‌که ماهیان بالغ، ترجیحاً از ماکروفیت‌های آبزی و از گیاهانی با منشأ خشکی و نابالغ‌ها بیشتر از فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون تغذیه می‌کنند (Abdoli *et al.*, 2022).

یکی از روش‌های رتبه‌بندی توان تهاجمی گونه‌های غیربومی که به محیط‌های جدید معرفی شده یا احتمال معرفی آن در آینده وجود دارد، استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک تهاجمی می‌باشد. به‌همین‌منظور، ارزیابی ریسک این گونه با استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک سه ملیتی[۲]، سیستم اطلاعات لیست سیاه آلمان-اتریش (GABLIS)[۳]، ابزار غربال‌گری تهاجمی گونه‌های آبزی AS-ISK و Harmonia+، در حوضه آبریز کارون بزرگ شامل رودخانه‌های دز و کارون و حوضه جراحی شامل رودخانه جراحی و تالاب شادگان انجام گردید. با توجه به گزارشاتی که از میزان فراوانی و گسترش ماهی تیلاپیا شکم قرمز در استان خوزستان وجود دارد و مطالعات اخیر نشان می دهد، این گونه غیربومی در تالاب شادگان اثرات سوء اقتصادی-اجتماعی و اکولوژیکی به‌همراه داشته و به‌عنوان یک گونه غیربومی مهاجم در منطقه مورد مطالعه شناخته شده است (Valikhani *et al.*, 2017). هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی ریسک تهاجمی گونه ماهی غیربومی تیلاپیای شکم قرمز در حوضه آبریز تالاب شادگان و یافتن مناسب‌ترین روشی است که منطبق بر واقعیت و همخوان با اطلاعات موجود باشد. روش های ارزیابی ریسک تهاجمی گونه‌های غیربومی بکار رفته در این تحقیق می‌توانند به‌عنوان ابزار علمی به مدیران، تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران در برنامه‌های توسعه‌ای شیلاتی در منطقه مورد مطالعه کمک نمایند تا گونه-های ماهیان غیربومی که توان مهاجم شدن بالایی در حوضه آبریز تالاب شادگان دارند، از این برنامه حذف گردند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مطالعه حاضر در سال ۱۴۰۰ در حوضه آبریز تالاب شادگان شامل حوضه کارون بزرگ (رودخانه دز و کارون از شهر دزفول تا شهر خرمشهر) و حوضه جراحی (بخش میانی و پایین‌دست رودخانه جراحی و تالاب شادگان) انجام شد (شکل ۱). حوضه آبریز کارون متشکل از رودخانه‌های دز و کارون بوده که از ارتفاعات زاگرس میانی تا دشت‌های استان خوزستان امتداد دارد. رودخانه کارون در بخش‌هایی از مسیر خود با تالاب شادگان ارتباط آبی دارد. حوضه جراحی از شمال به حوضه آبریز رودخانه کارون محدود بوده و در دامنه‌های جنوبی زاگرس میانی واقع شده است. رودخانه جراحی به تالاب بین‌المللی شادگان که در لیست تالاب‌های کنوانسیون رامسر است، می‌ریزد. این تالاب یک سیستم زیست‌محیطی شامل بخش‌هایی با آب‌شیرین و آب‌شور و همچنین خلیج جزر-ومدی خورموسی و جزایر آن می‌باشد (SIMP, 2011).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در جنوب غربی ایران

Fig. 1- Location of the Shadegan wetland basin in the southwest of Iran

مدل‌های ارزیابی ریسک گونه‌های غیربومی

به منظور ارزیابی ریسک تهاجم گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز، در ابتدا با هدف مشخص کردن نتایج مختلف از انواع روش‌های موجود، تصمیم بر آن شد که برای این ارزیابی هم از روش‌های کیفی و هم از روش‌های کمی استفاده شود. Roy *et al.* (2018)، پروتکل‌های ارزیابی ریسک، گونه‌های غیربومی را براساس حداقل استانداردهایی که یک پروتکل ارزیابی باید داشته باشد، شامل دارا بودن توضیحات گونه، احتمال معرفی، استقرار، گسترش و میزان (بزرگی) تأثیرات، شرح پراکنش واقعی و بالقوه، مسیرهای مختلف ورود و گسترش، تـأثیرات زیست‌محیطی، اقتصادی-اجتماعی، تأثیرات تغییر اقلیم، عدم قطعیت و غیره، با هم مقایسه کرده‌اند. برای مطالعه حاضر، پروتکل‌هایی انتخاب شدند که در بین روش‌هایی قرار داشتند که بیشترین ویژگی‌های لازم (استاندارد) را دارا بودند که شامل پروتکل‌های ارزیابی ریسک سه ملیتی، سیستم اطلاعات لیست سیاه آلمان-اتریش (به‌عنوان روش‌های کیفی)، ابزار غربال‌گری تهاجمی گونه‌های آبزی AS-ISK و Harmonia+ (به‌عنوان روش‌های کمی) می‌شوند. در انتخاب چهار روش از میان روش‌های مختلف موجود، منطقه مورد مطالعه (تالاب شادگان تحت تاثیر حوضه آبریز کشورهمسایه است)، مطالعات ارزیابی موجود و در دسترس برای ماهیان غیربومی، داوری شدن (peer-review) این روش‌ها، مشخص بودن قطعیت یا عدم قطعیت، پیچیده نبودن، کاربردی بودن در کشور با توجه به اطلاعات موجود مورد نیاز، سریع بودن و بر پایه اصول علمی بودن مدنظر بوده است. یک بخش مشترک در همه این روش‌ها جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز است که از طریق منابع و گزارشات معتبر که در مجلات علمی داوری شده‌اند استفاده شده است.

