مجله ایمنی زیستی
دوره ۸، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۴

تروریسم زیستی، تهدیدی برای امنیت زیستی گیاهی به عنوان شالوده امنیت غذایی

محمد حسنی
دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

hasani.mohammad64@yahoo.com

چکیده

در سیستم‌های تولید مواد غذایی، امنیت زیستی گیاهی تضمین کننده بی‌خطری، مقرون به‌صرفه بودن و در دسترس بودن منابع مواد غذایی و تغذیه است. در حال حاضر بسیاری از کشورها، ظرفیت تولید مواد غذایی برای تغذیه جمعیت حاضر و پیش‌بینی شده خود را ندارند. آن‌ها وابسته به کمک‌های بین‌المللی و تجارت گیاهان و محصولات گیاهی، برای جبران کمبود مواد غذایی خود هستند. در نتیجه امنیت غذایی در جهان در این بخش به استراتژهایی موثر در امنیت زیستی گیاهی و زیر ساخت‌های مناسب در سطح ملی و بین‌المللی وابسته است. تهدیدهای زیادی برای سیستم‌های گیاهی وجود دارد، از جمله تجارت جهانی گیاهان و محصولات گیاهی، تغییر آب و هوا و رشد جمعیت، که امنیت زیستی گیاهان را در معرض خطر قرار می‌دهد. افزایش همکاری‌های بین‌المللی در زمینه پدآفند زیستی برای حمایت از سیستم‌های کشاورزی و مواد غذایی در سراسر جهان بسیار مهم است. بدون برنامه‌های موثر در زمینه امنیت زیستی گیاهی برای حمایت از سیستم‌های طبیعی گیاهی جهان، خدماتی که اکوسیستم برای حمایت از انسان‌ها فراهم می‌کنند، کاهش خواهد یافت. در نتیجه توسعه پایدار جوامع به خطر می‌افتد.

کلمات کلیدی: تروریسم زیستی، سیستم‌های کشاورزی، امنیت غذایی، امنیت زیستی

مقدمه

تعاریف بسیار زیادی درباره امنیت زیستی، اعم از خیلی کلی و جرئی نسبت به طبیعت وجود دارد. بخش عمده‌ای از این تفاوت‌ها می‌تواند به مقیاس سیستم‌ها و آنالیز اطلاعات نسبت داده شود (۲۶). امنیت زیستی گیاهی، تضمینی برای پایداری گیاهان و تولید اکوسیستم‌ها است. در سیستم‌های کشاورزی، امنیت زیستی گیاهان، تضمین کننده منابع سالم و ثابت غذا، تغذیه، الوار و سوخت است. همچنین امنیت زیستی محصول، حمایت از محصولات کشاورزی در برابر پاتوژن‌های مهاجم گیاهی تعریف شده است (۲). سلامت و بهره‌وری از سیستم‌های گیاهی، لازمه امنیت غذایی و سلامت انسان است. در حال حاضر بسیاری از کشورها ظرفیت تولید مواد غذایی برای تغذیه جمعیت حاضر و پیش‌بینی شده خود را ندارند. آن‌ها وابسته به کمک‌های بین‌المللی و تجارت گیاهان و محصولات گیاهی، برای جبران کمبود مواد غذایی خود هستند. در نتیجه امنیت غذایی در جهان، در این

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

بخش به استراتژهایی موثر در امنیت زیستی گیاهی و زیر ساخت‌های مناسب در سطح ملی و بین‌المللی وابسته است (۲۷). در سیستم‌های تولید مواد غذایی، امنیت زیستی گیاهی تضمین کننده بی‌خطری، مقرون به صرفه بودن و در دسترس بودن منابع مواد غذایی و تغذیه است. اعتراض و شورش در مورد غذا، حداقل در ۳۰ کشور شاهدی بر ارتباط معنی‌دار بین امنیت غذایی و امنیت ملی است (۲۵). بدون برنامه‌های موثر در زمینه امنیت زیستی گیاهی برای حمایت از محصولات کشاورزی اصلی جهانی، سلامت و امنیت غذایی در کشورهای در حال توسعه کاهش خواهد یافت و حکومت‌های ضعیف از بین خواهند رفت (۲۵). این امر برنامه‌های بین‌المللی و توسعه اقتصادی جهان برای کاهش گرسنگی و بهبود سلامت را به خطر خواهد انداخت. بدون برنامه‌های موثر در زمینه امنیت زیستی گیاهی برای حمایت از سیستم‌های طبیعی گیاهی جهان، خدماتی که اکوسیستم برای حمایت از انسان‌ها فراهم می‌کنند، کاهش خواهد یافت، در نتیجه توسعه پایدار جوامع به خطر می‌افتد.

