فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۴۸، بهار ۹۸

مروری بر شناسایی و ارزیابی خطر زیست محیطی گونه‌های گیاهی مهاجم در اکوسیستم‌های آبی (مطالعه موردی: گیاه سنبل آبیWater hyacintch)

مریم پناهنده[۱]

مریم مروتی[۲*]

mymorovati@ardakan.ac.ir

مکرم روانبخش[۳]

صفورا جوان[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۰۳ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۰۶/۱۵**

چکیده

هجوم گونه‌های غیربومی بزرگ‌ترین تهدید برای تنوع زیستی در جهان است که نقش عمده‌ای در تغییرات جهانی دارد. در مطالعه حاضر به معرفی برخی از اثرات نامطلوب ورود گونه گیاهی غیربومی سنبل آبی به اکوسیستم حساس و شکننده آبی و روش‌های رایج بررسی خطرات ناشی از این اثرات بر محیط زیست اشاره شده است. بدین منظور با استفاده از یک‌سری جستجوهای اینترنتی و کتابخانه‌ای به گردآوری مطالب ارزنده ای پرداخته شده است. ابتدا کلیاتی در زمینه رویکرد ارزیابی ریسک زیست محیطی ورود گونه مهاجم به یک اکوسیستم آبی بیان شده است، سپس به مهم‌ترین اثرات نامطلوب که گونه مهاجم سنبل آبی در یک اکوسیستم آبی می‌تواند به جای بگذارد و همچنین روند ارزیابی ریسک زیست محیطی رایج در مورد این گونه خاص به زبانی ساده و علمی اشاره گردید. مطالعات حاکی از آن داشت که مجموعه ای از عوامل اجتماعی، اقتصادی و بهداشتی می‌تواند علاوه بر شناسایی گونه و پیامدهای زیست محیطی بر گونه‌های حساس، بومی و زیستگاه‌های حساس نیز موثر باشند.

کلمات کلیدی: گونه‌های غیر بومی، اثرات نامطلوب زیست محیطی، ارزیابی ریسک زیست محیطی، سنبل آبی، اکوسیستم‌های آبی.

۱- کارشناس پژوهشی پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی واحد گیلان، رشت، ایران.

۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- هیات علمی پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی واحد گیلان، رشت، ایران.

۴- هیات علمی دانشکده مهندسی بهداشت محیط نیشابور، نیشابور، ایران.

Human & Environment., No. 48, Spring 2019

A review on the identification and assessment of the aggressive plant species environmental hazard in water ecosystems (case study: *Water hyacinth*)

Maryam Panahande [1]
Maryam Morovati [2*] *(Corresponding Author)*
mymorovati@ardakan.ac.ir
Mokarrm Ravanbakhsh[3]
Safoura Javan[4]

Abstract

The invasion of non-native species is the biggest threat to biodiversity in the world, which plays a major role in global change. In the present study have been reported some adverse effects of non-native specie on the the sensitive and fragile ecosystem and the current methods have been mentioned the assessing risks of these effects on the environment. For this purpose, a wealth of valuable content has been gathered through a number of online and library searches. Firstly, an overview of the environmental risk assessment approach for the invasive species has been presented to an aquatic ecosystem. Then, the most important undesirable effects can accommodate the common invasive species of *Water hyacinth* in aquatic ecosystem, as well as the process of assessing the environmental risk to this particular species in a simple and scientific language. Studies have shown that a series of social, economic and health factors, along with ecological parameters, can be effective in identifying species and environmental impacts on sensitive, native and sensitive habitats.

Key Words: Non-native species, Environmental undesirable effects, Environmental risk assessment, Water hyacintch, Aquatic ecosystems.

1- Research Specialist, Environmental Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran. *(Corresponding Author)*
3- Department of Environmental Research Center of Guilan University, Rasht, Iran.
4- Department of Health Engineering, Neyshabour University of Medical Science, Neyshabur, Iran.

مقدمه

امروزه اکوسیستم‌های طبیعی شدیدا به وسیله گونه‌های بیگانه و مهاجم مورد تهدید قرار گرفته است(۱)، توسعه گونه‌های مهاجم به یک منطقه شامل سه مرحله است: ورود، توسعه سریع و تثبیت(۲). جهت ورود یک گونه به مناطق جدید ابتدا باید اندام‌های تولید مثلی این گیاه وارد منطقه شود و در مرحله بعد شرایط منطقه با نیازهای اکولوژیکی گیاه سازگار باشد. در این ارتباط وجود آشیان‌های اکولوژیکی خالی، تنوع گیاهی کمتر و شرایط آب و هوایی مناسب‌تر از مهم‌ترین فاکتورهای موفقیت محسوب می شوند. علاوه بر این، در مناطقی که جذب منابع در آن کم‌تر از فراهمی منابع است، شرایط برای تثبیت گونه‌های جدید مناسب تر خواهد بود(۳). این مرحله ممکن است چندین سال به طول بیانجامد. جهت توسعه سریع گیاه در منطقه، خصوصیات گونه جدید(مثل دوره خواب بذر، سرعت تکثیر، نوع پراکنش، سرعت رشد نسبی) از درجه اهمیت بالایی برخوردار می باشد(۴). در صورت عدم وجود شرایط محیطی مناسب تنها یک درصد از گونه‌ها به این مرحله می‌رسند و باید به این نکته توجه داشت که تا یک گونه به مرحله رشد سریع نرسیده باشد، جزء گونه‌های مهاجم طبقه بندی نخواهد شد. در مرحله تثبیت گونه جدید جزئی از فلور منطقه شده و دیگر توسعه نخواهد داشت. ورود گونه‌های مهاجم به یک اکوسیستم از جمله تنش‌های بیولوژیکی است. این تنش در رابطه با اثرات متقابل بین موجودات است که از طریق رقابت، گیاه‌خواری، شکارگری، انگلی و بیماری اعمال می‌گردد. وجود عوامل دیگر تنش‌زا می‌تواند بر شدت اثرات وارده از این گونه‌ها در اکوسیستم‌های موردنظر بیافزاید یکی از مهم‌ترین عوامل افزایش گونه های مهاجم در مناطق تحت بحران، نبود رقیب و یا شکارچی برای آن است گونه‌های مهاجم به طور جدی منابع طبیعی محلی، تنوع زیستی، محیط اکولوژیکی و کشاورزی، جنگل، چراگاه، فراوری شیلات را تهدید می‌کنند و یک آسیب پایدار باقی می‌گذارند. در دنیای امروز تهاجم‌های زیستی باعث عواقب زیست محیطی جدی و زیان‌های اقتصادی مقیاس محلی و جهانی شده است(۵ و ۶).