دستورالعمل‌های ارزیابی ریسک سه ملیتی (Trinational Risk Assessment Guidelines)

هدف دستورالعمل‌های ارزیابی ریسک سه ملیتی (آمریکا، کانادا و مکزیک) برای گونه‌های غیربومی، فراهم کردن فرایند استاندارد شده برای ارزیابی ریسک معرفی ارگانیسم‌های غیربومی آبزی به محیط جدید برای تنوع‌زیستی می‌باشد (CEC, 2009). این مدل به دو بخش عمده احتمال استقرار و نتایج استقرار تقسیم شده و تأثیرات اکولوژیکی، اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی را پوشش می‌دهد (شکل ۲). پتانسیل ریسک نهایی ارگانیسم تحت عنوان ریسک پایین (ریسک قابل قبول؛ بدون نگرانی)، متوسط (ریسک غیرقابل قبول؛ نگرانی متوسط) یا بالا (غیرقابل قبول؛ نگرانی زیاد) طبقه‌بندی می‌شود (Verbrugge *et al.*, 2010). در این روش ارزیابی کدهایی برای عدم قطعیت اطلاعات استفاده شده در نظر گرفته شده است که در شش طبقه (شامل VC: کاملا مشخص و قطعی؛ RC: منطقا قطعی؛ MC: نسبتا قطعی؛ RU: منطقا نامشخص؛ VU: عدم قطعیت بالا، صرفا حدس علمی) قرار می‌گیرند.

سیستم اطلاعات لیست سیاه آلمان-اتریش- (GABLIS)

سیستم اطلاعات لیست سیاه آلمان- یک ابزار ارزیابی ریسک فراملی برای گونه‌های غیربومی مهاجم در کشورهای آلمان و اتریش می‌باشد. هرچند این روش شامل اثرات اقتصادی و سلامتی، به‌عنوان اطلاعات تکمیلی نیز می‌باشد، اما تنها اثرات اکولوژیکی را مورد ارزیابی قرار داده و مشکلات اقتصادی و سلامتی در کلید طبقه‌بندی وارد نمی‌شود. این سیستم در مورد گروه‌های تاکسونی مانند گیاهان آوندی و ماهیان استفاده شده و برای ارزیابی ریسک گونه‌ها از تمام گروه‌های تاکسونومیک نیز کاربرد دارد. گونه‌ها بر طبق پتانسیل ریسک بدست آمده در سه لیست سفید، خاکستری و سیاه قرار می‌گیرند. لیست سیاه شامل گونه‌های غیربومی است که طبق شواهد علمی، تهدید قابل توجهی بر تنوع‌زیستی دارند. لیست خاکستری شامل گونه‌های غیربومی است که در مورد آنها شواهدی با قطعیت کمتر وجود دارد. گونه‌های غیربومی که تهدیدی برای گونه‌های بومی محسوب نمی‌شوند در لیست سفید قرار می‌گیرند. لیست سیاه به سه بخش هشدار، اقدام و مدیریت تقسیم می‌شود. این گروه‌بندی طبق پراکنش گونه‌ها و امکان‌سنجی در خصوص اقدامات ریشه‌کنی می‌باشد. لیست خاکستری نیز بر اساس سطح قطعیت ارزیابی شامل دو بخش لیست مشاهده و لیست عملکرد می‌باشد. در واقع این پروتکل عدم قطعیت را با قرار دادن گونه‌های غیربومی که تأثیرات آنها بر روی تنوع‌زیستی به اندازه کافی مشخص نیست در لیست خاکستری، پوشش می‌دهد (Essl *et al.*, 2011).

ابزار غربال‌گری تهاجمی گونه‌های آبزی (AS-ISK)

ابزار غربال‌گری تهاجمی گونه‌های آبزی، برای تمامی آبزیان بی‌مهره و مهره‌دار کاربرد دارد و تغییرات اقلیم نیز در غربال‌گری گونه‌های غیربومی لحاظ گردیده است (Copp *et al.*, 2016). این مدل یک برنامه الکترونیکی متشکل از دو بخش اصلی است؛ بخش اول مدل، ارزیابی ریسک پایه (BRA) و بخش دوم، شامل ارزیابی تغییرات اقلیم (CCA) است که اثرات احتمالی تغییر اقلیم در آینده را در ارزیابی مهاجم شدن گونه غیربومی نشان می‌دهد. این مدل نیاز به وارد کردن حد آستانه منطقه ارزیابی دارد تا مشخص شود که گونه‌های غیربومی در چه گروهی از ریسک بالا، متوسط یا کم قرار می‌گیرند. فاکتور عدم‌قطعیت برای این مدل از ۰/۲۵ تا ۱ متغیر است. اگر این عدد بیشتر از ۰/۹ باشد به این معنی است که اطمینان ارزیابی خیلی زیاد است و اگر بین ۰/۸ تا ۰/۹ باشد اطمینان زیاد، ۰/۵ تا ۰/۸اطمینان متوسط و از ۰/۵ تا ۰/۲۵اطمینان کم به‌حساب می‌آید. آخرین نسخه بروزرسانی شده این مدل در آدرس https://www.cefas.co.uk قابل دسترس است (Moghaddas, 2021).

