DOI: 10.22092/irn.2025.367367

دیدگاه

# گونه‌های گیاهی مهاجم و پیامدهای آنها

شیرین محمودی[1*]، مصطفی آقایی[2]، محمدامین مخدومی[3]

## مقدمه

تنوع زیستی به‌طور جدایی‌ناپذیری با اکوسیستم و رفاه انسان مرتبط است. آلودگی‌های محیطی، تخریب زیستگاه‌ها و تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیت‌های انسانی، تهدیدات اصلی برای تنوع زیستی هستند (Tripathi and Bhadouria *et al*., 2023).

پیدایش گونه‌های گیاهی مهاجم در هر بوم‌نظام، تهدیدی جدی برای تنوع زیستی و سلامت محیط‌زیست به‌شمار می‌رود (de Carval-ho-Souza *et al*., 2024؛ Seebens and Blackburn *et al*., 2018). کنوانسیون تنوع زیستی (CBD) و پروتکل کارتاهنا، بر کنترل و مدیریت جهانی تهاجمات گیاهان غیربومی که بر بوم‌نظام و سلامت انسان تأثیر منفی می‌گذارد، تأکید دارند (Pyšek and Richardson, 2010). این کنوانسیون، «گونه بیگانه» را به‌عنوان گونه یا زیرگونه‌ای که در خارج از محدوده طبیعی گذشته یا حال خود معرفی شده است، تعریف می‌کند (پی‌نوشت الحاقیه ۵۷، کنوانسیون تنوع زیستی، ۲۰۰۲). کنوانسیون بین‌المللی حفظ نباتات (IPPC)، «گیاه مهاجم (آفت)» را به‌عنوان هر گونه نژاد یا بیوتیپ گیاهی، جانوری یا عامل بیماری‌زای مضر برای گیاهان یا محصولات گیاهی تعریف می‌کند و «آفت قرنطینه‌ای» را به‌عنوان آفتی با اهمیت اقتصادی بالقوه برای منطقه‌ای که در معرض خطر قرار می‌گیرد و هنوز در آنجا وجود ندارد، یا وجود دارد اما به‌طور گسترده پراکنده نشده است، تعریف می‌کند.

تهاجم گیاهان در طول قرن‌ها به‌طور مداوم و با سرعت بالایی افزایش یافته و تأثیرات آن بر تنوع زیستی، اقتصاد و سلامت انسان مشاهده شده است (Pyšek and Richardson 2010, Richardson and Pyšek, 2012؛ Roy *et al*., 2024). کشاورزی مدرن درحالی‌که نوید امنیت غذایی را می‌دهد، موجب افزایش انتشار گیاهان مهاجم نیز می‌شود (Gallardo *et al*., 2024). این گیاهان مهاجم بر سلامت کلی و بهره‌وری کشاورزی تأثیرگذار هستند و تنوع گیاهی، سلامت خاک و کل بوم‌نظام گیاهی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. جالب توجه است که این گیاهان مهاجم هم منبع تغذیه‌ای محسوب می‌شوند و هم اثرهای مخربی دارند که در کاهش بهره‌وری محصول گزارش شده است (Shackleton *et al*., 2022).

حذف مرزهای جغرافیایی زیستی و بهبود تجارت جهانی، حمل‌ونقل و گردشگری، مهاجرت فرامرزی گونه‌های گیاهی غیربومی را افزایش داده و به چالش محیطی جهانی تهاجم گیاهان منجر شده است (Byrne *et al*., 2024؛ Bonnamour *et al*., 2021).

## مراحل تهاجم گیاهان

Richardson و همکاران (۲۰۰۰) نمایی کلی از تهاجم گیاهان را به‌عنوان یک فرایند پیچیده چندمرحله‌ای ارائه کردند، که مراحل اصلی آن به‌شرح زیر است:

الف) معرفی: مرحله اولیه تهاجم زیستی، انتقال گونه به محیطی جدید است. این انتقال می‌تواند به‌صورت طبیعی یا بیشتر توسط انسان‌ها از طریق عبور از موانع جغرافیایی انجام شود. گونه‌ای که به این شکل وارد محیط جدید می‌شود، به‌عنوان گونه بیگانه، غیربومی یا معرفی‌شده، شناخته می‌شود.

ب) سازگاری: اولین مانعی که یک گونه گیاهی بیگانه هنگام معرفی در یک زیستگاه جدید با آن روبه‌رو می‌شود، موانع محیطی متشکل از اجزای زنده و غیرزنده است. یک گونه بیگانه مهاجم باید توانایی سازگاری را با چنین تغییرات محیطی داشته باشد تا در زیستگاه جدید زنده بماند.

ج) طبیعی‌شدن: پس از ورود یک گونه بیگانه به محیط جدید و استقرار اولیه، برای تبدیلشدن به یک گونه مهاجم، باید بتواند به‌طور مستمر تولیدمثل کند و جمعیت خود را افزایش دهد. به‌عبارت‌دیگر، گونه باید بتواند از موانع اکولوژیکی، که مانع از تکثیر آن می‌شوند، عبور کند. گونه‌هایی که موفق به گذر از این مرحله می‌شوند، به‌عنوان گونه‌های طبیعی‌شده شناخته می‌شوند

د) تهاجم: اصطلاح «تهاجمی» به موجودات زنده‌ای اطلاق

۱*- نویسنده مسئول، گروه تنوع زیستی، مرکز ملی مدیریت منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: sh.mahmoodi@areeo.ac.ir
۲- استاد پژوهش، بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳- مربی، مرکز ملی مدیریت منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

می‌شود که از طریق مکانیسم‌های رویشی، یا زایشی، نسل‌های فراوانی را تولید و بر موانع پراکندگی محلی/ منطقه‌ای غلبه می‌کنند. به‌طورکلی، «تهاجم زیستی» دومین اختلال مهم بوم‌شناختی است که تنوع زیستی جهانی را به خطر می‌اندازد (Bellard *et al.*, 2016) و عامل اصلی ازبین‌رفتن گونه‌های بوم‌نظام‌های جزیره‌ای است (Tershy *et al.*, 2002).

## تأثیرات تهاجم گیاهی بر امنیت غذایی

تهاجم زیستی تأثیرات چشمگیری بر پارامترهای اجتماعی، اقتصادی و بوم‌شناختی دارد که به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل تغییر محیط‌زیست جهانی در نظر گرفته می‌شود (Bradley *et al.*, 2023). گیاهان مهاجم با برهم‌زدن بهره‌وری کشاورزی تا حدودی بر امنیت غذایی جهانی تأثیر می‌گذارند (Fleming *et al.*, 2017)، به‌طوریکه خسارت‌های اقتصادی ناشی از کاهش بهره‌وری گیاهان پس از تهاجم گیاهان بیگانه، به‌عنوان یک چالش بزرگ و مهم در عصر حاضر محسوب می‌شود (Seebens *et al.*, 2017).