مواد و روش‌ها

با استفاده از کلید واژه های Economic and Environmental Impacts of Water Hyacinth ,Water hyacintch ,Invasive species, Guidelines for environmental impact assessment, Risk assessment models مقالات مرتبط در پایگاه‌های اطلاعاتی Google Schoolar,SID, ,Science direct Magiran و سیویلیکا و همچین پایگاه‌های EPA,USG, و آن‌هایی که در منابع درج شده جستجو و مورد مطالعه قرار گرفتند. معیارهای انتخاب مقالات شامل مطالعات مشاهده‌ای و در دسترس بودن مقالات بوده است.

یافته ها

در این مطالعه ابتدا به معرفی گیاه سنبل آبی و شناسایی اثرات وارده از آن‌ها بر اکوسیستم‌ها پرداخته شده، در بخش دیگر به چگونگی روند ارزیابی ریسک محیط زیستی ناشی از استقرار گونه مذکور در اکوسیستم‌های آبی اشاره شده است و در نهایت به نتایج مقالات بررسی شده گزارش داده شد.

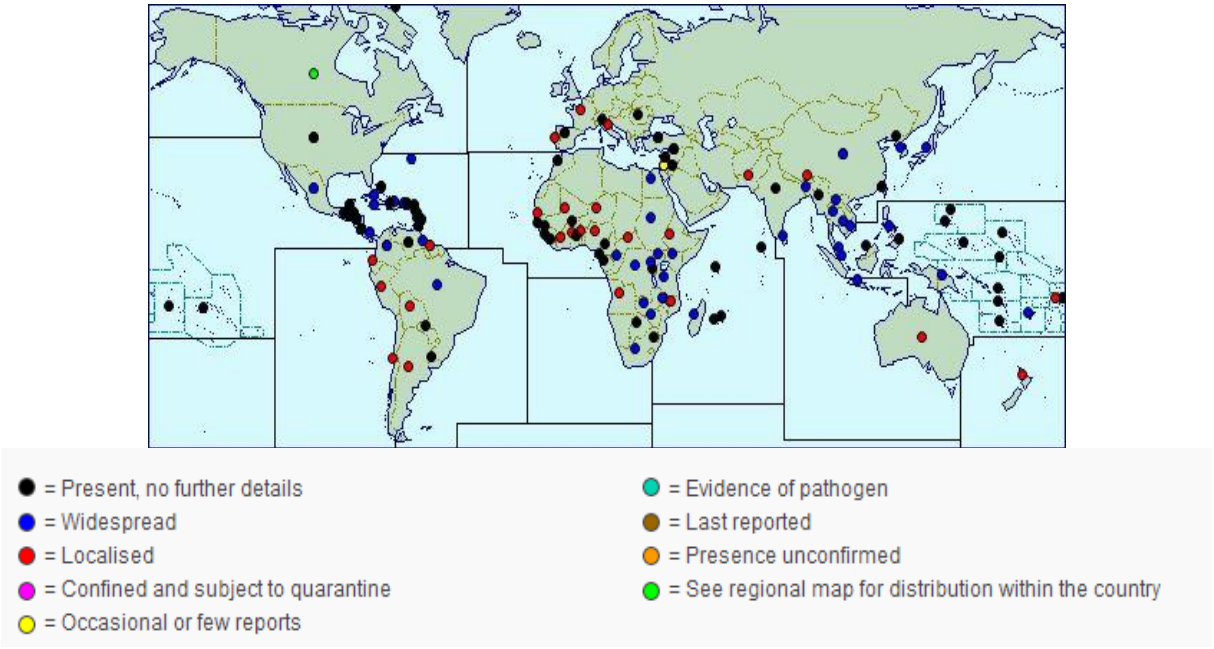
گیاه سنبل آبی

سنبل آبی گیاهی آبزی شناور چند ساله بومی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آمریکای جنوبی به خصوص حوضه آمازون است. این گیاه در مناطق خارج از محدوده بومی خود اغلب یک گونه مهاجم شناخته می‌شود . سنبل آبی ممکن است بالاتر از سطح آب به اندازه ۱ متر در ارتفاع رشد کند . دارای برگ‌های گسترده، ضخیم، براق و تخم مرغی شکل ۱۰ تا ۲۰ سانتی متری می‌باشد که در سطح آب شناور است. دارای ریشه‌های ارغوانی سیاه آزاد و ساقه است که ۸ تا ۱۵ گل جذاب را برروی خود دارد. عمدتا سنبل آبی به رنگ صورتی با شش گلبرگ است. ریشه و ساقه گیاه سنبل آبی محل تجمع میکروارگانیسم‌ها برای تثبیت نیتروژن است و همان نیچ گیاهان

بدون ریشه مانند عدسک آبی، آزولا را اشغال می‌کند(۴). گیاه مورد نظرجزء گروه گیاهان آبزی شناور قرار دارد(با نام انگلیسی: Water hyacintch) . این گیاه، گونه‌ی از جنس Eichhornia است که اولین بار توسط Kunth، گیاه شناس آلمانی در سال ۱۸۴۲ شناسایی گردید. این گیاه متعلق به خانواده Pontederiaceae ، با تخمدان سه خانه‌ای و دانه‌های متعدد در هر میوه است. این جنس دارای ۸ گونه است که اکثر آن‌ها به خوبی شناسایی نشده‌اند(۷).