مدل ارزیابی ریسک گونه‌های غیربومی هارمونیا و پاندورا (Harmonia+ and Pandora+)

مدل ارزیابی ریسک گونه‌های غیربومی Harmonia+ و Pandora+ در کشور بلژیک تهیه شده است. این مدل برای جانوران و گیاهان کاربرد داشته و از دو بخش تشکیل شده است؛ پروتکل Harmonia+ که برای هر گونه گیاهی یا جانوری بالقوه تهاجمی بوده و پروتکل Pandora+ در مورد انگل‌ها و عوامل بیماری‌زای بالقوه خطرناک اعمال شده و نتایج آن ممکن است که به نتایج Harmonia+ اضافه شود. پروتکل Harmonia+ شامل ۲۵ سوال اصلی (۴۱ سوال در نسخه آنلاین: http://ias.biodiversity.be/) بوده که شامل مراحل مختلف (ماژول‌ها) شامل مراحل تهاجم (معرفی، استقرار، پراکنش و تأثیرات مختلف زیست‌محیطی، تأثیر بر گیاهان، حیوانات، انسان و غیره)، خدمات اکوسیستم و تغییر اقلیم می‌باشد. سطح قطعیت هر سوال می‌تواند کم، متوسط و زیاد باشد که توسط ارزیاب به آنها پاسخ داده می شود (D'hondt *et al.*, 2015).

نتایج و بحث

ارزیابی ریسک گونه‌های غیربومی بویژه در مناطقی که گونه‌های اندمیک زیادی دارند و یا دارای تنوع زیستی بالایی هستند، بسیار مهم است (Almeida *et al.*, 2013; Simonovic *et al.*, 2013; Tarkan *et al.*, 2014). به‌طوری‌که محدود بودن گستره طبیعی گونه‌های بومی در این مناطق سبب افزایش ریسک مهاجم شدن گونه‌های غیربومی و در نتیجه افزایش احتمال انقراض آنها می‌شود (Ribeiro and Leunda, 2012). حوضه آبریز تالاب شادگان که بخشی از حوضه دجله می‌باشد، یکی از کانون‌های تنوع زیستی ماهیان آب شیرین ایران محسوب می شود (Coad, 1998). مقایسه نتایج حاصل از روش‌های به کار رفته در ارزیابی ریسک تهاجم گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز حاکی از بالا بودن ریسک تهاجمی این گونه و آثار و نتایج منفی حاصل از معرفی شدن آن به حوضه آبریز تالاب شادگان می‌باشد. برای مثال رتبه احتمال استقرار گونه تیلاپیا شکم قرمز در محدوده مورد مطالعه با استفاده از پروتکل سه ملیتی آمریکای شمالی، بالا تعیین شد. بدین صورت که نتایج حاصل از ارزیابی ریسک تیلاپیا شکم قرمز به دو بخش «احتمال استقرار» و «پیامد استقرار» تقسیم شد. در بخش احتمال استقرار، هر چهار آیتم تشکیل‌دهنده این بخش شامل احتمال قرارگرفتن ارگانیسم در مسیر معرفی، پتانسیل ورود، پتانسیل استقرار و پتانسیل گسترش با رتبه بالا ارزیابی گردید (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج بخش احتمال استقرار پروتکل ارزیابی ریسک سه ملیتی تیلاپیا شکم قرمز(*Coptodon zillii*) در حوضه آبریز تالاب شادگان

Table 1. Results of the component of the probability of establishment of the trinational risk assessment protocol for *Coptodon zillii* in the Shadegan wetland basin

توضیح Explanation	کد عدم قطعیت Uncertainty code (VC-VU)	رتبه‌بندی آیتم‌ها Element rating (H, M, L)
احتمال اینکه ارگانیسم غیربومی در مسیر معرفی مورد نظر باشد The probability of the non-indigenous organism being on, with, or in the pathway	VC	H
احتمال اینکه ارگانیسم در مسیر انتقال زنده بماند The probability of the organism surviving in transit	VC	.H
احتمال اینکه ارگانیسم به صورت موفقیت‌آمیز در مکان معرفی شده مستقر شده و جمعیت خود را حفظ کند The probability of the organism successfully colonizing and maintaining a population where introduced	VC	.H
احتمال اینکه ارگانیسم به سایر مناطق پراکنده شود The probability of the organism spreading beyond the colonized area	VC	H

ریسک پایین (L)، ریسک متوسط (M)، و ریسک بالا (H). کدهای عدم قطعیت شامل VC: کاملا مشخص و قطعی؛ RC: منطقا قطعی؛ MC: نسبتا قطعی؛ RU: منطقا نامشخص؛ VU: عدم قطعیت بالا (صرفا حدس علمی)

در بخش پیامدهای استقرار نیز احتمال تأثیرات اقتصادی و زیست محیطی تیلاپیا شکم قرمز بالا و احتمال تأثیرات اجتماعی و یا فرهنگی، متوسط ارزیابی شد و از آنجا که براساس الزامات پروتکل، رتبه پیامد استقرار براساس رتبه اختصاص داده شده آیتم اقتصادی و زیست‌محیطی مشخص می‌شود، لذا رتبه نهایی پیامدهای استقرار، بالا تعیین گردید (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج بخش پیامد استقرار پروتکل ارزیابی ریسک سه ملیتی گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز *(Coptodon zillii)* در حوضه آبریز تالاب شادگان