تهدید امنیت زیستی گیاهان

تهدیدهای زیادی برای سیستم‌های گیاهی وجود دارد، از جمله تجارت جهانی گیاهان و محصولات گیاهی، تغییر آب و هوا و رشد جمعیت، که امنیت زیستی گیاهان را در معرض خطر قرار می‌دهد (۲، ۲٦ و ۱۱). یکی از مشکلات مهم در ارتباط با پرداختن به موضوع تروریسم‌زیستی (bioterrorism) و جنایت زیستی (biocrime)، این است که هدف آن ناتوان کردن سیستم‌های گیاهی از طریق شیوع عمدی بیماری است (٦). در این زمینه فقدان ضوابط ویژه برای تشخیص معرفی‌های عمدی از تصادفی یا طبیعی وجود دارد (۷). این مساله بوسیله افزایش فرکانس معرفی‌های تصادفی مرتبط با تجارت جهانی گیاهان، بسیار مشکل‌تر شده است (۲ و ۲۳). انتشار طبیعی گیاهان از طریق جریان‌های اقیانوسی یا سیستم‌های هوایی، در مقایسه با انتقال عمدی گیاهان به‌منظور تجارت جهانی ناچیز است (۱۷). پاتوژن‌های گیاهی قادر هستند به آسانی در بین گیاهان و محصولات گیاهی در یک حالت نهفته و بدون علامت منتشر شوند (۳۱). در چنین شرایطی تعیین یک معرفی عمدی بسیار مشکل خواهد بود. بعلاوه تلاش‌هایی در ارتباط با تجارت جهانی گیاهان، تکامل گونه‌های پاتوژن جدید با خصوصیات جدید که از فنوتیپ‌های والدینی قابل پیش‌بینی نیستند را تسهیل کرده است (۱). علاوه بر پوشش فعالیت‌های تروریسم زیستی و جنایت زیستی در پس معرفی‌های مکرر تصادفی، تجارت جهانی گیاهان و محصولات گیاهی، مسیرهای ممکن برای معرفی‌های عمدی را فراهم کرده و سبب ایجاد مشکلات زیادی شده است. وجود دسترسی به شبکه‌های توزیع گیاهان به نقاط مختلفی از جهان، سبب سهولت در معرفی پاتوژن‌های گیاهی شده است. زیرا نظارت در بسیاری از این پاتوژن‌ها با مفهوم قرنطینه مرتبط است و در واقع حضور فقط پاتوژن بدون ایجاد بیماری در یک سیستم گیاهی می‌تواند تاثیر اقتصادی قابل‌توجهی داشته باشد. در این شرایط تعیین عمل تروریستی در یک سیستم گیاهی ممکن است پیچیده‌تر از تغییرات آب و هوا باشد. در میان بسیاری از اثرهای پیش‌بینی شده بوسیله مدل‌های تغییر آب و هوا، تغییر آب و هوا در فیزیولوژی گیاهان، توزیع مجدد جغرافیایی جمعیت‌های گیاهی و

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

پاتوژن‌های جدید پیش‌بینی نشده است (۲۲). بروز جدید بیماری در نتیجه تروریسم زیستی یا تغییر در شرایط زیست‌محیطی اجازه استقرار یک پاتوژن و توسعه بیماری که قبلا در محیط نبوده را می‌دهد. این مسائل تعیین این‌که بروز یک بیماری در نتیجه یک معرفی عمدی بوده باشد را مشکل خواهد کرد.

تروریسم زیستی

برای برخی پذیرفتن مفهوم تروریسم زیستی علیه یک سیستم گیاهی یا سیستم‌های تولید محصولات کشاورزی، مشکل است. بیش از همه در نام و مفهوم ذاتی ترور این مساله وجود دارد. تصور این‌که هر کسی که سبب به‌وجود آمدن بیمارهای گیاهی شده، تروریسم بوده، مشکل است. هنگامی‌که بیماری‌های گیاهی خبرساز می‌شود، آن‌ها به وارد کردن خسارت‌های اقتصادی یا اکولوژیکی ارجاع داده می‌شود، نه ترور. اگرچه اصطلاح تروریسم زیستی بیشتر در مورد انگیزه آن تاثیر می‌گذارد. مفهوم تروریسم کشاورزی (یا تروریسم زیستی) در برابر گیاهان بیشتر درباره این است که چرا این عمل ممکن است انجام شود، نسبت به واکنش مناسب به تاثیرات آن‌ها. این درحالی است که مهم‌ترین توجه باید به اثرات یک معرفی چه عمدی، تصادفی یا طبیعی باشد.

هنگامیکه استراتژی امنیت زیستی گیاهی در حال توسعه است، تروریسم زیستی بیش از یک تهدید است. لیست‌های مختلفی از پاتوژن‌های خاص که بالقوه امنیت زیستی گیاهی را تهدید می‌کنند، وجود دارد (جدول۱). رویکردهای مختلفی برای تشخیص تهدیدها در آن‌ها شرح داده شده است که در مواردی اختلاف‌هایی وجود دارد. بیشتر ارگانیزم‌های تشخیص داده شده در این لیست‌ها، رابطه خاصی با گونه‌های گیاهی در معرض خطر دارند. برای مثال پاتوژن‌های تهدید کننده سیستم‌های تولید سویا در کشور آمریکا و اکوسیستم‌های جنگلی در اروپا. یکی از محدودیت‌های این لیست‌ها در رابطه با تهدیدهای خاص، ناتوانی ما برای پیش‌بینی تهاجم با درجه‌ای از اطمینان است. این‌که در یک منطقه جغرافیایی خاص کدام گونه‌ها معرفی خواهند شد بیشتر اهمیت دارد، کدام گونه‌ها بعد از معرفی استقرار خواهند یافت و بعد از استقرار در مناطق دیگر منتشر می‌شوند.

جدول۱ فهرستی از پاتوژن‌های گیاهی که پتانسیل استفاده در فعالیت‌های تروریسم کشاورزی را در جهان دارند، معرفی می‌کند (ارجاع در اینترنت، نگاه کنید به footnotes در سپتامر ۲۰۰۸) (۱۶)

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

جدول ۱- فهرستی از پاتوژن‌های گیاهی که پتانسیل استفاده در فعالیت‌های تروریسم کشاورزی را در جهان دارند (ارجاع در اینترنت، نگاه کنید به footnotes در سپتامبر ۲۰۰۸) (۱۶)