شکل۱- تصویر گیاه سنبل آبی

سازمان حفاظت گیاهان مدیترانه اروپا،گونه‌های E. crassipes و Eichhornia azurea را در گروه گونه‌های مهاجم دنیا معرفی کرده است و دامنه انتشار گونه Eichhornia azurea را در آسیا و در کشورهای ایران، هند، ژاپن و سنگاپور اعلام نموده است. بنابراین گزارش این جنس دارای ۸ گونه است که از نظر ظاهری خصوصا گل‌ها، بسیار به یکدیگر شبیه هستند در این میان این هشت گونه، تنها گونه E. Crassipes، گونه شناور است. در نقشه زیر(شکل۲) دامنه انتشار گونه در سطح جهانی نمایش داده شده است.



شکل ۲- نقشه پراکنش گونه سنبل آبی در جهان (http://www.cabi.org)

امروزه با توجه به به افزایش فعالیت‌های بشر تأثیرات مخرب آن بر محیط زیست به منطقه خاصی از جهان محدود نمی‌شود. از جمله تاثیرگذاری ویران‌گر، ورود گونه‌های غیر بومی به نقاط مختلف جهان بوده است که در طول ۲۰۰ سال اخیر با گسترش کشاورزی، افزایش فعالیت‌های بشر و همچنین ویرانگری روز افزون محیط‌زیست، یک روند افزایش داشته است. ورود گونه های غیر بومی و مهاجم به اکوسیستم‌ها اثرات زیان‌بار زیست محیطی و اقتصادی جبران ناپذیری را متحمل می شود(۸).

اثرات مخرب گیاه سنبل آبی بر محیط زیست

در اثر رشد و گسترش سنبل آبی بر سطح تالاب‌ها، علاوه بر کاهش تنوع زیستی و تغییر تنوع و تراکم گیاهان و جانوران بومی مناطق که سرمایه مهمی برای معیشت جوامع بومی محسوب می‌شوند، فعالیت گردشگری، صید و صیادی و هرگونه تردد در تالاب‌ها و اکوسیستم‌های آبی می‌تواند با مشکل اساسی مواجه شود همچنین محدود شدن جریان آب در رودخانه‌ها و کانال‌های زهکشی و آبیاری، تبخیر و از دست رفتن بیش از حد آب در شرایط خشک‌سالی از دیگر تاثیرات منفی این گیاه از نظر اقتصادی است. تاثیرات منفی سنبل آبی بر فعالیت‌های کشاورزی اثرات منفی مستقیمی بر کشت محصولات کشاورزی داشته و از این طریق آسیب اقتصادی بزرگی بر کشاورزی مناطق آلوده شده به این گیاه وارد می کند. در کنار سایر تاثیرات منفی اقتصادی ناشی از وجود سنبل آبی، اثرات منفی اقتصادی مربوط به حذف و کنترل این گیاه نیز می تواند بسیار چشمگیر باشد. در اثر حضور گسترده این گیاه و کاهش کیفیت آب، افزایش جمعیت حشرات، حلزون‌ها و سایر ارگانیسم‌های بیماری‌زا نیز اتفاق می افتد و احتمال بروز انواع بیماری‌ها برای انسان، نظیر مالاریا، شیستوزومیازیس، ورم مغز، وبا و فیلاریازیس افزایش می‌یابد. تمامی این عوامل به همراه عدم دسترسی به آب سالم، کاهش قابلیت انجام فعالیت‌های کشاورزی، صیادی و گردشگری موجب می‌شود تا در نهایت مهاجرت جوامع محلی انجام پذیرد و این موارد از مهم‌ترین تاثیرات منفی حضور این گیاه از نظر اجتماعی می تواند باشد.

شاخص ارزیابی ریسک زیست محیطی برای گونه مهاجم

ارزیابی ریسک زیست محیطی رویکردیست که علاوه بر شناسایی آثار وارده ناشی از گونه به رتبه‌بندی شدت ریسک نیز می‌پردازد و گونه‌ها را با توجه به شدت اثرات بر گونه‌های بومی و زیستگاه‌های باارزش و همچنین میزان و سرعت گسترش و استقرار، طبقه بندی می‌کند(۹). ارزیابی ریسک براساس علم تصمیم‌گیری است که برای معرفی گونه‌هایی که هنوز کامل همه مناطق را اشغال نکرده‌اند اما احتمال بالایی برای مهاجم شدن و گسترش دارند، تلاش می‌کند(۱۰). این نوع ارزیابی فراتر از ارزیابی ریسک بوده و در آن علاوه بر بررسی و تحلیل جنبه‌های مختلف ریسک، ضمن شناخت کامل از محیط زیست منطقه تحت اثر، میزان حساسیت محیط زیست متأثر و همچنین ارزش‌های خاص محیط زیستی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک منطقه در نظر گرفته می‌شود(۱۱). در بیان ریسک، توضیح اثر منفی و ناسازگار بسیار حایز اهمیت است چرا که ممکن است یک عامل تنش‌زا بر یک عنصر خاص در اکوسیستم اثر منفی داشته باشد در حالی‌که همان عامل تنش‌زا برای سایر عناصر بی‌اثر و یا حتی مفید باشد. استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک اکولوژیکی یکی از ابزارهای مهم در مطالعات مدیریت محیط زیست و شناسایی و کاهش عوامل بالقوه آسیب رسان محیط زیستی در مناطق حساس مانند تالاب‌ها برای حصول به توسعهٔ پایدار است. این روش برای پیش بینی احتمال وقوع اثرات منفی در آینده و یا بررسی احتمال اثرات ناشی از مواجهه عوامل تنش زای موجود در حال و یا گذشته و برای ارزش‌یابی سیستماتیک داده‌ها، اطلاعات، فرضیات و عدم قطعیت‌ها، به منظور درک و پیش بینی روابط بین عوامل تنش‌زا و اثرات اکولوژیک به نحوی که برای تصمیم گیری‌های زیست محیطی موثر باشد بکار می رود (۱۲). به منظور بررسی ریسک زیست محیطی با توجه به دستورالعمل-های استاندارد در ابتدای مسیر شناسایی مشکل و پارامترهای با

ارزش در اثرگذاری تنش بر اکوسیستم و گونه بسیار مهم می‌باشد. از جمله روش‌های ارزیابی پیامدهای زیست محیطی ناشی از گونه‌های مهاجم می‌توان به شاخص ISEIA، MCDM، مدلVWRA اشاره کرد که در مباحث بعدی به یکی از مهم‌ترین این شاخص‌ها که به عنوان شاخص مبنا در زمینه ارزیابی پیامدهای زیست محیطی گونه‌های مهاجم مورد توجه است، اشاره خواهیم کرد.