رابطه انگلی (parasitism) و رقابت بر سر منابع طبیعی (آب، نور، مواد مغذی)، منجر به خسارت‌های کشاورزی ناشی از تهاجم گیاهان مهاجم می‌شود. گونه‌های گیاهی مهاجم، تهدیدی جدی برای امنیت غذایی جهانی و دستیابی به اهداف اصلی توسعه پایدار (گرسنگی صفر) محسوب می‌شوند. نقشه‌های پایش اقلیمی نشان می‌دهند، شناسایی میزان آسیب‌پذیری کشاورزی ناشی از تهاجم گیاهان، به مواجهه با این مشکل کمک می‌کنند (Kariyawasam *et al.*, 2021). گیاهان مهاجم برخی از گیاهان بومی مهم را جابه‌جا می‌کنند و اکوسیستم‌ها و سلامت انسان را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهند (Xie *et al.*, 2021). گونه‌های مهاجم از طریق مکانیسم‌های مختلفی ازجمله انتقال بیماری‌های عفونی، ایجاد آسیب‌های فیزیکی و تولید سموم، مخاطرات جدی برای سلامت انسان ایجاد می‌کنند. علاوه‌براین، تهاجم گیاهی می‌تواند به‌طور مستقیم بر معیشت جوامع انسانی تأثیر بگذارد و منجر به کاهش تولید محصولات کشاورزی، تخریب زیستگاه‌ها، گسترش آلودگی محیطی و افزایش هزینه‌های بهداشتی شود (Mazza *et al.*, 2014). گونه‌های گیاهی بیگانه با تأثیر بر جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی، زندگی انسان را مختل می‌کنند. بنابراین، یک گیاه مهاجم، تنوع زیستی را کاهش و متغیرهای آب‌وهوایی (دما و رطوبت) را تغییر می‌دهد که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر سلامت انسان تأثیر می‌گذارد (Jones *et al.*, 2021؛ Rai and Scarbor-ough, 2015؛ Bhuskute *et al.*, 2024).

گونه‌های مهاجم گیاهی و جانوری با ازبین‌بردن گونه‌های بومی ارزشمند، ازجمله گیاهانی که برای سلامت انسان کاربرد دارند، تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها را تهدید می‌کنند. به‌عنوان‌مثال، کرم خاکستر زمرد به‌عنوان یک آفت مهاجم، موجب نابودی گسترده درختان زبان گنجشک در ایالات‌متحده شده است. این گیاهان از طریق فرایندهای زیستی مانند جذب آلاینده‌ها توسط برگ‌ها و تنه، کاهش غلظت آلاینده‌های مضر در هوا و بهبود کیفیت هوا، نقش مهمی در حفاظت از سلامت انسان ایفا می‌کنند (Jones and McDermott, 2018). از سوی دیگر، برخی از گیاهان مانند *Ambrosia artemisiifolia* L.، *Ailanthus altissima* و *Eucalyptus* spp.، منشأ مسائل آلرژی‌زا و آسم هستند (Nentwig *et al.*, 2018). برخی دیگر حاوی سمومی هستند که در صورت بلعیدن می‌توانند کشنده باشند، مانند *Nerium oleander* که گلیکوزیدهایی تولید می‌کند که بر قلب، سیستم گوارشی و سیستم عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارد. شیره *Ailanthus altissima* نیز سمی است و گونه‌های *Opuntia* spp. موجب بیماری پوستی خطرناک می‌شوند (Nentwig *et al.*, 2018). علاوه‌براین، ماکروفیت‌های مهاجم مانند *Eichhor-nia crassipes* و *Salvinia molesta* می‌توانند زیستگاه ناقلین بیماری‌های انسانی (مانند پشه‌ها) و سایر حیوانات را گسترش دهند و مشکلات مربوط به سلامت انسان را تشدید کنند (Lázaro-Lobo and Ervin, 2021).

## تأثیرات تهاجم گیاهی بر محیط‌زیست و بوم‌نظام

یکی از بزرگترین چالش‌های زیست‌محیطی امروزه، گسترش روزافزون گیاهان مهاجم و تأثیر منفی آنها بر تنوع زیستی است. این گیاهان غیربومی با ورود به اکوسیستم‌های جدید، به‌سرعت تکثیر میشوند و بر گونه‌های بومی تسلط می‌یابند. به‌دلیل وجود گیاهان مهاجم، تغییر قابل‌توجهی در ویژگی‌های خاک ازجمله تنوع میکروبی مشاهده شده است. تأثیر گونه‌های مهاجم با توجه به تغییرات بوم‌شناختی ممکن است با گذر زمان تغییرکند، بنابراین ارزیابی اثرهای آنها موضوعی پیچیده است، زیرا ممکن است گونه‌های بیگانه‌ای که درحال‌حاضر تأثیرات منفی ندارند، با گسترش روند تغییرات اقلیمی موجب بروز مشکلاتی برای بوم‌نظام شوند و بالعکس (Bartz and Kowarik, 2019). تغییرات اقلیمی ناشی از گرمایش زمین، موجب افزایش سرعت گسترش گیاهان مهاجم و تهدید جدی برای گونه‌های گیاهی بومی شده است (Demertzis and Iliadis, 2018). شرایط مختلف آب‌وهوایی و تغییرات اقلیمی (از قبیل دما، بارندگی و رطوبت) بر تنوع گونه‌های بیگانه و الگوی جابه‌جایی یا هجوم آنها به زیستگاه‌های بومی تأثیر می‌گذارد (Wang *et al.*, 2019؛ Beca-Car-retero *et al.* 2024). بارندگی‌های غیرقابل پیش‌بینی و تغییرات نامتعارف دمایی، تأثیرات بلندمدتی بر بقا و رشد گیاهان ازجمله گونه‌های مهاجم غیربومی دارند (Thuiller *et al.*, 2007). تغییر زیستگاه یکی دیگر از تأثیرات تهاجم گیاهی محسوب می‌شود. گیاهان مهاجم می‌توانند به‌صورت فیزیکی، زیستگاه رشد گیاهان بومی را تغییر دهند. برای مثال، برخی از درختان مهاجم به‌دلیل سطح تاج‌پوشش گسترده، سایه‌های

متراکمی ایجاد می‌کنند، درحالی‌که برخی دیگر توده‌های ضخیم گیاهی ایجاد میکنند که موجب خفگی سایر گیاهان می‌شوند به‌طوری‌که این پدیده می‌تواند شرایط نور و دمای موردنیاز گونه‌های بومی را برای رشد تغییر دهد. به‌عنوان‌مثال رشد بی‌رویه گونه‌های گیاهی مهاجم مانند تمشک وحشی، یکی از چالش‌های جدی در مدیریت جنگل‌های شمال ایران محسوب می‌شود. گونه‌های مهاجم می‌توانند به‌صورت میزبان برای برخی بیماری‌های گیاهی عمل کنند و موجب شیوع برخی از بیماری‌های گیاهی شوند (Beckstead and Meyer *et al.*, 2010).