Table 2. Results of the component of the consequences of the establishment of the trinational risk assessment protocol for *Coptodon zillii* in the Shadegan wetland basin

توضیح Explanation	کد عدم قطعیت Uncertainty code (VC-VU)	رتبه‌بندی آیتم‌ها Element rating (H, M, L)
احتمال تأثیرات اقتصادی در صورت استقرار Estimate the economic impact if established	VC	H
احتمال تأثیرات زیست‌محیطی در صورت استقرار Estimate the environmental impact if established	VC	H
احتمال تأثیرات اجتماعی و / یا فرهنگی Estimate the impact from social and/or cultural influences	VC	M

ریسک پایین (L)، ریسک متوسط (M)، و ریسک بالا (H). کدهای عدم قطعیت شامل VC: کاملا مشخص و قطعی؛ RC: منطقا قطعی؛ MC: نسبتا قطعی؛ RU: منطقا نامشخص؛ VU: عدم قطعیت بالا (صرفا حدس علمی)

در مجموع نیز با توجه به اینکه رتبه دو آیتم احتمال استقرار و پیامدهای استقرار برای تیلاپیا شکم قرمز با ریسک بالا تعیین گردید، پتانسیل ریسک ارگانیسم نیز بالا ارزیابی شد. همچنین برطبق نتایج پروتکل GABLIS، گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز در لیست سیاه و زیر لیست مدیریت (b_3) قرار گرفت که به معنی این است که این گونه به‌طورگسترده در منطقه ارزیابی ریسک پراکنده شده است. لیست سیاه شامل گونه‌های غیربومی است که طبق شواهد علمی، تهدید قابل توجهی برای تنوع‌زیستی محسوب می‌شوند.

براساس نتایج حاصل از ابزار غربال‌گری تهاجمی گونه‌های آبزی AS-ISK[۴]، ارزیابی ریسک پایه (BRA) گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز، ۳۲ با حدود اطمینان ۸۴ درصد می‌باشد و ارزیابی ریسک تغییرات اقلیم (CCA)، ۱۲ با حدود اطمینان ۷۵ درصد حاصل شد. نمره کل این دو ۴۴ با حدود اطمینان ۸۳ درصد می‌باشد که از حد آستانه این مدل برای محدوده مورد مطالعه یعنی عدد ۲۲/۵ (Clarke *et al.*, 2019)، بسیار بیشتر است. بیشترین عدد ریسک در بخش‌های اصلی مدل، مربوط به بخش جغرافیای زیستی/تاریخی و در میان زیربخش‌ها به زیربخش مهاجم در مناطق دیگر است که به ترتیب عدد ۱۹ و ۱۴ برای آنها بدست آمد. فاکتور اطمینان نیز ۸۳ درصد برآورد گردید که بیانگر بالا بودن اطمینان در ارزیابی ریسک است (جدول ۳).

در سیستم اقلیمی Köppen–Geiger منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، در طبقات اقلیمی بیابانی گرم (BWh)، استپی گرم و یا نیمه‌بیابانی گرم (BSh)، معتدل با تابستان‌های خشک و بسیار گرم (Csa) و برفی با تابستان‌های خشک و بسیار گرم (Dsa) قرار گرفت (Raziei, 2017). بخشی از گستره پراکنش بومی تیلاپیا شکم قرمز در آفریقا و جنوب غربی آسیا در کشورهای مصر، کامرون، کنیا، مالی، سنگال و ... (CABI, 2021)، در طبقات اقلیمی بیابانی گرم (BWh)، استپی گرم و یا نیمه-بیابانی گرم (BSh) و معتدل با تابستان‌های خشک و بسیار گرم (Csa) قرار دارد که بیانگر تطابق بالای اقلیمی بین محدوده مورد مطالعه و زیستگاه اصلی (بومی) تیلاپیا شکم قرمز است. برطبق مطالعات انجام شده در مناطق نزدیک به منطقه مورد مطالعه، یعنی تالاب انزلی، کشور ترکیه و آب‌های لب‌شور منطقه راپمی (خلیج فارس و دریای عمان)، سطح پتانسیل ریسک این گونه بالا گزارش شده است (Moghaddas *et al.*, 2021).

جدول ۳- نتایج حاصل از پروتکل AS-ISK در مورد گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز در حوضه آبریز تالاب شادگان

Table 3. Results of the AS-ISK protocol for the non-native species *Coptodon zillii* in the Shadegan wetland basin

عدد ریسک Risk score	آمار Statistics
32	ارزیابی ریسک پایه BRA
12	ارزیابی ریسک تغییرات اقلیم CCA
44	ارزیابی کل BRA+CCA
83	فاکتور اطمینان Confidence factor
	جزئیات (Details)
19	جغرافیای زیستی/تاریخی Biogeography/Historical
4	پرورش دادن/اهلی کردن Domestication/Cultivation
1	اقلیم، پراکنش و ریسک معرفی Climate, distribution and introduction risk
14	مهاجم در جاهای دیگر Invasive elsewhere
13	B-زیست شناسی/بوم شناسی B- Biology/Ecology
6	ویژگی‌های نامطلوب Undesirable (or persistence) traits
0	بهره برداری از منابع Resource exploitation
1	تولیدمثل Reproduction