شاخص ISEIA

در روش ارزیابی ریسک پیامدهای زیست محیطی با استفاده از گونه‌های شاخصISEIA که یک روش نیمه کمی با سیستم نمره دهی است و به منظور تعیین درجه ریسک گونه مهاجم مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهم‌ترین پارامترهای اثر گذار عبارتند از :

۱- قابلیت گسترش بالقوه گونه

۲- ارزش حفاظتی زیستگاه

۳- اثرات متنوع گونه مهاجم سنبل بر گونه‌های بومی

۴- اثر بر عملکرد اکوسیستم

نتایج حاصل از چنین بررسی می‌تواند برای اعمال رویکردهای مدیریتی در برابر گونه‌های مهاجم بسیار تاثیرگذار باشد و این مسأله که ارزیابی تاثیر گونه‌های مهاجم در محیط زیست تنها برای یک دوره محدود از زمان می باشد و چون دانش در مورد توزیع واقعی یک گونه و اثرات آن بر گونه بومی و یا اکوسیستم‌ها غالبا بسیار پایین است به همین دلیل ضروریست که به‌طور مداوم بروزرسانی شود(۱۳).

روند ارزیابی خطر پیامدهای زیست محیطی

فاز اول: شناسایی مشکل(شناسایی گونه و محیط در معرض هجوم): مشخصات کلی گونه و مشخصات منطقه مورد مطالعه و شناسایی نقاط پایانی[2](ارزش‌های اکولوژیک)

فاز دوم: جمع آوری داده‌ها آنالیز آنها، شناسایی اثرات وارده بر پذیرنده‌ها و تخمین خطر بالقوه[3]

a. بررسی اثرات(اثرات وارده از گونه مهاجم بر گونه های بومی و عملکرد اکوسیستم)

b. رتبه‌بندی اثرات

c. تخمین خطر ناشی از اثرات

a: بررسی اثرات (اثرات وارده از گونه مهاجم بر گونه های بومی و عملکرد اکوسیستم): شاخصISEIA، یک شاخص نیمه کمی برای بررسی اثرات وارده از گونه‌های مهاجم بر گونه‌های بومی و عملکرد اکوسیستم‌هاست که بدین منظور پارامترهای گسترش بالقوه گونه، ارزش حفاظتی زیستگاه، عملکرد و ساختار اکوسیستم و اثر بر گونه های بومی در این شاخص مورد توجه است.

b. رتبه بندی: پس از بررسی اثرات با توجه به تعاریفی که در شاخص مورد نظر آمده است رتبه هایی برای پارامترها، از ۱ تا ۳ در نظر گرفته خواهد شد.

1- Invasive species environmental impact assessment

2- End point
3- Potential hazard

جدول ۱- تعاریف مربوط به رتبه بندی پارامترها به منظور تخمین و توصیف خطر در شاخص ISEA

تعاریف مربوط به رتبه بندی پارامتر گسترش بالقوه گونه در شاخص ISEA
رتبه ۱: گونه در محیط به خاطر ظرفیت ضعیف انتشار و قدرت تولیدمثل پایین گسترش پیدا نکرده است.
رتبه ۲: گونه غیربومی توسط انسان به مناطق دورتر برده می‌شود و به ندرت تا یک کیلومتر انتشار می‌یابد
رتبه ۳: گونه قدرت باروری بالا داشته و به سرعت در مسافت‌های بیش‌تر از یک کیلومتر در سال گسترش می‌یابد.
تعاریف مربوط به رتبه‌بندی پارامتر اثر بر گونه‌های بومی در شاخص ISEA
رتبه ۱: اگر گونه غیربومی محدود به زیستگاه‌های انسان ساخت باشد.
رتبه ۲: اگر گونه غیربومی محدود به زیستگاه‌هایی با ارزش حفاظتی پایین یا میانه باشد.
رتبه ۳: اگر گونه غیربومی در زیستگاه با ارزش حفاظتی بالا استقرار و گسترش یابد.
تعاریف مربوط به رتبه بندی پارامتر گسترش بالقوه گونه در شاخص ISEA
رتبه ۱ : داده در مورد گذشته گونه بیان می‌کند که اثر منفی بر جمعیت گونه‌های بومی قابل چشم پوشی است و قابل توجه نیست.
رتبه ۲: گونه غیربومی باعث تغییر در فراوانی جمعیت بومی تا ۸۰ درصد شده باشد.
رتبه ۳: توسعه گونه‌های غیربومی باعث کاهش جمعیت گونه‌های بومی بیش‌تر از ۸۰ درصد شده شده باشد.
تعاریف مربوط به رتبه بندی پارامتر اثر بر اکوسیستم در شاخص ISEA
رتبه ۱: اثر بر فرآیند اکوسیستم و ساختار قابل توجه نبوده و نادیده گرفته می شود.
رتبه ۲: اثر بر فرآیندهای اکوسیستم قابل توجه می باشد(مانند تغییر موقتی خصوصیات آب)
رتبه ۳: اثر بر فرآیندهای اکوسیستم و ساختار بسیار جدی و شدید است. مانند تغییر در خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب و محتوای مواد مغذی آن، تغییر تنوع گونه‌های بومی غالب، تخریب پناهگاه‌های ماهی.

- رتبه ها در این شاخص در محدوده ۱۲-۴ متغیر است.