گونه‌های گیاهی مهاجم نظیر پالونیا، کهور آمریکایی، عرعر، سنبل آبی و آزولا که به‌صورت غیرقانونی در مناطق مختلف ایران کشت می‌شوند، تهدیدی جدی برای تنوع زیستی و اکوسیستم‌های بومی محسوب می‌شوند. این گونه‌ها با رشد سریع و سازگاری بالا، به‌سرعت گسترش میابند و با تسلط بر رویشگاه‌های جنگلی و مرتعی، موجب کاهش پوشش گیاهی بومی و تخریب زیستگاه‌های طبیعی می‌شوند. جنگل‌های هیرکانی، به‌عنوان یکی از ارزشمندترین میراث‌های طبیعی ایران نیز، از این تهدید در امان نمانده است و گونه‌هایی مانند آروجیا، گل پیچک، گیاهی رونده از تیره استبرق (Asclepiadaceae)، سیدا، پیچ کودزو، پیچ امین‌الدوله و تاجریزی زینتی با برهم‌زدن تعادل طبیعی این جنگل‌ها، خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به آن وارد کرده‌اند (شکل ۱).

پالونیا *Paulownia* spp.

کهور آمریکایی *Prosopis juliflora*

عرعر *Ailanthus altissima*

سنبل آبی *Eichhornia crassipes*

آزولا یا سرخس آبی *Azolla filiculoides*

پیچ امین الدوله *Lonicera caprifolium*

شکل ۱- تصاویری از گونه‌های مهاجم در ایران

آروجیا *Araujia sericifera*

تاجریزی زینتی *Solanum pseudocapsicum* L.

سیدا *Sida rhombifolia* L

تاجریزی زینتی P. *montana* var. *lobata*

ادامه شکل ۱- تصاویری از گونه‌های مهاجم در ایران

منابع طبیعی نقش کلیدی در نگهداری بوم‌نظام‌ها و پایداری بوم‌شناختی دارند (Mishra *et al.*, 2021). گیاهان مهاجم به‌عنوان یکی از جدی‌ترین تهدیدات زیست‌محیطی، با تهاجم به اکوسیستم‌های خشکی و آبی، توازن طبیعی را بر هم میزنند و بر پویایی منابع طبیعی تأثیر می‌گذارند. این گیاهان با رشد سریع و توانایی سازگاری بالا، گونه‌های بومی را از بین میبرند و به اقتصاد کشورها نیز آسیب می‌رسانند. گونه‌های گیاهی مهاجم علاوه‌بر تهدید تالاب‌ها در سراسر جهان بر بسیاری از منابع طبیعی دیگر مانند جنگل‌ها، کشاورزی، انسان، جانوران و خاک تأثیر می‌گذارند. گیاهان مهاجم از طریق مکانیسم‌های مختلف مانند رقابت گونه‌ها، دورگ‌گیری و انتقال بیماری، اکوسیستم‌های جنگلی را تهدید می‌کنند (Langmaier and Lapin 2020؛ Castro-Díez *et al.*, 2021). فعالیت‌های انسانی در جنگل‌ها به‌ویژه آنهایی که به تخریب یا تغییر ساختار جنگل منجر می‌شوند، می‌توانند شرایط را برای تهاجم گونه‌های گیاهی بیگانه مساعد کنند. برای مثال، پاک‌تراشی یا قطع درختان موجب افزایش نور در کف جنگل میشود و محیطی مناسب برای رشد گیاهان مهاجم فراهم می‌کند. علاوه‌براین، جابه‌جایی مصالح و خاک آلوده در مسیر ساخت جاده‌های جنگلی موجب گسترش بذر گیاهان مهاجم می‌شود. رویدادهای طبیعی ناشی از تغییرات اقلیمی مانند سیل، طوفان و آتش‌سوزی نیز با ایجاد اختلال در پوشش گیاهی و خاک، فرصت‌های جدیدی را برای استقرار و گسترش گیاهان مهاجم فراهم می‌کنند (Jhariya *et al.*, 2017). این گیاهان با تسلط بر محیط، رشد گیاهان بومی را محدود میکنند و موجب یکنواختی پوشش گیاهی می‌شوند. به‌عبارت‌دیگر، تنوع گونه‌ای، فراوانی، زادآوری و ترکیب گونه‌های گیاهی در جنگل‌هایی که گیاهان مهاجم در آنها گسترش یافته‌اند، به‌شدت کاهش می‌یابد (Banerjee, 2022). به‌عنوان‌مثال، وجود گیاه مهاجم و سایه‌دوست *Impatiens parviflora* در زیراشکوب جنگل‌های پهن‌برگ معتدل اروپا، تهدیدی جدی برای تنوع زیستی بومی این مناطق محسوب می‌شود (Lapin *et al.*, 2019).

## تأثیرات تهاجم گیاهی بر کشاورزی

توسعه کشاورزی مدرن، ضمن افزایش تولید غذا، به‌طور ناخواسته موجب گسترش گیاهان مهاجم شده است (Rai *et al.*, 2018). این گیاهان نه‌تنها تنوع زیستی و بهره‌وری کشاورزی را کاهش می‌دهند، بلکه با تخریب خاک و ایجاد اختلال در اکوسیستم، تهدیدی جدی برای امنیت غذایی و توسعه پایدار به‌شمار می‌روند. برای مثال، گونه‌ای مانند *Bromus tectorum* می‌تواند با گسترش بیماری‌های قارچی، سلامت گیاهان بومی را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد (Pysek and Richardson, 2010؛ Ebi *et al.*, 2017؛ Beckstead *et al.*, 2010).