کد	منشا	قارچ	باکتری	ویروس
BTWC-SA	گروه Ad Hoc از توافقنامه سلاح‌های سمی و زیستی (WP124 by South Africa)[a]	۱۳	٦	۱
BTWC-AHG	گروه Ad Hoc از توافقنامه سلاح‌های سمی و زیستی (Procedural Report 56/1)[b]	٤	۳	۱
USDA-APS	سرویس بررسی سلامت حیوانات و گیاهان (APHIS) از دپارتمان کشاورزی آمریکا (USDA)، مطابق با جامعه آسیب‌شناسان گیاهی آمریکا (APS)[c]	٤	۵	۱
USDA-APHIS	سرویس بررسی سلامت حیوانات و گیاهان (APHIS) از دپارتمان کشاورزی آمریکا (USDA)، مطابق با حمایت از کشاورزی در مقابل تروریسم زیستی Act[d]	۳	۵	۰
European Union	رهنمودهای سلامت گیاهی اروپا 2000/29/CE[e]	۱۹	۳	۳٤
EPPO	فهرستی‌هایی از آفت‌های معرفی شده بواسطه آئین‌نامه سازمان منطقه‌ای حمایت از گیاهان مدیترانه و اروپا(EPPO)[f]			
	A1لیست	۳۸	۱۱	۲۳
	A2لیست	۲۰	۲۲	۱۹
CNS	مرکزی برای مطالعات تکثیر نشده (CNS) در موسسه بین‌المللی مطالعات Monterey[g]	۱۸	۱۱	۳
AG	گروه استرالیا[h]	۸	٦	۳
ISSG-IUCN	گروه متخصص گونه‌های مهاجم (ISSG)، بخشی از انجمن حفاظت از منابع طبیعی جهان (IUCN)[i] متصدی بقاء گونه‌ها	۳	۱	۰
CB Winfo	سلاح‌های زیستی و شیمیایی (CBWinfo) website[j]	۲۷	۱۷	۱

a http://www.bradford.ac.uk/acad/sbtwc/ahg34wp/wp124.pdf
b http://www.bradford.ac.uk/acad/sbtwc/ahg56/doc56-1.pdf
c http://www.apsnet.org/members/ppb/RegulatoryAlerts/FEDREG8-12-02.pdf
d http://www.biosafety.msu.edu/selectagents/Select_Agent_List.pdf
e http://www.boku.ac.at/IAM/pbiotech/eppl.pdf
f http://archives.eppo.org/EPPOStandards/PM1_GENERAL/pm1-02(16)_A1A2_2007.pdf
g http://cns.miis.edu/research/cbw/biosec/pdfs/agents.pdf
h http://www.australiagroup.net/en/plants.html
i http://www.issg.org/booklet.pdf

تروریسم زیستی به عنوان تهدیدی برای امنیت زیستی گیاهان

اغلب بحث‌ها در مورد امنیت زیستی گیاهی و تروریسم کشاورزی از منظر سیستم‌های انسانی ارزیابی شده است. با این‌حال ماهیت و ارزش ذاتی سیستم‌های گیاهی مختلف، نیاز به رویکردهای متفاوتی برای ارزیابی خطر دارد. برای سیستم‌های گیاهی ممکن است با هدف کاهش ظرفیت تولید غذا با ارائه مواد غذایی نامطبوع/ مضر، کاهش اعتماد عمومی به سیستم‌های تولید مواد غذایی و ایمنی آن‌ها و در مقیاس وسیع خسارت اقتصادی پایدار که در نهایت منجر به پایین آمدن استانداردهای ملی زندگی باشد. بسیاری از سیستم‌های تولید و توزیع کشاورزی، سیستم‌های باز با بسیاری از مسیرهای ممکن برای معرفی عمدی پاتوژن‌ها هستند. بسته به نوع پاتوژن و سیستم گیاهی هدف، وارد کردن آسیب مهم اقتصادی بدون ایجاد یک بیماری مسری امکان‌پذیر است. در واقع قرنطینه یک آفت یا پاتوژن تنها نیازمند شناسایی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

و توقف حمل و نقل گیاهان یا محصولات گیاهی که علت بیماری هستند، نیست. یکی دیگر از هدف‌ها ممکن است برای بی‌ثبات کردن روابط بین‌الملل از طریق تحمیل اختلال تجارتی در بین امضاءکنندگان موافقت‌نامه‌های تجاری دو جانبه و چند جانبه باشد (۲۵). آیا معرفی یک پاتوژن گیاهی یا یک حشره آفت با توانایی ایجاد بیماری یا آسیب به یک سیستم گیاهی طبیعی یا کشاورزی، اثرات بلافصل و زیادی دارند؟ احتمالا نه، اما باید در مقیاس مکانی و زمانی به اثرات آن توجه کرد. برای انسان‌ها و زیرساخت‌های هدف، یک مقیاس کوچک می‌تواند باز هم منجر به تاثیر آن در مقیاس خیلی بزرگ شود. تلفات گیاهی حتی اگر دیده شوند، اثرهای اجتماعی- سیاسی کمی خواهد داشت مگر این‌که آن گیاهان از لحاظ فرهنگی با اهمیت باشند (برای مثال درخت بلوط در تگزاس که از لحاظ تاریخی و فرهنگی بسیار ارزش دارد (۲۰) و یا از لحاظ شخصی اهمیت داشته باشند، برای مثال درختان مرکبات به عنوان دارایی‌های شخصی افراد (۹). معمولا ارزش گیاهان و سیستم‌های گیاهی در تاسیس جمعیت‌ها یا کالاهای مرتبط با گیاهان است و منحصر به خود گیاهان نیست. بنابراین نگرانی‌های مناسب درباره سیستم‌ها گیاهی باید در مدت طولانی و در مقیاس وسیع مکانی در نظر گرفته شوند.