تعاریف خطر در شاخص مورد نظر:

رتبه ۱: خطر کم

رتبه ۲: خطر متوسط

رتبه ۳ : خطر بالا

فازسوم : بررسی و توصیف خطر

با توجه به ارزش‌هایی کـه در بررسـی بـه آن مـی رسـیم گونـه مورد نظر در منطقه مورد مطاله برای اکوسیستم تحـت ارزیـابی در یکی از طبقات قرار خواهد گرفت :

لیست طبقه	ISEIAنمره
A(black list)	۱۲-۱۱
B(watch list)	۱۰-۹
C	۸-۴

طبقـه A : (فهرسـت سـیاه) BLACK LIST : شـامل گونه‌هایی با ریسک خطـر زیسـت محیطـی بـالا بـرای منطقـه مورد نظر

طبقه B: (فهرسـت قابـل توجـه) WATCH LIST: شـامل گونه‌هایی با خطر زیست محیطی متوسط براساس دانش روز

طبقه C : در هیچ فهرستی مورد توجه نیست شامل دیگر گونه-های غیربومی که تهدید قابل ملاحظه‌ای برای گونه‌های بومی و اکوسیستم ندارد (۱۳).

مدیریت ریسک زیست محیطی

با توجه به این‌که یکی از مهم‌ترین اهداف ارزیابی ریسک در نهایت مدیریت ریسک و ارایه راهکارهای مدیریتی برای کنترل و اصلاح و یا کاهش شدت ریسک وارده از عامل تنش‌زا بر اکوسیستم است، با توجه به شدت ریسک مواجهه در بخش‌های مختلف اکوسیستم راهکارهای مدیریتی پیشنهاد خواهد شد راهکارهای مدیریتی که عمدتاً برای گیاهان مهاجم در بسیاری از منابع پیشنهاد شده است عبارتند از :

- اقدامات مقابله ای نابودسازی سریع: در صورت تشخیص زودهنگام استقرار یک گونه می توان آن را از بین برد و به این ترتیب جلوی انتشار آن را گرفت و معمولا این روش هزینه بیش‌تری نسبت به پیشگیری در پی خواهد داشت.

کنترل و پایش بلند مدت: چنانچه نابودسازی گونه وارد شده مهاجم عملی نبوده و یا روشی برای نابودکردن آن وجود نداشته باشد، کنترل جمعیت گونه مزبور برای جلوگیری از انتشار بیش‌تر و خسارت زدن مؤثر است.

-اقدامات کنترلی

کنترل مکانیکی (جمع آوری دستی، جمع آوری با شناورها، نصب موانع رشد، با توجه به شدت گسترش و اثر گونه مهاجم پیشنهاد می‌گردد)

کنترل شیمیایی استفاده از علف کش مناسب برای کاهش جمعیت گونه با یک نگاه زیست محیطی در محیط‌های تحت کنترل

کنترل بیولوژیک استفاده از حشرات(برای تغذیه و یا ایجاد بیماری در سنبل آبی) درمحیط تحت کنترل

کنترل تلفیقی

بحث

ورود گونه‌های مهاجم به یک اکوسیستم از جمله تنش‌های بیولوژیکی است. وجود عوامل محیطی و فعالیت‌های تنش‌زا می‌تواند بر شدت اثرات وارده از این گونه‌ها در اکوسیستم‌های موردنظر بیافزاید. گونه سنبل آبی از سال ۱۹۴۰ به عنوان یک مشکل عمده در برخی از کشورها مطرح گردید. اولین بار در آسیا، این گونه در ژاپن و اندونزی معرفی شد، در استرالیا در سال ۱۸۹۰ و در اسپانیا اولین خسارات وارده از این گیاه به اکوسیستم در سال ۱۹۸۹ معرفی شد. در سال ۱۹۵۶ در رودخانه Pangani و در دریاچه کیوگا در ارگاندا و نایوشا در کنیا و بعدها در دریاچه ویکتوریا اثرات مخرب این گونه به عنوان علف هرز بسیار نمود پیدا کرد و در سال‌های ۱۹۹۲-۱۹۹۰ بسیار تشدید شد. این گیاه بطور گسترده در بیش‌تر مناطق اوگاندا (۱۹۹۸)، تانزانیا (۱۹۹۹)، کنیا(۱۹۹۸)، روآندا و بروندی(۱۹۹۹)، به‌عنوان گونه غالب مشاهده شد. اگرچه گیاه سنبل آبی در بسیاری از کشورهای جهان به عنوان گیاه زینتی به‌شمار می‌رود ولی میلیاردها دلار هزینه و خسارت را به همراه داشته است. برای مثال در دریاچه ویکتوریا ۱۲۰۰ هکتار و ۴۰ میلیون نفر در کنیا، تانزانیا و اوگاندا تا پایان سال ۱۹۹۷ تحت اثرات این گونه مهاجم بوده‌اند. ۷۰ درصد کاهش فعالیت-های اقتصادی در بندر کیسومو کنیا از طریق خفگی ماهیان در اثر رشد غیر طبیعی سنبل آبی به جهت افزایش سطح مواد مغذی، مشاهده شد(۱۴). Mailu (۲۰۰۱) به بررسی اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی سنبل آبی در حوزه دریاچه ویکتوریا ناشی از هجوم گیاه سنبل آبی پرداخت. این تحقیق که با استفاده از جمع‌آوری اطلاعات از طریق مشاهدات میدانی و مصاحبه و همچنین مرور تحقیقات دانشمندان انجام گرفته بود بیش‌ترین خسارت‌های وارده از گونه مهاجم را به دلیل فعالیت‌های متعدد انسانی در حوزه دریاچه و ایجاد وضعیت ناپایدار محیط بیان کرد و یکی از مهم‌ترین عواملی که شرایط رشد فزاینده گونه مذکور را فراهم می‌کند را محتوای مواد مغذی موجود در آب و سازگاری با شرایط آشفته محیطی عنوان کرد (۱۵). با توجه به مطالعاتی که انجام گرفت می توان اذعان داشت که مهم‌ترین مشکلات گیاه سنبل را برای منطقه‌ای که در مواجهه با آن قرار گرفته است در موارد زیر خلاصه می‌گردد:

مشکلات زیست محیطی و بهداشتی: کاهش کیفیت آب، اتلاف آب. نرخ بالای تبخیر از سطح آب در فصل تابستان، کاهش نور و اکسیژن، فقدان جوامع فیتوپلانکتونی، مرگ آبزیان، تغییر تراکم و تنوع فون و فلور اکوسیستم، کاهش تراکم گونه های بومی، ناقل حشرات بیماری زا در انسان، تغییر در چرخه غذایی، کاهش قابلیت و کارایی آب اکوسیستم مورد نظر برای انسان و جانور.