## تأثیرات تهاجم گیاهی بر جانوران

گیاهان مهاجم همچنین بر سلامت جانوران و بهره‌وری آنها تأثیر می‌گذارند. اگرچه مطالعات کمتری درخصوص تأثیر گیاهان مهاجم بر

مجموعه جانوران نسبت به مجموعه‌های گیاهی انجام شده است، اما گیاهان مهاجم بر مجموعه‌های جانوران نیز تأثیر می‌گذارند (Orte-ga *et al*., 2014؛ Schirmel *et al*., 2016). در یک متاآنالیز جهانی، Schirmel و همکاران (۲۰۱۶) دریافتند که گیاهان مهاجم، فراوانی و تنوع حیوانات را کاهش می‌دهند، این تأثیرات بیشتر در اکوسیستم‌های ساحلی مشهود است، بااین‌وجود در بین گروه‌های طبقه‌بندی، گونه‌های گیاهی مهاجم بیشترین تأثیر را روی پرندگان و حشرات داشته‌اند. گیاهان مهاجم می‌توانند با کاهش نفوذ نور خورشید و محتوای اکسیژن محلول و تغییر دمای آب، اسیدیته و غلظت مواد مغذی، فراوانی، غنا، زیست‌توده و تنوع را در بوم‌نظام‌های آبی کاهش دهند (Gerber *et al*., 2008؛ Seeney *et al*., 2015؛ Havel *et al*., 2019؛ Wahl *et al*., 2021). گیاهان مهاجم می‌توانند بر تنوع و جمعیت حیوانات تأثیر منفی بر جای بگذارند. به‌عنوان‌مثال دو ماکروفیت بومی *Scirpus mariquet-er* و *Phragmites australis* در منطقه تالاب چین یافت می‌شوند که با گیاه مهاجم *Spartina alterniflora* جایگزین شده‌اند. این امر موجب کاهش جمعیت پرندگان به‌دلیل محدودیت‌های تغذیه و در دسترس نبودن مواد غذایی شده است (Gan *et al*., 2009). رفتار حیوانات نمایانگر بسیاری از برهم‌کنش‌های زیستی است و برهم‌کنش‌های زیستی کلید درک علل و تأثیرات تهاجمات زیستی است (Mitchell *et al*., 2006). تغییر رفتار حیوانات بومی توسط گیاهان مهاجم می‌تواند اثرهای عمیق اکولوژیکی داشته باشد. این تأثیرات را به‌طور گسترده می‌توان در چهار بخش شامل تأثیرات بر گونه جانوری که رفتار آن تغییر کرده است، تأثیر بر جامعه گسترده‌تر و اکوسیستم، تأثیر بر انسان و حلقه‌های بازخوردی بر گیاهان مهاجم بررسی کرد (Oguchi *et al*., 2017).

## تأثیرات تهاجم گیاهی بر خاک

گیاهان مهاجم به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و اجزای زیستی خاک تأثیر می‌گذارند (Gibbons *et al*., 2017). مطالعات متعدد نشان داده‌اند، تهاجم گیاهان بیگانه به اکوسیستم‌های بومی می‌تواند تغییرات چشمگیری در خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک ایجاد کند. این تغییرات به‌نوبه‌خود، بر تنوع زیستی میکروبی خاک و درنهایت بر کل اکوسیستم تأثیرگذار است. به‌عنوان‌مثال، گونه مهاجم *Ageratina adenophora* موجب افزایش قابل‌توجهی در غلظت نیترات خاک می‌شود که این افزایش غلظت نیترات، ارتباط مستقیمی با تغییرات در جامعه میکروبی خاک دارد (Kong *et al*., 2022). گیاهان مهاجم اکوسیستم مدیترانه‌ای مانند *Acacia dealbata* به‌شدت بر خواص شیمیایی خاک و تنوع میکروبی تأثیر می‌گذارند که این موضوع موجب کاهش تنوع گیاهان بومی می‌شود (Lazzaro *et al*., 2017).

## تأثیرات تهاجم گیاهی بر گیاهان

گیاهان مهاجم می‌توانند ترکیب و ساختار مجموعه گیاهان مستقر در یک منطقه را از طریق مکانیسم‌های مختلف ازجمله رقابت مستقیم، آللوپاتی، تغییرات زیستگاه و هیبریداسیون تغییر دهند. درنتیجه، کاهش غنای تاکسونومیکی، تنوع و یکنواختی را می‌توان در مناطق موردتهاجم نسبت به مناطق بدون تهاجم مشاهده کرد (Marchante *et al*., 2015؛ Castro-Díez *et al*., 2016). بسیاری از گیاهان مهاجم به‌دلیل رشد سریع، در رقابت بر سر منابع نسبت به گونه‌های گیاهی بومی موفق‌تر عمل می‌کنند (Fernandez *et al*., 2023). به‌عنوان‌مثال، عصاره درخت *Acacia dealbata* می‌تواند در استقرار گونه‌های علفی و درختی بومی تداخل ایجاد کند. به‌طور مشابه، گیاه مهاجم *Parthenium hysterophorus* اجزای آللوشیمیایی را آزاد می‌کند که هم جوانه‌زنی و هم رشد گیاهان بومی را کاهش می‌دهد (Dogra and Sood, 2012). گیاهان مهاجم همچنین می‌توانند تنوع گیاهی را از طریق تغییرات فیزیکی و مطلوبیت رویشگاه برای گونه‌های گیاهی بومی کاهش دهند. به‌عنوان‌مثال، گیاهان مهاجم با برگ شناور مانند *Nelumbo lutea* و *Brasenia schreberi* و گیاهان شناور آزاد مانند *Eichhornia crassipes* و *Salvinia molesta* می‌توانند روی سطح آب تجمع کنند و مانع ورود اکسیژن و نور به سطح زیرین آب شوند (Lázaro-Lobo and Ervin, 2021).

**گیاهان مهاجم می‌توانند ترکیب و ساختار مجموعه گیاهان مستقر در یک منطقه را از طریق مکانیسم‌های مختلف ازجمله رقابت مستقیم، آللوپاتی، تغییرات زیستگاه و هیبریداسیون تغییر دهند. درنتیجه، کاهش غنای تاکسونومیکی، تنوع و یکنواختی را می‌توان در مناطق موردتهاجم نسبت به مناطق بدون تهاجم مشاهده کرد**

## تأثیرات تهاجم گیاهی بر مجموعه میکروبی

گیاهان مهاجم ممکن است بر مجموعه‌های میکروبی زیست‌بوم تأثیر بگذارند، اما این تأثیرات بیشتر مواقع نادیده گرفته می‌شوند (Tor-res *et al*., 2021). گیاهان مهاجم می‌توانند هم میکروبیوم‌ها و هم تنوع میکروبی باکتری‌ها و قارچ‌ها را کاهش دهند (Malacrinò *et al*., 2020). آنها همچنین می‌توانند بهره‌وری و فراوانی مجموعه‌های میکروبی خاک را که در چرخه نیتروژن دخیل هستند، افزایش دهند (McLeod *et al*., 2021). این گیاهان می‌توانند غنا و تنوع باکتریایی خاک را تغییر و در برخی موارد تنوع باکتریایی را افزایش دهند (Torres *et al*., 2021؛ Rodríguez Caballero *et al*., 2020)