سیستم‌های گیاهی به عنوان اهداف نرم

سیستم‌های کشاورزی به‌دلیل اهمیت اقتصادی و اجتماعی آن‌ها آسیب‌پذیر هستند. سیستم‌های جنگلی و زراعی نیز آسیب‌پذیر می‌باشند، زیرا آن‌ها در مناطق وسیع، ناامن و با مراقبت ناچیزی رشد می‌کنند. شواهد تاریخی نشان می‌دهد که تروریسم کشاورزی (شامل، تروریسم زیستی، جنگ میکروبی (biowarfare) و جنایت زیستی بر علیه زراعت) فقط یک موضوع دانشگاهی نیست. در طول تاریخ، سیستم‌های کشاورزی در جنگ‌ها مورد هدف قرار گرفته‌اند، محصولات کشاورزی و جنگل‌ها برای محروم کردن دشمن از مواد غذایی تخریب یا سوزانده می‌شدند که به موجب آن جمعیت شورشی شکست می‌خورده یا حمله آنان دفع می‌شده است. در طول جنگ جهانی دوم و پس از آن برخی از کشورهای توسعه یافته، با برنامه‌های تحقیقاتی مربوط به عوامل زیستی ضد محصول، محصولات اصلی جهان را مورد هدف قرار دادند (*Phytophthora infestans*، عامل سوختن برگ سیب‌زمینی، *Cochliobolus miyabeanus*، عامل لکه‌های قهوه‌ای روی برنج و *Magnaporthe grisea*، عامل بادزدگی برنج) (۸، ۱۹و ۲۸). هنگامی‌که که کشورها در سال ۱۹۷۲، پیمان‌نامه سلاح‌های زیستی و سمی (BTWC) را امضاء کردند، رسما برنامه‌های جنگ میکروبی آن‌ها متوقف شد. در اواخر دهه ۱۹۸۰ یک چرخه نگرانی جدید درباره امکان استفاده از سلاح‌های زیستی ضد محصولات کشاورزی، بر اساس اطلاع از توسعه تحقیقات برخی کشورها بر روی چنین سلاح‌هایی (برای مثال قارچ عامل سیاه شدن گندم *Tilletia caries* و *T. tritici* در عراق) آغاز شد. علاوه براین اظهارنظرهای پراکنده‌ای مبنی بر استفاده کشورها از پاتوژن‌های گیاهی برضد محصولات کشاورزی یا تهدید به استفاده از آن‌ها برای مقاصد سیاسی وجود دارد.

عامل تکنولوژی

حمایت دولت‌ها از برنامه‌های سلاح زیستی در گذشته

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

به‌دلیل فقدان زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری کافی محدود نشده است و برنامه‌های تحقیقاتی به‌مدت طولانی در مقیاس وسیع امکان‌پذیر بوده است. صنعت تکنولوژی زیستی، پیشرفت‌های شگرفی در تکنولوژی‌های میکروبی و سلولی داشته است، برای مثال دستکاری‌های ژنتیک، تحریک و پایاسازی. سیستم‌های حمل ونقل، کالاها را در مدت کوتاهی در جهان جابه‌جا می‌کنند. تکنولوژی زندگی ما را بهتر کرده و آسیب‌پذیری ما را نیز افزایش داده است. همزمان با استفاده از پیشرفت‌های علمی در تکنولوژی، آن‌ها می‌توانند مورد سوء استفاده نیز قرار بگیرند (١٤).

تهدیدها و ارزیابی آسیب‌پذیری

تلاش‌های کمی در ارتباط با ارائه یک روش خاص در زمینه‌ی ارزیابی تروریسم کشاورزی انجام شده که اغلب آن‌ها با تاثیر کم یا زیاد توصیف شده‌اند و نسبتا نیاز کمی به تخصص و تکنولوژی خاصی دارند (۳۰). بیشتر این مباحث بر اساس آنالیزهای کمی، تهدید نبودند. در این شرایط موفقیت یک اقدام منفی نسبت به آن‌چه که باور داشتیم خیلی متغیرتر بوده است. مادن و ون‌دن در سال (۲۰۰۲) یک روش احتمالی برای محاسبه شاخص خطر جهانی برای یک پاتوژن گیاهی بر اساس احتمال موفقیت یک حمله تروریستی کشاورزی (معرفی پاتوژن‌ها، استقرار بیماری، انتشار، آسیب و عدم اقدامات کنترلی)، طراحی کردند. ارزش خیلی کم برخی احتمالات و عدم اعتبارسنجی روش‌های ارزیابی، سودمندی این روش‌ها را برای شرایط واقعی محدود کرده است (۱۸). اسکاد و همکاران (۲۰۰٦) برای ارزیابی هشت پاتوژن سیب‌زمینی از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس مجموعه‌ای از اولویت‌ها و معیارهای کیفی (بالا، متوسط و پایین)، استفاده کردند (٢٤). در هر دو روش با ترکیب اطلاعات به دست آمده از یک گروه کارشناسی در یک نمودار، ارزش خطر را نسبت به خطر محاسبه می‌کنند. علی‌رغم دخالت کارشناسان پاتوژن‌های گیاهی، روشن شد این روش‌های احتمالی به‌عنوان تمرینات نظری مفیدتر هستند تا یک ابزار ارزیابی. سومین رویکرد، بر اساس فرضیه عامل‌های احتمالی و انتظار پی‌آمدهای آن‌ها، با تاکید بر اثرهای مستقیم اقتصادی در عمل است، به‌عنوان مثال خسارت به محصولات (۲۹ و ١٦). آن‌ها شامل نتایج مستقیم روان‌شناختی و اقتصادی (برای مثال اختلال در تجارت، فقر) است که اهداف فرضی از یک حمله تروریستی در کشاورزی هستند (۱۳). در صورت عدم وجود یک تعریف بدون ابهام از تروریسم کشاورزی، به یک موضوع مورد بحث در میان آسیب‌شناسان گیاهی بدل خواهد شد. سافرت و همکاران (۲۰۰۸) پیشنهاد کردند که خطر باید از طریق یک رویکرد پیش‌بینی، با تعداد زیادی از اهداف و نتایج قابل انتظار و تنوع در روش کار، که تهدید هیبریدهای طبیعی را نیز در نظر گرفته باشد، توصیف شود. روش‌ها شامل سه مرحله متوالی است (۲۹) (شکل ۱۰,۱):

۱. تهیه فهرستی از پنجاه پاتوژن گیاهی که نماینده تهدیدهای بالقوه برای سیستم‌های جنگلی و کشاورزی در اروپا بودند (١٦).