مشکلات اقتصادی: کاهش فعالیت‌های تفریحی و توریستی، کاهش فعالیت‌های صیادی، قایقرانی، مسدود شدن آبراهه‌ها، کاهش کارایی سیستم‌های آبیاری، هزینه حاصل از پیشگیری، کنترل و یا نابودسازی گونه‌های مهاجم، خسارت‌های اقتصادی وارده شده به ذخایر آبزیان.

Colnarو Landis در مطالعه‌ای به بررسی توسعه مدل مفهومی برای گونه‌های مهاجم و ارزیابی ریسک منطقه‌ای در گونه خرچنگ سبز اروپایی در منطقه گیلاس واشنگتن پرداختند، که هدف این مطالعه را ایجاد روشی در مقیاس ارزیابی ریسک محیط زیستی، منطقه‌ای با استفاده از مدل تطابق ریسک نسبی(RRM) بیان نمودند. در این مطالعه مدل مفهومی، اصلاح شده‌ی مدل ریسک نسبی است و شامل ساختار الگوی پویای پیوستگی سلسله مراتبی است. در مدل مذکور، فرضیاتی بدین شرح درنظر گرفته شده که شامل: ۱- نوع و تراکم ارزیابی نقاط پایانی مربوط به زیستگاه در دسترس است؛ ۲- حساسیت گیرنده‌ها به عوامل استرس‌زا بین زیستگاه‌های مختلف متفاوت است. ۳- شدت اثرات در بخش‌های منطقه بستگی به مواجهه نسبی و ویژگی‌های موجودات زنده حاضر دارد. رتبه‌ها و فیلترها برای تعیین سهم نسبی هر گونه در ریسک، همچنین ریسک در نقطه پایانی بیولوژیکی، زیستگاه‌ها و مناطق فرعی انتخابی در دو سناریو، شامل شرایط فعلی و شرایط آینده در طی یک سال ال‌نینو ادغام شد. در نهایت نتایج زیستگاه و نقطه پایانی، بالاترین ریسک را نشان داد. همچنین مناطق با بالاترین ریسک و در معرض خطر شناسایی شد. از طرفی نتایج نشان داد زمانی که ال نینو با پراکندگی فعلی در نظر گرفته شود ریسک اثرات در واقع برای همه نقاط پایانی، زیستگاه‌ها و نواحی بالاتر است. البته روش مورد استفاده در این مطالعه می‌تواند اصلاح شود و برای تعیین ریسک مقدماتی و اثرات دیگر گونه‌های مهاجم نیز به‌کار رود. روش مذکور قابلیت ارزیابی شرایط ریسک در حال و آینده را دارد در صورتی که شاخص مورد بررسی در مطالعه حاضر به شناسایی اثرات گونه در همان برهه و در منطقه مذکور اشاره دارد(۱۶).

امروزه مدل‌های پرکاربردی برای ارزیابی ریسک محیط زیستی عوامل تهدید کننده در زیستگاه‌های حساس معرفی شده است. در مطالعه ای برای تجزیه و تحلیل در زمینه ارزیابی ریسک گونه‌های گیاهی مهاجم از روش تخصیص وزن براساس تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شد که توسط Benke و همکاران انجام گرفت. این توصیف برگرفته از عناصر ضروری مدل ارزیابی ریسک علف‌های هرز ویکتوریا بود که گونه‌های علف هرز را برطبق نمرات تعیین شده از تلفیق نظر کارشناسی و اسناد منتشر شده، رتبه بندی می کند. در این روش هم مانند شاخصISEIA از تخصیص وزن به پارامترهای مؤثر در ارزیابی اثر استفاده گردید با این تفاوت که برای ایجاد رتبه‌بندی اولویت ریسک برای آفات گونه‌های گیاهی از طریق گردآوری داده‌های مختلط در اجزای دارای موضوعات مشابه، مرتب نمودن این اجزا به ترتیب سلسله مراتبی مناسب و از تخصیص وزن معیار به هر جزء استفاده گردید(۱۷).

Fengو Zhu به مطالعه در زمینه ارزیابی ریسک و الگوهای فضایی گیاهان بیگانه و مهاجم در چین پرداختند، که هدف از این مطالعه کمک به مدیریت گیاهان مهاجم با اولویت بود. در این مطالعه، یک سیستم رتبه‌بندی بهبود یافته متشکل از مجموعه‌ای ضوابط و سیستم نمره دهی تهیه شد. به منظور بررسی خطر از شش پارامتر از جمله امکان معرفی گونه، امکان استقرار، امکان گسترش، منطقه مورد هجوم، خطر و امکان‌سنجی کنترل استفاده گردید. به منظور تعیین وزن شاخص‌ها در این سیستم ارزیابی ریسک، از تکنیک

تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شد. برای تهیه سیستم قابل اجرا در این مطالعه، هر پارامتر و معیار بررسی و تجدید نظر شد. همچنین جهت انجام ارزیابی از ۵ کارشناس بدون تعامل چهره به چهره دعوت شد. ۵ امتیاز نیز برای هر گیاه مهاجم در نظر گرفته شد و میانگین بدست آمد. ریسک گیاهان مهاجم با توجه به نمراتش رتبه بندی شد همچنین در مناطق با غنای بالای گونه‌های گیاهی مهاجم بیگانه، بسیاری از آن‌ها کم خطر بودند. در مقابل، در مناطق با غنای پایین گونه‌های گیاهی مهاجم بیگانه، در معرض خطر بالا بودند. در رویکرد مورد نظر به منظور بررسی ریسک توجه اصلی به گونه مهاجم و چگونگی معرفی، انتقال، استقرار و گسترش آن است که می‌تواند رویکرد مناسبی برای تکمیل شاخص ارزیابی ریسک پیامدهای زیست محیطی گونه مهاجم باشد. در پژوهشی دیگر منحصرا به اثر گونه مهاجم بر گونه‌های نادر اکوسیستم مورد نظر اشاره شده است که در واقع تخصصی فقط به جنبه اثر بر گونه‌های حساس و آسیب پذیر پرداخته شده است که برای اکوسیستم‌هایی که شامل گونه‌های بسیار حساس هستند بسیار کارا می‌باشد(۱۸).