## تأثیرات تهاجم گیاهی بر چرخه آب، هیدرولوژی و رسوب

گیاهان مهاجم با تغییر الگوی مصرف آب، چرخه طبیعی آب را مختل می‌کنند. این گیاهان اغلب با ویژگی‌هایی مانند ریشه‌های عمیق‌تر، برگ‌های بزرگ‌تر یا زمانبندی رشد متفاوت، آب بیشتری مصرف می‌کنند یا آن را به شیوه‌ای متفاوت در محیط توزیع می‌کنند. این

تغییرات می‌تواند بر میزان آبی که به سایر گیاهان، جانوران و اکوسیستم می‌رسد، تأثیر بگذارد و تعادل طبیعی را بر هم بزند (Charles and Dukes, 2007). گونه‌های درختی مهاجم مانند اقاقیا، کاج، اکالیپتوس و تاماریکس با مصرف زیاد آب و تغییر الگوی نفوذ آب در خاک، می‌توانند منجر به کاهش رواناب سطحی و درنتیجه افت سطح آب‌های زیرزمینی شوند (Holm, 2002). بااین‌حال، برخی گونه‌های گیاهی مهاجم، باوجود اثرهای منفی کلی بر اکوسیستم‌ها قادرند، از طریق افزایش ورودی مواد آلی به خاک، به‌ویژه در خاک‌های تخریب‌شده، ظرفیت نگهداری آب خاک را بهبود بخشند. این پدیده، که به‌عنوان یک اثر جانبی مثبت تهاجم شناخته می‌شود، می‌تواند به‌واسطه تولید زیست‌توده زیاد، ریشه‌های عمیق و تجزیه سریع موادآلی گیاهی رخ دهد (Castro-Díez et al., 2019). گیاهان مهاجم مانند نی (Arundo donax) با رشد سریع و گسترده، می‌توانند به‌طور جدی بر جریان آب در رودخانه‌ها و جویبارها تأثیر بگذارند. این گیاهان با ایجاد موانعی در مسیر آب، سرعت جریان را کاهش می‌دهند. کاهش سرعت آب موجب می‌شود، ذرات رسوب بیشتری در بستر رودخانه ته‌نشین شوند و درنتیجه، شکل و ساختار کانال رودخانه تغییر کند. این تغییرات در هیدرولوژی رودخانه، عواقب زیست‌محیطی و اجتماعی متعددی در پی دارد (Lázaro-Lobo and Ervin, 2021). کاهش منابع آب توسط برخی گونه‌های مهاجم مانند *Eucalyptus* sp. و *Acacia* sp. منجر به کاهش ظرفیت رقت و درنتیجه افزایش شوری و غلظت مواد مغذی و آلاینده‌ها می‌شود (Chamier *et al.*, 2012). گیاهان آبزی مهاجم مانند *Azolla filiculoides*، *Eichhornia crassipes*، *Pistia stratiotes*،*Alternanthera philoxeroides* یا *Elodea canadensis* کیفیت آب را از طریق کاهش اکسیژن محلول در آب یا کاهش جریان آب یا با ازبین‌بردن گیاهان آبزی غوطه‌ور، که اکسیژن را در آب آزاد می‌کنند، تغییر می‌دهند (Zahari, 2021).

## تأثیرات تهاجم گیاهی بر کیفیت هوا

کیفیت هوا نیز می‌تواند تحت تأثیر گیاهان مهاجم قرار گیرد. برخی از این اثرها به‌واسطه افزایش فراوانی آتش‌سوزی موجب انتشار مونوکسیدکربن و دی‌اکسیدکربن، همچنین اکسیدهای نیتروژن می‌شود (Hickman *et al.*, 2010). علاوه‌براین، برخی از گونه‌ها مانند *Eucalyptus* spp یا *Pueraria montana* می‌توانند مقادیر زیادی ایزوپرن تولید کنند. ایزوپرن به‌عنوان ترکیب آلی فرار می‌تواند در هنگام واکنش با اکسیدهای نیتروژن، ازن و دود ایجاد کند. درنهایت، افزایش ازن تروپوسفر منجر به کاهش کیفیت هوا می‌شود (Hickman et al., 2010).

## تأثیرات تهاجم گیاهی بر گرده‌افشانی

گیاهان مهاجم می‌توانند به‌طور چشمگیری بر فرایند گرده‌افشانی در اکوسیستم‌ها تأثیر بگذارند (Goodell and Parker, 2017). پژوهش‌ها نشان داده‌اند، حضور گیاهان مهاجم بیشتر منجر به اختلال در گرده‌افشانی گیاهان بومی می‌شود. به‌طورکلی، گیاهان مهاجم با جذب گرده‌افشان‌ها به سمت خود، می‌توانند از گرده‌افشانی گیاهان بومی بکاهند. رقابت بر سر گرده‌افشان‌ها، به‌ویژه زمانی که تعداد گیاهان مهاجم زیاد باشد، می‌تواند به کاهش موفقیت تولیدمثلی گیاهان بومی منجر شود. بااین‌حال، برخی مطالعات نشان داده‌اند، در برخی موارد، گیاهان مهاجم می‌توانند به‌صورت غیرمستقیم به گرده‌افشانی گیاهان بومی کمک کنند. برای مثال، برخی از گیاهان مهاجم ممکن است با فراهم کردن منابع غذایی بیشتر برای گرده‌افشان‌ها، جمعیت آنها را افزایش دهند و درنتیجه، گرده‌افشانی گیاهان بومی را بهبود بخشند. در مزارع کشاورزی، گیاهان مهاجم اغلب در حاشیه مزارع مشاهده می‌شوند و ممکن است با محصولات زراعی بر سر گرده‌افشان‌ها رقابت یا از آنها حمایت کنند. این موضوع می‌تواند بر عملکرد اکوسیستم‌های کشاورزی و تولید محصولات تأثیرگذار باشد.