ادامه جدول ۳- نتایج حاصل از پروتکل AS-ISK در مورد گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز در حوضه آبریز تالاب شادگان

Table 3. Cont. Results of the AS-ISK protocol for the non-native species *Coptodon zillii* in the Shadegan wetland basin

عدد ریسک Risk score	آمار Statistics
3	مکانیسم‌های پراکندگی Dispersal mechanism
3	ویژگی‌های تحمل‌پذیری Tolerance attributes
12	C-تغییر اقلیم C-Climate
	پیامدهای منفی احتمالی(Possible negative consequences)
16	تجاری Commercial
12	زیست محیطی Environmental
20	ویژگی‌های نامطلوب جمعیتی یا مربوط به گونه Species or population nuisance traits

ارزیابی ریسک Harmonia+ نشان می‌دهد که امتیاز کلی ریسک برای تیلاپیا شکم قرمز بالا است (جدول ۴). این امتیاز ریسک را می‌توان به عنوان تابعی از امتیاز تهاجم و تأثیرات گونه، محاسبه کرد. امتیاز تهاجم، از احتمال معرفی، استقرار و گسترش و امتیاز اثرات، احتمال انواع تأثیرات (تأثیر بر محیط زیست، حیوانات اهلی و پرورشی، گیاهان زراعی (پرورشی)، اکوسیستم‌ها، سلامت عمومی و سایر اثرات) محاسبه می‌شود. برطبق نتایج بدست آمده، خطر استقرار و پراکندگی گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز زیاد بوده و تأثیرات زیست‌محیطی آن قابل توجه است. همچنین می‌توان گفت که اثرات این گونه بر روی سلامت انسان، گیاهان زراعی وجود ندارد یا کمتر برجسته است.

جدول ۴- نتایج حاصل از پروتکل Harmonia^{+} در مورد گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز در حوضه‌آبریز تالاب شادگان

Table 4. Results of the Harmonia^{+} protocol for the non-native species *Coptodon zillii* in the Shadegan wetland basin

Harmonia+											
	تهاجم Invasiveness				تأثیرات Impacts						
گونه	عدد معرفی	عدد استقرار	عدد پراکنش	تهاجم	عدد اثر بر محیط زیست	عدد اثر بر گیاه	عدد اثر بر جانور	عدد اثر بر انسان	سایر	تأثیر	نمره کلی ریسک
Species	Introduction score	Establishment score	Spread score	Invasion	Environment im. score	Plant im. score	Animal score	Human im. score	Others .im score	Impact	Overall risk
Coptodon zillii	0.667	1.0	0.75	0.794	0.875	0.0	0.417	0.0	0.0	0.875	0.695

نتایج حاصل از چهار پروتکل بکاررفته در ارزیابی ریسک تهاجم گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز که توان تهاجمی بالا را برای این گونه بدست آورده است، به نتایج مطالعاتی که در همین منطقه تالاب شادگان انجام شده، نزدیک است. نتایج این مطالعه که توسط Tabasian *et al.* (2021) در تالاب شادگان انجام شده، حاکی از آن است که تیلاپیا شکم قرمز در تالاب شادگان به‌عنوان یک گونه مهاجم عمل کرده و پراکنش و فراوانی آن در این تالاب افزایش قابل توجهی داشته است. این در حالی است که فراوانی ماهیان تجاری بومی برای مثال ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) در سال‌های اخیر به میزان قابل توجهی کاهش یافته که یکی از دلایل آن می‌تواند معرفی ماهیان مهاجمی چون تیلاپیا شکم قرمز باشد. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های بدست آمده از مطالعه Valikhani *et al.* (2017) در تالاب شادگان نیز تطابق دارد. بر اساس نتایج آنها، میزان صید و عرضه گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز از تالاب شادگان فراوانی بالایی داشته و این ماهی به یکی از گونه‌های غالب این تالاب تبدیل شده است. همچنین این گونه، در رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه نیز جمعیت‌های استقرار یافته‌ای داشته و در حال گسترش به سایر نقاط است. بطورکلی ورود این گونه غیربومی مهاجم پیامدهای محیط زیستی و اقتصادی-اجتماعی فراوانی در منطقه به دنبال داشته است.

جدول ۵ -مقایسه عدد ریسک ماهی غیربومی تیلاپیا شکم قرمز در چند منطقه ارزیابی ریسک

Table 5. Risk score comparison of red belly tilapia *Coptodon zillii* in several risk assessment areas

گونه Species	عدد ریسک Risk score	رتبه ریسک Risk rank	منطقه ارزیابی ریسک Risk assessment area	منبع Reference
تیلاپیا شکم قرمز *Coptodon zillii*	44	زیاد	تالاب شادگان	**تحقیق حاضر**
تیلاپیا شکم قرمز *Coptodon zillii*	44	زیاد	تالاب انزلی	Moghaddas *et al*. 2021
تیلاپیا شکم قرمز *Coptodon zillii*	29	زیاد	ترکیه	Tarkan *et al*. 2017
تیلاپیا شکم قرمز *Coptodon zillii*	49	زیاد	خلیج فارس و دریای عمان	Clarke *et al*. 2020

همانطور که در جدول ۵ نشان داده شده است ماهی غیربومی تیلاپیا شکم قرمز در چندین منطقه ارزیابی ریسک به‌عنوان یک گونه غیربومی با توان تهاجمی بالا ارزیابی شده است و عدد ریسک آن در منطقه ارزیابی ریسک خلیج فارس و دریای عمان بیشترین مقدار در بین موارد بررسی شده بوده است. ارزیابی ریسک این گونه توسط سایر روش‌های بررسی شده برای مقایسه مشابه وجود ندارد.

