



ارزیابی ریسک در حوزه بیوتورویسم

سید رسول میرمطهری^۱، عبدالله نقی پور^۲

^۱ کارشناس ارشد دانشگاه جامع امام حسین (ع)
rmir321@gmail.com

^۲ پژوهشگر دانشگاه جامع امام حسین (ع)
Anaban1363@gmail.com

چکیده

شناخت بیوتورویسم و آسیب شناسی و یافتن راهکار برای پیشگیری و مقابله با آن امروزه به یکی از مسایل فوق امنیتی تمام کشورها تبدیل گشته است. در دهه اخیر، ایران نیز به اهمیت و لزوم مطالعه گسترده در مورد سلاح های زیستی و دفاع زیستی پی برده و مطالعه و پژوهش های مرتبط با بیوتورویسم را افزایش داده است. یکی از راهکارهای ابتدایی مقابله با بیوتورویسم ارزیابی ریسک در این حوزه می باشد. اجرای برنامه های امنیتی و ضدتروریستی اثربخش مستلزم پیاده سازی فرایندی است که به تصمیم گیران امکان شناسایی و تمرکز بر سناریوهایی را می دهد که محتمل تر هستند و سطح تخریب بالقوه بیشتری نیز دارند. می توان با اقتباس از روش های ارزیابی ریسکی که برای حوزه های انسانی و زیست محیطی تدوین شده اند، تمرکز بیشتری بر سناریوهای قابل ارزیابی، قابل پیش بینی و قابل مدیریت داشت. در این مقاله با چگونگی برآورد ریسک و مدیریت آن و تحلیل های آسیب پذیری بیشتر آشنا می شویم.

کلمات کلیدی: برآورد ریسک، آسیب پذیری، بیوتورویسم، عامل زیستی

۱. مقدمه

از سال ۱۹۹۵ میلادی، نگرانی ها درباره استفاده تروریستی از عامل های زیستی به صورت چشمگیری در سطوح بین المللی همچین، مطبوعات عامه پسند افزایش یافته است (Carus, ۲۰۰۲; Falkenrath et al., ۱۹۹۹; Rotz et al., ۲۰۰۲; Tucker, ۱۹۹۹). سناریوهای مختلفی را برای چگونگی به واقعیت تبدیل شدن این تهدیدها می توان متصور بود. با وجود این، باید بپذیریم که احتمال تحقق برخی از این سناریوها بسیار بیشتر است. به علاوه، باید توجه داشته باشیم که همه اهداف بالقوه حملات تروریستی به یک اندازه ارزشمند نیستند، آسیب پذیریشان در برابر عامل های زیستی یکسان نیست و نیاز به محافظت برابر در مقابل این گونه حملات ندارند (Parnell et al., ۲۰۰۸).

اجرای برنامه های امنیتی و ضدتروریستی اثربخش مستلزم پیاده سازی فرایندی است که به تصمیم گیران امکان شناسایی و تمرکز بر سناریوهایی را می دهد که محتمل تر هستند و سطح تخریب بالقوه بیشتری نیز دارند. می توان با اقتباس از روش های ارزیابی ریسکی که برای حوزه های انسانی و زیست محیطی تدوین شده اند تحلیل گران را از تمرکز بر تصمیم های بالقوه مشکل سازی که بر تعیین اهداف تهدیدهای بیوتورویستی متمرکز هستند فراتر برد و به تمرکز بر سناریوهای قابل ارزیابی، قابل پیش بینی و قابل مدیریت سوق داد (Bossi et al., ۲۰۰۶; Stern & Fineberg, ۱۹۹۶; USEPA, ۱۹۸۹).