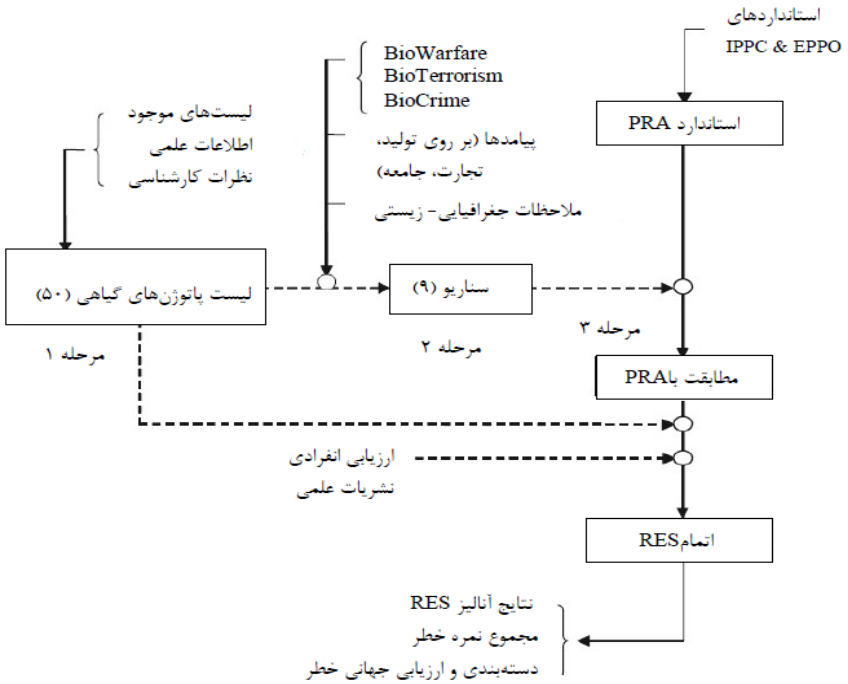
۲. توسعه سناریوها بر اساس بررسی‌های پیش‌بینی از اقدامات بالقوه تروریستی کشاورزی در اروپا و تعیین یک پاتوژن کلیدی از فهرست پاتوژن‌ها که برای هر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

کدام از آن‌ها، ۹ سناریو ارائه شده است. در اینجا سه نوع فعالیت در نظر گرفته شده است (بین‌المللی، حمایت کشور از جنگ میکروبی، تروریسم زیستی غیردولتی و جنایت زیستی مربوط به افراد یا شرکت‌ها). ترکیب اقدامات و پیامدهای بالقوه آن‌ها با ۹ سناریو از حملات تروریستی در کشاورزی به سه بخش تقسیم می‌شود (خلاصه، توجیه و امکان‌سنجی)، و عواقب اقتصادی- اجتماعی آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد (۱۶).

۳. طراحی یک برنامه ارزیابی خطر (RES: Risk Assessment Scheme)، بر حسب یک استاندارد آنالیز خطر آفت (PRA: Pest Risk Analysis) (۱۵ و ۵) و استفاده از آن در مورد پاتوژن‌های کلیدی. برنامه ارزیابی خطر خود شامل پنج بخش (اهمیت محصول مورد هدف، سهولت استفاده از پاتوژن، پتانسیل واگیری پاتوژن، موانع واکنش سریع و موثر نسبت به یک آفت و عواقب بالقوه جهانی و منطقه‌ای یک حمله) است که این مراحل با استفاده از معیارهای مستند علمی محاسبه می‌شود (۱۶). در نتیجه نمودار محاسبه خطر هر پاتوژن رسم می‌شود. این مرحله می‌تواند توسط افراد غیر متخصص در بیماری خاصی نیز به‌کار برده شود، بنابراین اجازه مقایسه بین محصولات کشاورزی یا پاتوژن‌ها بر اساس خصوصیات تهدید و اثرات مورد انتظار یک حمله را می‌دهد.



شکل ۱- روش استفاده شده توسط و لاتزاگو همکاران (۲۰۰۷) برای ارزیابی خطر تروریسم کشاورزی در اروپا (۱۶)

ارزیابی و شناسایی تهدیدها

گروه‌ها و سازمان‌های مختلف بین‌المللی (برای مثال کنوانسیون سلاح‌های زیستی و سمی، سرویس خدمات سلامت حیوانات و گیاهان در وزارت