روشAS-ISK در میان روش‌هایی که استفاده شده است برای منطقه ارزیابی ریسک (تالاب شادگان) کارایی و دقت بیشتری داشته است و با نتایج مطالعات قبلی اثرات زیست‌محیطی این گونه در تالاب شادگان (2017) Valikhani *et al*. نزدیک بود و میزان اطمینان از ارزیابی به‌صورت کمی بیان می‌شود و نهایتاً مدل گزارشی را بصورت فایل PDF ارائه می‌دهد که برای تصمیم‌گیران امکان در جریان قرار گرفتن جزئیات ارزیابی وجود دارد و همچنین نسبت به سایر روش‌های بکار رفته (در این تحقیق) در نقاط مختلف دنیا استفاده شده و با استقبال کاربران روبرو شده است لذا به اندازه کافی توسط کارشناسان و متخصصین بررسی و بصورت مقالات در مجلات معتبر به چاپ رسیده است (Vilizzi *et al.*, 2021).

نتیجه‌گیری

حوضه‌آبریز تالاب شادگان (شامل حوضه‌های کارون بزرگ و جراحی)، یکی از نقاط داغ تنوع ماهیان آب‌های داخلی در ایران می‌باشد که معرفی گونه‌های غیربومی و مهاجم می‌تواند بر روی گونه‌های بومی و ارزشمند این منطقه تأثیرات منفی قابل توجهی داشته باشد (Esmaeili *et al.*, 2014). در حال حاضر ماهیان غیربومی مانند تیلاپیا شکم قرمز در منطقه مورد مطالعه زیاد بوده و اثرات مخرب بسیاری بر روی گونه‌های بومی گذاشته و در نهایت منجر به بوجود آمدن مشکلات اقتصادی-اجتماعی برای صیادان بومی و پرورش‌دهندگان ماهیان گرمابی منطقه شده است (Valikhani *et al.*, 2014). متأسفانه راهکار کنترل گونه‌های مهاجم پیچیده، پرهزینه و در موارد بسیار زیادی غیرممکن است و بهترین راه، جلوگیری از ورود این گونه‌ها به کشور می‌باشد. بنابراین لزوم کنترل شدید بر فعالیت‌هایی مانند آبزی‌پروری که از طریق آنها امکان انتقال و معرفی تیلاپیا شکم قرمز به سایر مناطق کشور وجود دارد به شدت احساس می‌شود. در مناطقی که تیلاپیا شکم قرمز معرفی شده و فراوانی بالایی دارد نیز باید روش‌های تلفیقی مبارزه با این آفت به همراه احیای اکوسیستم‌های آبی منطقه لحاظ گردد. پروتکل-های بکار رفته در این مطالعه با کمک به شناسایی و ارزیابی خطرات مرتبط با گونه‌های غیربومی تیلاپیا شکم قرمز می‌توانند در تجزیه و تحلیل خطر این گونه غیربومی و مدیریت آن موثر باشند. اگرچه روش‌های ارزیابی کمی و کیفی مورد استفاده در این مطالعه، نتیجه مشابهی را در مورد قدرت تهاجمی گونه غیربومی تیلاپیا شکم قرمز نشان دادند و در اکثریت موارد این گونه با توان تهاجمی بالا شناسایی شده است ولیکن در روش‌های نیمه کمی نتایج واقعی‌تر است و می‌توان نتایج عددی حاصله در مورد گونه‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه نمود. مقایسه بین دو روش کمی AS-ISK و Harmonia+ نشان می‌دهد که روش AS-ISK به دلیل ساختار سوالات، کاربر پسند بودن آن و گستردگی استفاده از آن در اقلیم‌های مختلف دنیا (Vilizzi *et al.*, 2021) با اطلاعات موجود در منطقه ارزیابی ریسک روش مناسب‌تری می‌باشد و می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کمی تصمیم‌گیری در منطقه مورد استفاده کارشناسان و مدیران قرار گیرد.

پی‌نوشت‌ها

[1]Non-native Risk Assessment Tools
[2] Trinational Risk Assessment Guidelines
[3] German-Austrian Black List Information System
[4] Aquatic Species Invasiveness Screening Kit

منابع

Abdoli, A., 2016. The Field Guide of the Inland Water Fishes of Iran. Iranshenasi Publications, Tehran, Iran.

Abdoli, A., Valikhani, H., Nejat, F. and Khosravi, M., 2022. Non-native Freshwater Fish of Iran: Identification, Impacts, Management. Jihad Daneshgahi Publication, Tehran, Iran. Almeida, D., Ribeiro, F., Leunda, PM., Vilizzi, L. and Copp G.H., 2013. Effectiveness of FISK, an invasiveness screening tool for non-native freshwater fishes, to perform risk identification assessments in the iberian Peninsula. Risk Analysis. 33, 1404-1413.

CBD, 2015. Convention on Biological Diversity. https://www.cbd.int/invasive/WhatareIAS.shtml.