Miller و همکاران در تحقیقی به ارزیابی ریسک زیست-محیطی گونه‌های مهاجم و حفاظت از گونه‌های نادر گیاهی به‌طور هم‌زمان پرداختند. در این بررسی از مدل ریسک نسبی برای تعیین کمیت خطرات مطرح شده در گونه‌های گیاهی در معرض ریسک، از طریق گونه‌های گیاهی مهاجم غیربومی در نبراسکا استفاده کردند. آن‌ها زیستگاه‌های مناسب برای هشت نوع گونه گیاهی مهاجم را مدل‌سازی کردند که متعاقبا در وقایع مستند شده گونه‌های گیاهی در معرض خطر در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی مقایسه می‌شوند سپس این اطلاعات را با ارزیابی اثرات زیست محیطی هر یک از گونه‌های مهاجم، در یک چارچوب ارزیابی ریسک منطقه‌ای، نمرات نسبی ریسک را برای گونه‌های گیاهی مهاجم، گونه‌های گیاهی در خطر و نواحی ترکیب شده به‌طور هم‌زمان محاسبه می‌کنند. نتایج نشان می‌دهد این ارزیابی، مقادیر گسسته تعیین کننده تهدید نسبی مطرح شده توسط گونه‌های مهاجم نسبت به گونه‌های نادر است. ریسک نسبی در گونه‌های نادر و در معرض خطر نسبی در زیربخش‌ها مطرح می‌شود. پس از بررسی نتایج مشخص شد دو گونه مهاجم، بزرگ‌ترین خطرات را برای گیاهان در معرض خطر در نبراسکا در برخواهد داشت(۱۹).

Wearne و همکاران (۲۰۱۳) به مطالعه پتانسیل پراکندگی و ارزیابی ریسک گونه گیاهی مهاجم *Hymenachne amplexicaulis* در استرالیا پرداختند، این مطالعه شامل سه مرحله بود: (۱) روش مدل گروهی در شناسایی مناطق عدم قطعیت و مشترکات باتوجه به پتانسیل گونه‌های مهاجم، (۲) پراکندگی فعلی گونه های مهاجم و (۳) اتصال سیستم‌ها برای شناسایی مناطق هدف و تمرکز تلاش‌ها برای مدیریت موثرتر بود. عدم قطعیت برای پیش‌بینی زیستگاه مناسب گونه مورد مطالعه در استرالیا با یک روش پیش‌بینی گروهی برای مقایسه سناریوهای پراکندگی انجام شد. مدل‌ها نیز با استفاده از زیر مجموعه‌هایی از وقایع و اطلاعات زیست محیطی ساخته شده بود. ریسک حوضه آبخیز نیز از طریق ترکیب مناسب زیستگاه، فراوانی موجود، پراکندگی گونه و پیوستگی حوضه آبخیز تعیین شد. نتایج به‌دست آمده تفاوت‌های جغرافیایی بین پیش‌بینی روش‌های مختلف را نشان داد. با وجود این تفاوت‌ها، تعدادی از حوضه های آبخیز در شمال، مرکز و جنوب استرالیا با ریسک بالای تهاجم شناسایی شدند یا گسترش بیش‌تر تمام مدل‌ها نشان داد که آن‌ها باید برای مدیریت این گونه اولویت داشته باشند. این مطالعه همچنین کاربرد روش گروهی در شناسایی حوزه‌های نامعلوم و مشترکات راجع به پتانسیل گونه‌های مهاجم را نشان داد(۲۰).

Ries و همکاران (۲۰۱۳) به ارزیابی اثرات زیست محیطی از ۵۵ گیاه آوندی مهاجم غیربومی در لوگزامبورگ از شاخص ISEIA پرداختند. در این تحقیق ابتدا به اطلاعات عمومی از گونه شامل نام، جنس، زیستگاه، خصوصیات زادآوری، وضعیت پراکنش گونه در جهان و در منطقه مورد نظر پرداخته شده و سپس برطبق شاخص ISEIA به طبقه بندی ریسک ناشی از گونه‌های مهاجم پرداخته شد. طبق نتایج بدست آمده ۹ گونه در لیست سیاه، ۱۰ گونه در لیست هشدار و ۸ گونه در

هیچ لیستی قرار نگرفت و بقیه گونه‌ها در طبقه با شدت اثر گذاری پایین قرار گرفتند(۲۱).

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که به منظور ارزیابی ریسک محیط زیستی ناشی از گونه مهاجم از رویکردهای گوناگون در سطح جهانی بهره گرفته شده است که در این میان شاخصISEIA به عنوان شاخصی پایه برای بررسی شدت خطر گونه‌های مهاجم در منطقه مواجهه است که با توجه به شرایط منطقه‌ای می‌تواند دست‌خوش اصلاح و تغییر شود و برای هر منطقه بصورت شاخص همان منطقه تعریف گردد. امروزه افزایش سریع گونه‌های مهاجم و خسارات اقتصادی و زیست محیطی بیش از حد آن‌ها در یک اکوسیستم نیاز مبرم را به مدیریت‌های زیست محیطی بسیار پررنگ کرده است(۲۲). ارزیابی ریسک ابزار ارزش‌مندی در این میان است چراکه علاوه بر شناخت عوامل تنش، رابطه بین عامل تنش و پذیرنده‌ها را نشان می‌دهد که می‌تواند کمک قابل توجهی برای تصمیم‌گیری‌های زیست‌محیطی به مسوولان مربوطه ارایه دهد. با توجه به این که بیش‌تر پژوهش‌هایی که در کشورمان بر روی گونه های مهاجم صورت گرفته بیش‌تر جنبه شناسایی گونه داشته و کار خاصی در زمینه ارزیابی پیامدهای نگران کننده ناشی از گونه های مهاجم صورت نگرفته، پیشنهاد می گردد علاوه بر معرفی گونه، عامل ایجاد تنش، پارامترها و پیامدهای آن در اکوسیستم نیز بررسی شود و اقدامات مدیریتی مناسب با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی ریسک انجام گردد چراکه نهایت ارزیابی ریسک محیط زیستی اتخاذ تصمیمات مدیریتی زیست محیطی برای کاهش و یا اصلاح اثر تنش است.