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

کشاورزی آمریکا، انجمن آسیب‌شناسی گیاهی آمریکا، اتحادیه اروپا، سازمان حفاظت از گیاهان اروپا و مدیترانه) فهرستی از پاتوژن‌های قرنطینه‌ای یا آن‌هایی که در مورد آن‌ها نگرانی تروریسم کشاورزی وجود دارد، گردآوری کردند. لیست حاصل از پاتوژن‌ها در مورد یک محصول خاص برای مثال سیب‌زمینی (۲٤)، یک گروه پاتوژنی برای مثال باکتری‌شناسی (۳۲)، یا یک کشور هدف برای مثال آمریکا (۱۹)، گردآوری یا ارزیابی شده بودند. علاوه براین فهرست‌های غربال شده توسط کارشناسان پروژه CROPBIOTERROR در اروپا قابل دسترس بوده و با اطلاعات علمی به روز می‌شوند (۱۰). فهرست پنجاه پاتوژن (۳۵ قارچ و آمیست، ۹ باکتری و فیتوپلاسم و ٦ ویروس) شامل پاتوژن‌های قرنطینه شده و خارجی که ممکن است سبب بیماری واگیر و خسارت در اروپا شوند (۱٦). محصولات کشاورزی مانند مواد غذایی ضروری، بیشتر مورد هدف قرار گرفته (۲٤ مورد)، پس از آن درختان جنگلی (۱۱ مورد)، محصولات صنعتی و بازاری (۱۰ مورد) و درختان باغی (۵ مورد). در ۳۲ مورد از ۵۰ پاتوژنی که در فهرست آمده‌اند، پیش‌بینی شده در پی یک حمله تروریستی، به‌طور مستقیم به محصول خسارت وارد می‌کنند درصورتی‌که ۳۸ مورد از آن‌ها باعث اختلال در تجارت می‌شوند. در ۲۸ مورد پاتوژن‌ها نیز نتایج گسترده اجتماعی- اقتصادی از قبیل مسمومیت انسان‌ها و حیوانات، خسارت زیست‌محیطی یا تاثیر منفی روان‌شناختی بر جمعیت پیش‌بینی شده است. اثرهای یک حمله تروریستی زیستی نسبت به آن‌چه استراتژهای اعمال شده در مورد محصول مورد هدف و سلاح پاتوژنی تعیین می‌کردند، خیلی بیشتر خواهد بود. یک مساله مهم، کاربرد اطلاعات علمی و فنی ضروری گردآوری شده برای یک عمل موفق است. گام‌های لازم در استفاده از این اطلاعات می‌تواند باعث احتمال کم یک حمله تروریسم زیستی شود (۲۸). واکنش موثر و مدیریت یک حمله تروریسم کشاورزی، به کشف به‌موقع پاتوژن و انجام سریع اقدامات متقابل بستگی خواهد داشت. کشورهای حامی جنگ میکروبی ممکن است در مقیاس وسیعی با به راه انداختن سایت‌های متعدد، تلقیح یا با به‌کارگیری رویکرد پنهان‌کاری برای درهم شکستن سیستم اقدامات متقابل کشورهای هدف استفاده کنند. عملیات جنایت زیستی در یک مقیاس کوچک‌تر ممکن است به‌موقع کشف نشود و بدین‌گونه ریشه‌کنی سریع پاتوژن‌ها را به خطر بیندازد. در مقابل، حملات تروریسم زیستی ممکن است بوسیله عاملان آن به منظور افزایش جنگ روانی و بی‌نظمی در سیستم اقدامات متقابل اعلان شوند، مانند اقداماتی که محصولات کشاورزی را هدف قرار می‌دهند، برای این‌که انجام اندازه‌گیری‌های حمایتی را مشکل کرده و یا بازده آن‌ها را پایین بیاورند. نمره خطر به دست آمده بر اساس جمع مولفه‌های خطر، پیش‌بینی می‌کند که اهمیت محصولات مورد هدف در این حملات برای گندم و ذرت حداکثر بوده و برای سویا و خشخاش حداقل بوده است. سهولت استفاده از پاتوژن برای پاتوژن‌های گندخوار (saprotrophic) (بر اساس رشد در محیط مصنوعی) نسبت به پاتوژن‌های زنده‌خوار (biotrophic) (در بیشتر موارد در محیط‌های مصنوعی کشت نمی‌شدند)، بیشتر بوده است. پتانسیل واگیری برای پاتوژن‌هایی که از طریق هوا منتقل شده و از پیش در اروپا استقرار یافته و با محیط محلی سازگار شده‌اند، حداکثر بوده است. موانع

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

واکنش سریع و موثر به یک حمله، بیشتر مربوط به پاتوژن‌هایی بوده که هنوز در اروپا ارائه نشده و روش‌های کشف سریع آن‌ها در دسترس نبوده است و پتانسیل پیامدهای جهانی یا منطقه‌ای یک حمله مربوط به پاتوژن‌های ایجاد شده حداکثر بوده است (۲۹). اتفاق نظر زیادی وجود دارد که تهدیدهای امنیت زیستی مربوط به گیاهان ناشی از افزایش تجارت، مسافرت، حمل و نقل و گردشگری در حال افزایش است. آنالیزهای علمی اخیر تایید می‌کند که مفهوم تروریسم کشاورزی در مطبوعات علمی پس از سال ۱۹۹۷ پدید آمده (۲۹)، و اهمیت آن پس از حملات تروریستی ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ در ایالات متحده آمریکا افزایش یافته است. به‌نظر می‌رسد تخریب انبوه محصولات غذایی از طریق معرفی یک پاتوژن سمی گیاهی در اکثر کشورهای پیشرفته صنعتی بسیار بعید است. با این‌حال استفاده از پاتوژن‌های گیاهی می‌تواند اثرات اجتماعی و اقتصادی زیادی داشته باشد. علاوه بر این امنیت زیستی جنگل‌ها، اکوسیستم‌های طبیعی باید به عنوان یک مساله جدی در نظر گرفته شود (٤). معرفی عمدی یک پاتوژن گیاهی تولید کننده سم، می‌تواند سبب اختلال قابل توجه و از دست دادن اعتماد در زنجیره غذایی شود. علاوه بر این اعمال تکنیک‌های محدود و مهارت‌های علمی، به‌طور ساده می‌تواند در ایجاد ترس یا تهدید استفاده شده و در موفقیت یک آلودگی عمدی غیرقابل پیش‌بینی موثر باشد (۱۳). این نوع حوادث می‌تواند به روابط بین‌المللی بوسیله پیامدهای جهانی آسیب بزند (۳ و ۱۲).

تامین امنیت از طریق همکاری‌های بین‌المللی

کشاورزی و زنجیره غذایی که از بشریت حمایت می‌کنند، از اهداف آسیب‌پذیر هستند. حمله به آن‌ها می‌تواند عواقب ویرانگر نه تنها برای سلامت و ایمنی داشته بلکه تاثیر اجتماعی و اقتصادی نیز در پی داشته باشد. افزایش همکاری‌های بین‌المللی در پدآفند زیستی برای حمایت از سیستم‌های کشاورزی و غذایی در سراسر جهان خیلی مهم است. همکاری‌های بین‌المللی در سطوح علمی، سیاسی، حقوقی و تجاری و اجازه به اشتراک گذاشتن نظرات و اطلاعات مورد نیاز را می‌دهد. هم‌گرایی نظرات و تجربیات، به‌منظور افزایش آمادگی جهانی در این زمینه نیاز است. همکاری بین‌المللی برای افزایش اقدامات دفاعی در صنایع وابسته به کشاورزی و مواد غذایی ضروری است. سیستم‌های کشاورزی، تولید و توزیع غذا که ما در حوزه جهانی به آن‌ها وابسته هستیم، نیاز به یک رویکرد بین‌المللی برای امنیت زیستی گیاهی دارد (۱۱).