Clarke, S.A., Vilizzi, L., Lee, L., Wood, L.E., Cowie, W.J., Burt, J.A., Mamiit, R.J., Ali, H., Davison, P.I., Fenwick, G.V. and Harmer, R., 2020. Identifying potentially invasive non-native marine and brackish water species for the Arabian Gulf and sea of Oman. Global change biology, 26(4), 2081-2092.

Coad, B.W., 1998. Systematic biodiversity in the freshwater fishes of Iran, Italian journal of zoology. 65(S1), 101-108.

Copp, G.H., Vilizzi, L., Tidbury, H., Stebbing, P.D., Tarkan, A.S., Miossec, L. and Goulletquer, P., 2016. Development of a generic decision-support tool for identifying potentially invasive aquatic taxa: AS-ISK. Management of Biological Invasions. 7(4), 343–350

D'hondt, B., Vanderhoeven, S., Roelandt, S., Mayer, F., Versteirt, V., Adriaens, T., Ducheyne, E., San Martin, G., Grégoire, J.C., Stiers, I. and Quoilin, S., 2015. Harmonia+ and Pandora+: risk screening tools for potentially invasive plants, animals and their pathogens. Biological Invasions. 17(6), 1869-1883.

Ellender, B.R., Marr, S.M., Weyl, O.L., Zengeya, T., Wasserman, R.J., Alexander, M.E., Ivey, P. and Woodford, D.J., 2017. Evaluating invasion risk for freshwater fishes in South Africa. Bothalia-African Biodiversity & Conservation. 47(2), 1-10.

Esmaeili, H.R., Teimori, A., Owfi, F., Abbasi, K. and Coad B.W., 2014. Alien and invasive freshwater fish species in Iran: Diversity, environmental impacts and management. Iran. J. Ichthyol. 1(2), 61–72.

Essl, F., Nehring, S., Klingenstein, F., Milasowszky, N., Nowack, C. and Rabitsch, W., 2011. Review of risk assessment systems of IAS in Europe and introducing the German–Austrian Black List Information System (GABLIS). Journal for Nature Conservation. 19(6), 339-350.

Gu, D.E., Yu, F.D., Xu, M., Wei, H., Mu, X.D., Luo, D., Yang, Y.X., Pan, Z. and Hu, Y.C., 2018. Temperature effects on the distribution of two invasive tilapia species (*Tilapia zillii* and *Oreochromis niloticus*) in the rivers of south China. Journal of Freshwater Ecology. 33(1), 511-524.

IUCN, 2000. International Union for Conservation of Nature. Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species. Assessed 24 April 2015. www.issg.org/pdf/guidelines_iucn.pdf

Khaefi, R., Esmaeili, H.R., Zareian, H. and Babaei, S., 2014. The first record of the redbelly tilapia, *Tilapia zillii* (Gervais, 1848), in freshwaters of Iran. Turkish Journal of Zoology, 38(1), 96-98.

Kolar, C.S. and Lodge, D.M., 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. Trends in ecology & evolution, 16(4), 199-204.

Lymbery, A.J., Morine, M., Kanani, H.G., Beatty, S.J. and Morgan, D.L., 2014. Co-invaders: the

effects of alien parasites on native hosts. International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife, 3(2), 171-177.

Moghaddas, S.D., Abdoli, A., Hassanzade Kiabi, B. and Rahmani, H., 2021. Risk assessment of the potential invasiveness of *Coptodon zillii* (Gervais, 1848) in Anzali wetland using AS-ISK model. Environmental Sciences. 18(2), 255-270.

Rabbaniha, M. and Owfi, F., 2021. Biodiversity and ecology of invasive non-native and alien species with a view to climate change. Iranian Fisheries Science Research Institute, Tehran.

Raziei, T., 2017. Köppen-Geiger climate classification of Iran and investigation of its changes during 20th century.Journal of Earth and Space Physics. 43, 419–439.

Ribeiro, F. and Leunda, P.M., 2012. Non-native fish impacts on mediterranean freshwater ecosystems: current knowledge and research needs. Fisheries Management and Ecology. 19(2), 142-156.

Roozbhfar, R., Dehestani-Esfandabadi, M. and Roozbehfar, S., 2014. First record of the redbelly tilapia, Tilapia *zillii* (Gervais, 1848) in Iran. Journal of Applied Ichthyology. 5(30), 1045-1046.

Roy, H.E., Rabitsch, W., Scalera, R., Stewart, A., Gallardo, B., Genovesi, P., Essl, F., Adriaens, T., Bacher, S., Booy, O. and Branquart, E., 2018. Developing a framework of minimum standards for the risk assessment of alien species. Journal of Applied Ecology. 55(2), 526-538.

Simonovic, P., Tošić, A., Vassilev, M., Apostolou, A., Mrdak, D., Ristovska, M., Kostov, V., Nikolić, V., Škraba, D., Vilizzi, L. and Copp, G.H., 2013. Risk assessment of non-native fishes in the Balkans Region using fisk, the invasiveness screening tool for non-native freshwater fishes. Mediterranean Marine Science. 14(2), 369-376.

SIMP, 2011. Conservation of Iranian Wetlands in collaboration Governmental organizations, NGOs and Local Communities of Shadegan Wetland, Approved version.