**هجوم گونه‌های غیربومی می‌تواند بر بسیاری از جنبه‌های پیامدهای بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی تأثیر بگذارد. گیاهان مهاجم اغلب به‌طور تهاجمی رشد میکنند و با گیاهان بومی برای بقا و دسترسی به منابع انرژی مانند نور خورشید، آب و مواد مغذی در رقابت هستند. این رقابت می‌تواند رشد گیاهان بومی را متوقف کند و موجب بروز بیماری‌ها و آفات در آنها شود**

## برنامه راهبردی و سیاست مدیریت تهاجم گیاهی

مدیریت تهاجم گیاهان و پیامدهای منفی آن بر تنوع گونه‌های بومی و خدمات بوم‌نظام، علاوه‌بر تدوین برنامه‌های راهبردی، به برنامه و سیاستی برای شناسایی گونه‌های گیاهی مهاجم، که ممکن است برای گیاهان بومی مشکل‌ساز باشند، نیاز دارد (Reid *et al.*, 2009). یکی از اولویت‌های مطالعات بوم‌شناختی و زیست‌شناسی حفاظت، درک علل و اثرهای تهاجم گونه‌ای است. یکی از مراحل حیاتی در ارزیابی تأثیر گونه‌های مهاجم، بررسی تغییرات در پراکنش بالفعل و بالقوه و فراوانی نسبی آنها در یک منطقه وسیع در طول یک دوره زمانی مشخص است. براین‌اساس، برای مدیریت گونه‌های مهاجم غیربومی، باید سیاستی در کشور نهادینه شود تا از کاهش تنوع زیستی و تخریب بوم‌نظام جلوگیری به عمل آید و منجر به حفظ سلامت انسان شود (Bolch Santos *et al.*, 2020). یکی از مسائل اصلی در پاسخ به تغییرات اقلیمی، در رویدادهای اقلیمی و جوامع بوم‌نظام، هجوم گونه‌های غیربومی است. قطبی‌شدن شدید بارندگی سالانه و تشدید چرخه هیدرولوژیکی موجب وقوع سیلاب‌های بیشتر و فواصل زمانی طولانی‌تر بین بارندگی و خشکسالی می‌شود. با افزایش دما، شدت

اثرهای منفی چرخه آتش‌سوزی، بسیاری از پوشش گیاهی و اجزای خاک را نابود می‌کند. علاوه‌براین، کل محدوده زیستگاه‌ها نیز در حال حرکت به سمت عرض جغرافیایی شمالی و ارتفاعات بالا هستند. این جابه‌جایی زیستگاه‌ها ممکن است زیستگاه‌های حیاتی را تهدید کند یا گونه‌های بومی خاصی را تحت فشار قرار دهد و درنهایت شرایط مطلوبی را برای بسیاری از گونه‌های مهاجم ایجاد نماید. بیشتر گونه‌های مهاجم توانایی سازگاری را با شرایط اقلیمی متنوع دارند و می‌توانند به‌طور تهاجمی با رقبای بومی خود رقابت کنند. میزان تأثیر ناشی از شرایط اقلیمی شدید ممکن است بین گونه‌های مهاجم و بومی، به‌ویژه برای گونه‌های بومی (اندمیک)، متفاوت باشد.

هجوم گونه‌های غیربومی می‌تواند بر بسیاری از جنبه‌های پیامدهای بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی تأثیر بگذارد. گیاهان مهاجم اغلب به‌طور تهاجمی رشد میکنند و با گیاهان بومی برای بقا و دسترسی به منابع انرژی مانند نور خورشید، آب و مواد مغذی در رقابت هستند. این رقابت می‌تواند رشد گیاهان بومی را متوقف کند و موجب بروز بیماری‌ها و آفات در آنها شود (Langmaier and Lapin 2020).

## منابع


Bhadouria, R., Tripathi, S., Singh, P., Joshi, P.K. and Singh, R., 2023. Urban metabolism and global climate change: An overview. Urban metabolism and climate change: Perspective for sustainable cities, 3-22. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29422-8_1

Bellard, C., Cassey, P. and Blackburn, T.M., 2016. Alien species as a driver of recent extinctions. Biology letters, 12(2):, 20150623. https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0623

Bajwa, A.A., Farooq, M., Nawaz, A., Yadav, L., Chauhan, B.S. and Adkins, S., 2019. Impact of invasive plant species on the livelihoods of farming households: evidence from Parthenium hysterophorus invasion in rural Punjab, Pakistan. Biological Invasions, 21(11): 3285-3304. https://doi.org/10.1007/s10530-019-02047-0

Bradley, B.A., Beaury, E.M., Fusco, E.J. and Lopez, B.E., 2023. Invasive species policy must embrace a changing climate. BioScience, 73(2): 124-133. https://doi.org/10.1093/biosci/biac097

Bolch, E.A., Santos, M.J., Ade, C., Khanna, S., Basinger, N. T., Reader, M.O. and Hestir, E.L., 2020. Remote detection of invasive alien species. Remote sensing of plant biodiversity, 267-307. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33157-3_12

Beckstead, J., Meyer, S.E., Connolly, B.M., Huck, M.B. and Street, L.E., 2010. Cheatgrass facilitates spillover of a seed bank pathogen onto native grass species. Journal of Ecology, 98(1): 168-177. https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01599.x

Bartz, R. and Kowarik, I., 2019. Assessing the environmental impacts of invasive alien plants: a review of assessment approaches. NeoBiota, 43: 69-99. https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01599.x

Beca-Carretero, P., Winters, G., Teichberg, M., Procaccini, G., Schneekloth, F., Zambrano, R.H. and Reuter, H., 2024. Climate change and the presence of invasive species will threaten the persistence of the Mediterranean seagrass community. Science of the Total Environment, 910: 168675. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168675

Bonnamour, A., Gippet, J.M. and Bertelsmeier, C., 2021. Insect and plant invasions follow two waves of globalisation. Ecology letters, 24(11): 2418-2426. https://doi.org/10.1111/ele.13863

Bhuskute, G.S., Keshri, A.K., Seduchidambaram, M., Dubey, A., Hameed, N., Chidambaram, K. and Manogaran, R.S., 2024. Changing Spectrum of Invasive Fungal Infections of the Anterior Skull Base. Journal of Neurological Surgery Part B: Skull Base, 85(05): 458-464. https://doi.org/10.1055/a-2148-2259

Byrne, M. and Warren, R., 2024. Intra and interspecific competition via allelopathy among native and non-native plants.