نتیجه‌گیری

همکاری علمی اغلب زمینه همکاری میان کشورها را فراهم می‌کند. ارتباط علمی از رابطه سیاسی متفاوت است و بر اساس تبادل آزاد نظرات با تاکید بر مشارکت و نه اختلافات است. در همه کشورها نیاز اساسی به دانش و فن‌آوری مشترک بوده و آن‌چه متفاوت است، توانایی هر کشور برای توسعه، به دست آوردن و اجرای فن‌آوری‌های جدید است. ایجاد شبکه پژوهشگران و گیاه‌پزشکان حمایت کننده از گیاهان، دارای مزایای بسیاری از جمله افزایش قابلیت‌های‌های تشخیصی، ارتباطی و آموزشی است. همکاری‌های

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

بین‌المللی و توسعه استانداردها و پروتکل‌هایی در مورد پاتوژن‌های گیاهی به‌منظور شناسایی تغییرات ژنتیکی در آن‌ها، تعیین رویدادهای که به‌طور عمدی، تصادفی یا طبیعی اتفاق افتاده را تسریع خواهد کرد. همکاری در زمینه توسعه و اعتبارسنجی مدل‌سازی پاتوژن‌ها و ابزارهای آنالیز خطر، امنیت را افزایش خواهد داد و امکان ادغام علم شناسایی بیماری‌های واگیر و ارزیابی اقتصادی خطر را در قواعد سیاسی فراهم می‌کند. همکاری بین‌المللی در مناطق مختلف به سبب ایجاد نظم در بحث‌های میکروبیولوژی (از جمله بحث آسیب‌شناسی گیاهی) مفید خواهد بود. به اشتراک گذاشتن متوالی اطلاعات و جمع‌آوری داده‌های کشت میکروب، در سرعت پیشرفت آسیب‌شناسی گیاهی مهم خواهد بود. در حال حاضر برخی از شبکه‌های تحقیقاتی اروپا به مسائل مرتبط با سلاح‌های زیستی پرداخته‌اند. در میان آن‌ها (موسسات CROP BIOTERROR، TOOLS FOR CROP BIOSECURITY و BIOSEC) در زمینه امنیت زیستی محصول همکاری دارند. WATERSAFE بر روی آب آشامیدنی تمرکز دارد، AEROBACTIS در میکروارگانیزم‌های موجود در هوا، ASSRBCVUL در رادیولوژی، زیست‌شناسی و یا عوامل شیمیایی، BIOSAFENET در اصلاح ژنتیکی ارگانیزم‌ها و EPIZONE در بیماری‌های واگیر در بخش کشاورزی و آبزی‌پروری فعالیت می‌کنند. آمادگی برای پیشگیری و واکنش به اقدامات تروریسم زیستی و جنایت زیستی علیه کشاورزی و مواد غذایی به همکاری‌های بین‌المللی نیاز دارد. یکی از زمینه‌های خاص همکاری‌های بین‌المللی، توسعه و استفاده از فن‌آوری‌های قانونی میکروبی و پروتکل‌هایی در این زمینه است (٦). ابزارهای جدید و یا افزایش اقدامات امنیت زیستی برای تنظیم و نظارت بر بازارها ممکن است به‌طور جدی در مولفه‌های مردمی و خصوصی در صنایع کشاورزی و مواد غذایی به‌ویژه شرکت‌های کوچک و متوسط تاثیر گذاشته و در نهایت بر تجارت جهانی تولیدات کشاورزی و مواد غذایی اثرگذار باشد. در صورت وجود یک حمله تروریستی، با توجه به پتانسیل ایجاد تنش‌های کوتاه مدت در میان شرکای تجاری و پتانسیل طولانی مدت و با دوام تنش‌های سیاسی، در همکاری‌های بین‌المللی چالش‌برانگیز خواهد بود (۲۱). افزایش همکاری‌های بین‌المللی در زمینه پدآفند زیستی برای حمایت از سیستم‌های کشاورزی و مواد غذایی در سراسر جهان، بسیار مهم است. ترویج همگرایی نظرات و تجربیات باید یک عنصر کلیدی از همکاری در میان تمام کشورها باشد، به‌ویژه آن‌هایی که با توافق‌نامه‌های تجاری مربوط به مواد غذایی و سایر محصولات کشاورزی سر و کار دارند. درصورتی‌که مکانیزم‌ها برای درک اثرات سیاست‌های دفاعی از مواد غذایی در صنایع وابسته به کشاورزی و مواد غذایی در هر کشوری ایجاد شود، این همکاری‌ها آمادگی جهانی را در این زمینه افزایش خواهد داد.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

References فهرست منابع

1. **Brasier C.M. (2001).** Rapid evolution of introduced plant pathogens via interspecific hybridization. Bioscience 51(2):123–133

2. **Brasier C.M. (2008).** The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade in plants. Plant Pathol 57(5):792–808

3. **Castonguay S. (2005).** Bioregionalisme, commerce agricole et propagation des insectes nuisibles et des maladies vegetales: les conventions internationales phytopathologiques. Ruralia 16(17):137–52

4. **Cochrane H. and Haslett D. (2002).** Deliberate release – what are the risks? NZ J Forestry 47:16–7

5. **EPPO. (2007).** PM 5/3 (3) Decision-support scheme for quarantine pests [http://www.eppo.org/ QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRA_intro.htm].

6. **Fletcher J. (2008).** The need for forensic tools in a balanced national agricultural security programme. In: Gullino ML, Fletcher J, Gamliel A, Stack JP (eds) Crop biosecurity: assuring our global food supply. Springer, The Netherlands, 148 pp

7. **Fletcher J., Bender C., Budowle B., Cobb W.T., Gold S.E., Ishimaru C.A., Luster D., Melcher U., Murch R., Scherm H., Seem R.C., Sherwood J.L., Sobral B.W. and Tolin S.A. (2006).** Plant pathogen forensics: capabilities, needs, and recommendations. Microbiol Mol Biol Rev 70:450–71

8. **Foxwell J. (2001).** Current trends in agroterrorism (antilivestock, anticrop, and antisoil bioagricultural terrorism) and their potential impact on food security. Stud Conf Terror 24:107–29