Tabasian, H., Abdoli, A., Valikhani, H., Khosravi, M. and Madiseh, S.D., 2021. An investigation into socio-economic impacts of invasive redbelly tilapia *Coptodon zillii* (Gervais, 1848): A case study from the Shadegan Wetland, Iran. Scientific Reports in Life Sciences 2 (3), 25-38

Tarkan, A.S., Vilizzi, L., Top, N., Ekmekçi, F.G., Stebbing, P.D. and Copp, G.H., 2017. Identification of potentially invasive freshwater fishes, including translocated species, in Turkey using the Aquatic Species Invasiveness Screening Kit (as-isk). International Review of Hydrobiology. 102(1-2), 47-56.

Tarkan, A.S., Marr, S.M. and Ekmekçi, F.G., 2015. Non-native and translocated freshwater fish. Fishmed. 3, 28.

Valikhani, H., Abdoli, A., Khezri, K., 2014. A Review of Non-Native Species Risk Assessment Protocols. The 2nd National Conference on Environmental Hazards of Zagros.

Valikhani, H., Abdoli, A., Hassanzadeh Kiabi, B., Nejat, F., Sadeghsaba, M. and Khosravi, M., 2017. A study on the status of invasive tilapia species (*Coptodon zillii* Gervais, 1848 and *Oreochromis aureus* Steindachner, 1864) in aquatic ecosystems of Khuzestan Province, Iran. Environmental Sciences. 15(4), 29-44.

Verbrugge, L.N.H., Leuven, R.S. and Velde, G., 2010. Evaluation of international risk assessment protocols for exotic species.

Vilizzi, L., Copp, G. H., Hill, J. E., Adamovich, B.,

Aislabie, L. and Akin, D. and Bakiu, R., 2021. A global-scale screening of non-native aquatic organisms to identify potentially invasive species under current and future climate conditions. Science of The Total Environment. 788, 147868.

Environmental Sciences Vol.20 / No.3 / Autumn 2022

211-226
Original Article

Invasiveness risk assessment of non-native species of the redbelly tilapia (*Coptodon zillii*, Gervais 1848) in Shadegan wetland basin

Maryam Peymani[1] ,Asghar Abdoli,[1*] and Seyed Daryoush Moghaddas[2]

[1] Department of Biodiversity and Ecosystems Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2] Habitats and Protected Areas Office, Department of Environment in Mazandaran, Sari, Iran

Received: 2022.02.09 Accepted: 2022.05.30

Peymani, M., Abdoli, A. and Moghaddas, S.D., 2022. Invasiveness risk assessment of non-native species of the redbelly tilapia (*Coptodon zillii*, Gervais 1848) in Shadegan wetland basin. Environmental Sciences. 20(3): 211-226.

Introduction: The introduction of invasive fish species into aquatic ecosystems causes various adverse ecological and socio-economic impacts. The first step in analyzing the effects of these species is to identify the risk. Then, different tools have been developed to identify potential invasive species and evaluate the potential of their invasiveness to support decision-makers in analyzing the invasive risk of these species. This study aimed to assess the invasion potential of the non-native species redbelly tilapia (*Coptodon zillii*, Gervais 1848) in the Shadegan Wetland basin (the Karun and Jarahi catchments) using some of these tools.

Material and methods: The level of risk for *C. zillii* in the trinational risk assessment protocol was determined based on the results of the two components "Probability of Establishment" and "Consequences of Establishment". In the German-Austrian Blacklist Information System (GABLIS), the invasive potential of the species was evaluated according to the distribution in the study area. The non-native species were screened by the Aquatic Species Invasiveness Screening Kit (AS-ISK) model according to the threshold of the assessment area; and the rank of species invasion was calculated based on the probability of species establishment, expansion, and environmental effects, using the Harmonia$^+$ method. Also, the climate matching between the introduced and native range of the species was carried out with the Köppen-Geiger climate classification system.

[*]Corresponding Author: *Email Address*. a_abdoli@sbu.ac.ir
http://dx.doi.org/10.52547/envs.2022.1156
http://dorl.net/dor/20.1001.1.17351324.1401.20.3.14.7

Results and discussion: The results of trinational risk assessment indicated that the species posed a high potential rank of placing at each step of introduction, establishment, and expansion potential and the possibility of economic and environmental impacts in the study area. The results of the GABLIS protocol showed that the non-native species *C. zillii* has been widely distributed in the risk assessment area and was placed on the blacklist and the subset management list (b_3). In the AS-ISK risk assessment, the risk score of the species was 44, which was higher than the tool threshold (22.5) for the study area. This score indicates that this species has a high invasive risk in the wetland. The overall risk score in the Harmonia$^+$ method, which is a function of invasiveness and species impacts, was assessed as high for the redbelly tilapia. Based on the results, the risk of establishment and dispersal of this species in the study area was high, and its environmental impacts were significant. Also, there was a high climate match between the risk assessment area and the native range of the species in the Köppen-Geiger climate classification system.

Conclusions: The trinational risk assessment methods, GABLIS, AS-ISK, and Harmonia+ models were able to show the invasiveness of the non-native *C. zillii* in Shadegan Wetland basin as literature and field evidence demonstrate that the species has exerted strong and adverse impacts on native fishes and local people livelihood in the risk assessment area. Given the results of risk assessment methods and the risks posed by this species, it is highly recommended that large-scale control and management measures should be seriously implemented.

Keywords: Risk assessment, Invasive species, AS-ISK, GABLIS, Harmonia+, TRAG.