منابع

1. EEA, 2012. The impacts of invasive alien species in Europe. EEA Technical Report 16. European Environment Agency, Copenhagen, 114 pp.
2. Williams, S.L., Grosholz, E.D., 2008. The invasive species challenge in estuarine and coastal environments: marrying management and science. The H.T. Odum Synthesis Essay. Estuaries and Coasts, 31:3-20.
3. Mooney, H.A., Hobbs, R.J., 2000. Invasive speciesina changing world. Washington, DC: IslandPress.
4. Gopal, B., 1987. Aquatic plant studies 1: Water Hyacinth. Elsevier, Amsterdam.
5. Achaval, F., González, J.G., Meneghel, M., Melgarejo, A.R.,1979. Lista comentada del material recogido en Costas Uruguayas, transportado por camalotes desde el Rio Paraná. Acta Zoologica Lilloana, 35: 195-200.
6. Andersen Mark C,2005. Potential Applications of Population Viability Analysis to Risk Assessment for Invasive Species, Human and Ecological Risk Assessment, 11: 1083–1095.
7. Hill, M.P., Olckers, T., 2001. Biological Control Initiatives against Water Hyacinth in South Africa: Constraining Factors, Success and New Courses of Action. In M. H. Julien, M. P. Hill, T. Center D., & Jianqing D. (Eds.), ACIAR Proceedings (Vol. 102, pp. 33–38). http://www.bionica.info/biblioteca/Hill 2001Eischhornia.pdf(accessed on 20 August 2013)
8. Amailu, M., 2001. Preliminary Assessment of the Social, Economic and Environmental Impacts of Water Hyacinth in the Lake Victoria Basin and the Status of Control, Biological and Integrated Control of water Water Hyacinth, Center and Ding Iian cing ACIAR Proceding 102.

9. Branquart, E., 2007. Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium, version 2.1. http://ias.biodiversity.be (Accessed 11March 2015)
10. Keller, R.P., Lodge, D.M., Finnoff, D.C., 2007. Risk assessment for invasive species producesnet bioeconomic benefits. Proceedings oftheNationalAcademy of Sciences, 104, 203–207.
۱۱. مکوندی رقیه و همکاران(۱۳۹۱)، "ارزیابی ریسک محیط زیستی تالاب‌ها با استفاده از روش‌های EFMEAو TOPSIS مطالعه موردی: تالاب شیرین سو در استان همدان"، فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب / دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، شماره ۱۲.
۱۲. رحیمی بلوچی، لیلا، ملک محمدی، بهرام(۱۳۹۲)،"ارزیابی ریسک های محیط زیستی تالاب بین‌المللی شادگان بر اساس شاخص های عملکرد اکولوژیکی، فصلنامه محیط شناسی، شمارۀ ۶۵.
13. Kowarik, I., 2010. Biologische Invasionen. Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. 2., erweiterte Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart Hohenheim, 492 pp.
14. Twongo, T., Balirwa, J.S., 1995. The water hyacinth problem and the biological control option in the highland lake region of the upper Nile basin—Uganda's experience. The Nile 2002 conference: Comprehensive water resources development of the Nile basin—Taking Off. Arusha, Tanzania Arusha, Tanzania.
15. Mailu, A.M., 2001. Preliminary Assessment of the Social, Economic andEnvironmental Impacts of Water Hyacinth in the Lake Victoria Basin and the Status of Control, Biological and Integrated Control of water Water Hyacinth, Center and Ding Iian cing ACIAR Proceding 102.
16. Colnar, A., Landis, W., 2007. Conceptual model development for invasive species and a regional risk assessment case study: The European green crab, Carcinus maenas, at Cherry Point, Hum. Ecological Risk Assessment. [online] Available from: http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10807030601105076 (Accessed 18 August 2016), 2007
17. Kurt, K. B., Jackie, L.S., John, E.W., 2011. Risk assessment models for invasive species: uncertainty in rankings from multi-criteria analysis, Biol Invasions. 13:239–253.
18. Feng, J. Zhu, Y., 2010. Alien invasive plants in China: risk assessment and spatial patterns, Biodiversity Conservation ,19:3489–3497.
19. Miller Thaddeus, K., Allen Craig, R., Landis Wayne, G., Merchant James W., 2010. Risk assessment: Simultaneously prioritizing the control of invasive plant species and the conservation of rare plant species, Biological Conservation 143 2070–2079.
20. Wearne, J.L., Ko, D., Hannan-Jones, M., Calvert, M., 2013. Potential Distribution and Risk Assessment of an Invasive Plant Species: A Case Study of Hymenachne amplexicaulis in Australia, Human and Ecological Risk Assessment, 19: 53–79.

21. Ries, C., Krippel, Y., Pfeiffenschneider, M., Schneider, S., 2013. Environmental impact assessment and black, watch and alert list classification after the ISEIA Protocol of non-native vascular plant species in Luxembourg. Bulletin de la Société des naturalistes luxem-bourgeois 114: 15-21.
22. Sandlund, O. T., Schei, P. J., Viken, A.,1999. Invasive species and biodiversity management. Dordrecht: Kluwer AcademicPublishers.
23. http://www.issg.org/database
24. http://www.cabi.org
25. www.durban.gov.za
26. www.dpi.qld.gov.au