Castro-Díez, P., Pauchard, A., Traveset, A. and Vilà, M., 2016. Linking the impacts of plant invasion on community functional structure and ecosystem properties. Journal of Vegetation Science, 27(6): 1233-1242. http://dx.doi.org/10.1007/s11258-011-9909-z

Charles, H. and Dukes, J.S., 2007. Impacts of invasive species on ecosystem services. Biological invasions, 217-237. https://doi.org/10.1007/978-3-540-36920-2_13

Chamier, J., Schachtschneider, K., Le Maitre, D.C., Ashton, P.J. and Van Wilgen, B.W., 2012. Impacts of invasive alien plants on water quality, with particular emphasis on South Africa. Water Sa, 38(2): 345-356. https://doi.org/10.4314/wsa.v38i2.19

Castro-Díez, P., Alonso, Á., Saldaña-López, A. and Granda, E., 2021. Effects of widespread non-native trees on regulating ecosystem services. Science of the Total Environment, 778: 146141. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146141

Dogra, K.S. and Sood, S.K., 2012. Phytotoxicity of Parthenium hysterophorus residues towards growth of three native plant species (Acacia catechu willd, Achyranthes aspera L. and Cassia tora L.) in Himachal Pradesh, India. Int. J. Plant Physiol. Biochem, 4(5): 105-109. DOI: 10.5897/IJPPB11.009

de Carvalho-Souza, G.F., Kourantidou, M., Laiz, I., Nuñez, M.A. and González-Ortegón, E., 2024. How to deal with invasive species that have high economic value?. Biological Conservation, 292: 110548. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110548

Fleming, P.J., Ballard, G., Reid, N.C. and Tracey, J.P., 2017. Invasive species and their impacts on agri-ecosystems: issues and solutions for restoring ecosystem processes. The Rangeland Journal, 39(6): 523-535. https://doi.org/10.1071/RJ17046

Fernandez, R.D., Haubrock, P.J., Cuthbert, R.N., Heringer, G., Kourantidou, M., Hudgins, E.J. and Nuñez, M.A., 2023. Underexplored and growing economic costs of invasive alien trees. Scientific Reports, 13(1): 8945. https://doi.org/10.1038/s41598-023-35802-4

Gan, X., Cai, Y., Choi, C., Ma, Z., Chen, J. and Li, B., 2009. Potential impacts of invasive Spartina alterniflora on spring bird communities at Chongming Dongtan, a Chinese wetland of international importance. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 83(2): 211-218. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.03.026

Goodell, K. and Parker, I.M., 2017. Invasion of a dominant floral resource: effects on the floral community and pollination of native plants. Ecology, 98(1): 57-69. https://doi.org/10.1002/ecy.1639

Gallardo, B., Bacher, S., Barbosa, A.M., Gallien, L., González-Moreno, P., Martínez-Bolea, V. And Vilà, M., 2024. Risks posed by invasive species to the provision of ecosystem services in Europe. Nature Communications, 15(1): 2631. https://doi.org/10.1038/s41467-024-

Malacrinò, A., Sadowski, V.A., Martin, T.K., Cavichiolli de Oliveira, N., Brackett, I.J., Feller, J.D. and Bennett, A.E., 2020. Biological invasions alter environmental microbiomes: a meta-analysis. PloS one, 15(10): e0240996. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240996

McLeod, M.L., Bullington, L., Cleveland, C.C., Rousk, J. and Lekberg, Y., 2021. Invasive plant-derived dissolved organic matter alters microbial communities and carbon cycling in soils. Soil Biology and Biochemistry, 156: 108191. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108191

Mazza, G., Tricarico, E., Genovesi, P. and Gherardi, F., 2014. Biological invaders are threats to human health: an overview. Ethology Ecology & Evolution, 26(2-3): 112-129. https://doi.org/10.1080/03949370.2013.863225

Marchante, E. and Marchante, H., 2016. Engaging society to fight invasive alien plants in Portugal—One of the main threats to biodiversity. Biodiversity and education for sustainable development, 107-122. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-32318-3_8

Mishra, P., Prasad, A., Babu, S. and Yadav, G., 2021. Decision support systems based on scientific evidence: bibliometric networks of invasive Lantana camara. Proceedings of the Indian National Science Academy, 87(1): 133-138. https://doi.org/10.1007/s43538-021-00016-7

Mitchell, C.E., Agrawal, A.A., Bever, J.D., Gilbert, G.S., Hufbauer, R.A., Klironomos, J.N. and Vazquez, D.P., 2006. Biotic interactions and plant invasions. Ecology letters, 9(6): 726-740. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00908.x

Nentwig, W., Bacher, S., Kumschick, S., Pyšek, P. and Vilà, M., 2018. More than "100 worst" alien species in Europe. Biological Invasions, 20(6): 1611-1621. https://doi.org/10.1007/s10530-017-1651-6

Ngorima, A. and Shackleton, C.M., 2019. Livelihood benefits and costs from an invasive alien tree (Acacia dealbata) to rural communities in the Eastern Cape, South Africa. Journal of environmental management, 229: 158-165. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.05.077

Ortega, Y.K., Benson, A. and Greene, E., 2014. Invasive plant erodes local song diversity in a migratory passerine. Ecology, 95(2): 458-465. https://doi.org/10.1890/12-1733.1

Oguchi, Y., Pohlen, Z., Smith, R.J. and Owen, J.C., 2018. Exotic-and native-dominated shrubland habitat use by fall migrating Swainson's Thrushes and Gray Catbirds in Michigan, USA. The Condor: Ornithological Applications, 120(1): 81-93. DOI: 10.1650/CONDOR-17-27.1 Pyšek, P. and Richardson, D.M., 2010. Invasive species, environmental change and management, and health. Annual review of environment and resources, 35(1): 25-55. 10/1146/annurev-environ-033009-095548 Rai, R.K. and Scarborough, H., 2015. Understanding the effects of the invasive plants on rural forest-dependent communities. Small-scale forestry, 14(1): 59-72. https://doi.org/10.3126/janr.v2i1.26049

Rodríguez-Caballero, G., Caravaca, F., Díaz, G., Torres, P. and Roldán, A., 2020. The invader Carpobrotus edulis promotes a specific rhizosphere microbiome across globally distributed coastal ecosystems. Science of the Total Environment, 719: 137347. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137347. Epub 2020 Feb 15.

Roy, H.E., Pauchard, A., Stoett, P.J., Renard Truong, T., Meyerson, L.A., Bacher, S. and Ziller, S.R., 2024. Curbing the major and growing threats from invasive alien species is urgent and achievable. Nature ecology & evolution, 1-8. http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7430747

46818-3

Gerber, E., Krebs, C., Murrell, C., Moretti, M., Rocklin, R. and Schaffner, U., 2008. Exotic invasive knotweeds (Fallopia spp.) negatively affect native plant and invertebrate assemblages in European riparian habitats. Biological conservation, 141(3): 646-654. DOI:10.1016/j.biocon.2007.12.009

Gibbons, S.M., Lekberg, Y., Mummey, D.L., Sangwan, N., Ramsey, P.W.and Gilbert, J.A., 2017. Invasive plants rapidly reshape soil properties in a grassland ecosystem. MSystems, 2(2): 10-1128. https://doi.org/10.1128/msystems.00178-16

Havel, J.E., Kovalenko, K.E., Thomaz, S.M., Amalfitano, S. and Kats, L.B., 2015. Aquatic invasive species: challenges for the future. Hydrobiologia, 750: 147-170. https://doi.org/10.1007/s10750-014-2166-0

Holm Jr, G.O., 2002. Wetland plants: biology and ecology. Wetlands, 22(3): 632-632.