9. **Gottwald T.R., Graham J.H. and Schubert T.S. (2002).** Citrus canker: The pathogen and its impact. Online. Plant Health Prog . doi:10.1094/PHP-2002-0812-01-RV

10. **Gullino M.L., Suffert F., Dehne H., Thomas J., Barker I., Gamliel A., Bonifert M., Stack J., Fletcher J. and Abd-Elsalam K. (2007).** Crop and food biosecurity: first results of European research. Phytopathology 97: S44

11. **Gullino M.L., Fletcher J., Gamliel A. and Stack J. (eds).** (**2008).** Crop biosecurity: assuring our global food supply. Springer, The Netherlands. 148 pp

12. **Hennessy D.A. (2008).** Economic aspects of agricultural and food biosecurity. Biosecur Bioterror 6:66–77

13. **Huff K.M., Meilke K.D., Turvey C.G. and Cranfield J. (2004).** Modeling bioterrorism in the livestock sectors of NAFTA members. Curr Agric Food Resour Issues 5:1–22

14. **IOM/NRC. (2006).** Globalization, biosecurity, and the future of the life sciences. Institute of Medicine and National Research Council Report. The National Academies Press, Washington DC, 299 pp

15. **IPPC. (2004).** Pest risk analysis for quarantine pests, including analysis of environmental risks and living modified organisms. International Standard for Phytosanitary Measures no. 11, FAO, Roma, Italy

16. **Latxague E., Sache I., Pinon J., Andrivon D., Barbier M. and Suffert F. (2007).** A methodology for assessing the risk posed by the deliberate and harmful use of plant pathogens in Europe. EPPO Bull 37:427–35

17. **Mack R.N. and Lonsdale W.M. (2001).** Humans as global plant dispersers: getting more than we bargained for. Bioscience 51(2):95–102

18. Madden L.V. and Van Den Bosch. F. (200**2).** A population-dynamics approach to assess the threat of plant pathogens as biological weapons against annual crops. BioScience 52:65–74

19. **Madden L.V. and Wheelis M. (2003).** The threat of plant pathogens as weapons against US crops.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

Annu Rev Phytopathol 41:155–76

20. **Maraniss D. (1989).** Texas mourns imminent death of 500-year old Treaty Oak; Austin landmark apparently was poisoned. Washington Post, June 27, 1989

21. **Ostfield M.L. (2007).** Biodefense: U.S. vision of a broader cooperation. Eur Aff 8(1):75–79

22. **Price-Smith A. (2002)**. The health of nations. MIT Press. Cambridge, MA, 220 pp

23. **Rossman A. (2001).** A special issue on global movement of invasive plants and fungi. BioScience 51(2):93–94

24. **Schaad N.W., Abrams J., Madden L.V., Frederick R.D., Luster D.G., Damsteegt V.D. and Vidaver A.K. (2006).** An assessment model for rating high-threat crop pathogens. Phytopathology 96:616–21

25. **Shelburne E.C. (2008)**. The great disruption. The Atlantic Monthly, September, pp 28–29

26. **Stack J.P. (2008).** Challenges to crop biosecurity, pp 15–23. In: Gullino ML, Fletcher J, Gamliel A, Stack PJ (eds) Crop biosecurity: assuring our global food supply. Springer, The Netherlands, 148 pp

27. **Stack J.P. and Fletcher J. (2007).** Plant biosecurity infrastructure for disease surveillance and diagnostics. pp 95–106. In: Institute of Medicine. 2007. Global infectious disease surveillance and detection: assessing the challenges – finding the solutions. The National Academies Press,Washington, DC, 263 pp

28. **Suffert F. (2003).** L'utilisation volontaire d'agents phytopathogenes contre les cultures. L'agroterrorisme et ses consequences sur notre approche de la lutte contre les maladies des plantes. Phytoma 563:8–12

29. **Suffert F., Barbier M., Sache I. and Latxague E. (2008).** Biosecurite des cultures et agroterrorisme : une menace, des questions scientifiques et une reelle opportunite de reactiver un dispositive d'epidemiovigilance. Le Courrier de l'Environ Waage JK, Mumford JD (2007) Agricultural biosecurity. Philos Trans R Soc B 363:863–76

30. **Wheelis M., Casagrande R. and Madden L.V. (2002).** Biological attack on agriculture: low-tech, highimpact bioterrorism. Bioscience 52:569–76

31. **Windle P.N. (2004).** Exotic pests: past, present, and future, pp 17–27. In: Kerry Britton (ed) Biological pollution, an emerging global menace. APS Press, St. Paul, MN, 113 pp

32. **Young J.M., Allen C., Coutinho T., Denny T., Elphinstone J., Fegan M., Gillings M., Gottwald T.R., Graham J.H., Iacobellis N.S., Janse J.D., Jacques M.A., Lopez M.M., Morris C.E., Parkinson N., Prior P., Pruvost O., Rodrigues Neto J., Scortichini M., Takikawa Y. and Upper C.D. (2008).** Plant-pathogenic bacteria as biological weapons – real threats? Phytopathology 98(10):1060–1065

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]

Bioterrorism is a threat to plant Biosecurity as the Foundation for Food Security

Mohammad Hasani
MSc of Environmental engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

hasani.mohammad64@yahoo.com

Abstract
In food production systems, plant biosecurity is a state of preparedness that ensures a safe, affordable, and available supply of food and feed. At present, many nations lack the food production capacity to feed their existing and projected populations. They are dependent upon international aid programs and trade of plants and plant products to compensate for food deficits. Consequently, global food security is, in part, dependent upon effective plant biosecurity strategies and appropriate infrastructure at the national and international levels. There are many general threats to plant systems that put plant biosecurity at risk, including global trade of plants and plant products, climate change, population growth and landscape exploitation. It is extremely important to increase international cooperation on biodefense to protect agricultural and food systems worldwide. Without effective plant biosecurity programs to protect the world's natural plant systems, the ecosystem services that they provide to support humans will decline, thus compromising the development of sustainable societies.
Keywords: Bioterrorism, agricultural systems, Food Security, biosecurity

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.4.1]