Hickman, J.E., Ashton, I.W., Howe, K.M. and Lerdau, M.T., 2013. The native–invasive balance: implications for nutrient cycling in ecosystems. Oecologia, 173: 319-328. https://doi.org/10.1007/s00442-013-2607-xJones, P.E., Tummers, J.S., Galib, S.M., Woodford, D.J., Hume, J.B., Silva, L.G. and Lucas, M.C., 2021. The use of barriers to limit the spread of aquatic invasive animal species: A global review. Frontiers in Ecology and Evolution, 9: 611-631. https://doi.org/10.1002/aqc.4220

Jones, B.A. and McDermott, S.M., 2018. Health impacts of invasive species through an altered natural environment: assessing air pollution sinks as a causal pathway. Environmental and Resource Economics, 71: 23-43. 10.1007/s10640-017-0135-6

Jhariya, M.K., Banerjee, A., Raj, A., Meena, R.S., Khan, N., Kumar, S. and Bargali, S.S., 2022. Species invasion and ecological risk. In Natural resources conservation and advances for sustainability (pp. 503-531). Elsevier.

Kariyawasam, C.S., Kumar, L., Ratnayake, S.S. and Wijesundara, D.S.A., 2021. Potential risks of Invasive Alien Plant Species on native plant biodiversity in Sri Lanka due to climate change. Biodiversity, 22(1-2): 24-34.

Kong, L., Chen, X., Yerger, E.H., Li, Q., Chen, F., Xu, H. and Zhang, F., 2022. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance the growth of the exotic species Ambrosia artemisiifolia. Journal of Plant Ecology, 15(3): 581-595. https://doi.org/10.1093/jpe/rtab087

Lázaro-Lobo, A., Lucardi, R.D., Ramirez‐Reyes, C. and Ervin, G.N., 2021. Region-wide assessment of fine-scale associations between invasive plants and forest regeneration. Forest Ecology and Management, 483: 118930. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.118930

Langmaier, M. and Lapin, K., 2020. A systematic review of the impact of invasive alien plants on forest regeneration in European temperate forests. Frontiers in Plant Science, 11: 524969. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.524969

Lapin, K., Oettel, J., Steiner, H., Langmaier, M., Sustic, D., Starlinger, F. and Frank, G., 2019. Invasive alien plant species in unmanaged forest reserves, Austria. NeoBiota, 48: 71-96. https://doi.org/10.3897/neobiota.48.34741

Lazzaro, L., Viciani, D., Dell'Olmo, L. and Foggi, B., 2017. Predicting risk of invasion in a Mediterranean island using niche modelling and valuable biota. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 151(2): 361-370. https://doi.org/10.1080/11263504.2016.1174176

of aquatic insects. Wetlands, 41(5): 60. https://doi.org/10.1007/s13157-021-01457-y
Xie, T., Wang, Q., Ning, Z., Chen, C., Cui, B., Bai, J. and Pang, B., 2021. Artificial modification on lateral hydrological connectivity promotes range expansion of invasive Spartina alterniflora in salt marshes of the Yellow River delta, China. Science of the Total Environment, 769: 144476. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144476
Zahari, A.F.M., 2021. The review on impacts of invasive plants on the physico-chemical characteristic of water body
Richardson, D.M., Pyšek, P., Rejmanek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D. and West, C.J., 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Diversity and distributions, 6(2): 93-107. https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x
Reid, A.M., Morin, L., Downey, P.O., French, K. and Virtue, J.G., 2009. Does invasive plant management aid the restoration of natural ecosystems?. Biological Conservation, 142(10): 2342-2349. http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.011
Richardson, D.M. and Pyšek, P., 2012. Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns. New Phytologist, 196(2): 383-396. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04292.x
Shackleton, R.T., Vimercati, G., Probert, A.F., Bacher, S., Kull, C.A. and Novoa, A., 2022. Consensus and controversy in the discipline of invasion science. Conservation Biology, 36(5): e13931. doi: 10.1111/cobi.13931
Schirmel, J., Bundschuh, M., Entling, M.H., Kowarik, I. and Buchholz, S., 2016. Impacts of invasive plants on resident animals across ecosystems, taxa, and feeding types: a global assessment. Global change biology, 22(2): 594-603. https://doi.org/10.1111/gcb.13093
Seebens, H., Blackburn, T.M., Dyer, E.E., Genovesi, P., Hulme, P.E., Jeschke, J.M. and Essl, F., 2018. Global rise in emerging alien species results from increased accessibility of new source pools. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115(10): E2264-E2273. https://doi.org/10.1073/pnas.1719429115
Seebens, H., Blackburn, T.M., Dyer, E.E., Genovesi, P., Hulme, P.E., Jeschke, J.M. and Essl, F., 2017. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. Nature communications, 8(1): 14435. https://doi.org/10.1038/ncomms14435
Seeney, A., Eastwood, S., Pattison, Z., Willby, N.J. and Bull, C.D., 2019. All change at the water's edge: invasion by non-native riparian plants negatively impacts terrestrial invertebrates. Biological Invasions, 21(6): 1933-1946. https://doi.org/10.1007/s10530-019-01947-5
Thuiller, W., Richardson, D.M. and Midgley, G.F., 2007. 12 Will Climate Change Promote Alien Plant Invasions?. Ecological Studies, Vol. 193: 197. https://doi.org/10.1007/978-3-540-36920-2_12
Torres, A., Morán‐López, T., Rodríguez‐Cabal, M.A. and Núñez, M.A., 2023. Timing of invasive species removal influences nonnative biotic resistance and trajectories of community reassembly. Journal of Ecology, 111(11): 2342-2356. https://doi.org/10.1111/1365-2745.14168
Tershy, B.R., Donlan, C.J., Keitt, B.S., Croll, D.A., Sanchez, J.A., Wood, B. and Biavaschi, N., 2002. Island conservation in north-west Mexico: a conservation model integrating research, education and exotic mammal eradication. Turning the tide: the eradication of invasive species, 293-300.
Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I.A., Luna, N. and Zavalaga, C., 2018. Impacts of marine plastic pollution from continental coasts to subtropical gyres—fish, seabirds, and other vertebrates in the SE Pacific. Frontiers in Marine Science, 5: 238. https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00238
Wang, C.J., Li, Q. F. and Wan, J.Z., 2019. Potential invasive plant expansion in global ecoregions under climate change. PeerJ, 7: e6479. https://doi.org/10.7717/peerj.6479
Wahl, C., Diaz, R. and Kaller, M., 2021. Invasive floating fern limits aerial colonization and alters community structure