البته، از آنجا که حملات بیوتروریستی به ندرت اتفاق افتاده‌اند (Carus, ۲۰۰۲)، داده‌های مورد نیاز برای برآورد احتمال وقوع یک سناریوی حمله خاص و همچنین، داده‌های همه‌گیرشناختی مربوط به پیامدهای این گونه حملات بسیار اندک هستند (CRS, ۲۰۰۷). با توجه به کمبود این گونه داده‌ها، ارزیابی ریسک در حوزه بیوتروریسم می‌تواند این مراحل را شامل شود (شکل ۱): نخستین مرحله به تحلیل کیفی یا نیمه‌کیفی آسیب‌پذیری (شبه به مرحله «تدوین مسأله» ارزیابی انواع دیگر ریسک‌ها (USEPA, ۱۹۹۸)) می‌پردازد. در ادامه و بر اساس داده‌های در دسترس، فرایند برآورد ریسک، ماهیتی کمی‌تر پیدا می‌کند. مرحله دوم از چهار مؤلفه تشکیل شده است: توصیف خطر، شناسایی خطر، ارزیابی مواجهه و توصیف ریسک (شکل ۲).

۲. تحلیل آسیب‌پذیری

تحلیل ریسک با بیان شفاف مقیاس و دامنه ارزیابی (به عنوان مثال، جهان، یک کشور یا یک ساختمان خاص) آغاز می‌شود. توجه داشته باشید که هر چه دامنه ارزیابی محدودتر باشد، فرایند ارزیابی ریسک نیز به صورت فزاینده‌ای مهارشدنی‌تر خواهد بود. در ادامه، از اطلاعات فنی و امنیتی موجود در کنار استنباط‌های کارشناسان و نظرات برترین متخصصان برای مفهوم‌سازی ترکیب‌هایی متشکل از اهداف (دارایی‌های ارزشمندی که محافظت از آن‌ها مهم است)، عامل‌های زیستی، مسیرهای مواجهه (نحوه دسترسی عامل زیستی به هدف) و نتایج زیان‌بار بالقوه در قالب «سناریوهای حمله» استفاده می‌شود. سپس، این سناریوها با یکدیگر مقایسه می‌شوند و بر اساس احتمال وقوع و ماهیت و شدت پیامدهایشان در صورت وقوع احتمالی رتبه‌بندی می‌شوند. این رتبه‌بندی تطبیقی به تنهایی برای تمرکز بر تصمیم‌گیری‌های مربوط به مدیریت ریسک و حمایت از آن‌ها کافی است.

انسان‌ها مانند منابع کشاورزی و سایر منابع طبیعی، دارایی‌هایی ارزشمند هستند که ممکن است مورد حمله بیوتروریست‌ها قرار بگیرند. همه دارایی‌ها حداقل یک ویژگی دارند که همیشه به صورت بالقوه در معرض خطر قرار دارد و به صورت مستقیم یا غیرمستقیم نیز قابل اندازه‌گیری است. «سلامت» ویژگی در معرض خطر انسان‌ها است که ممکن است نیاز به محافظت در برابر فعالیت‌های بیوتروریستی داشته باشد. منظور از سلامت فقدان بیماری است که انسان را به استفاده از خدمات نظام مراقبت سلامت ملزم می‌کند. ویژگی سلامت قابل اندازه‌گیری است. سلامت را بر اساس دو معیار میزان شیوع بیماری (تعداد مبتلایان به بیماری در درجات مختلف) و مرگ و میر (تعداد تلفات) اندازه‌گیری می‌کنند. نتیجه فرایند تحلیل آسیب‌پذیری حداقل یک سناریوی حمله را پیش رویمان قرار می‌دهد. در این سناریو، مسیری که یک هدف خاص از طریق آن در معرض خطر ناشی از یک عامل زیستی خاص قرار می‌گیرد، توصیف شده است. در ادامه، سه نمونه از سناریوهای حمله مقدماتی ارائه شده‌اند.

۱) سناریویی که به صورت مستقیم به تلفات سنگین منجر می‌شود: هدف اصلی بیوتروریست‌ها ایجاد عوارضی است که به صورت مستقیم برای سلامت انسان‌ها زیان‌بار هستند. ایجاد تلفات سنگین نیز می‌تواند بخشی از این عوارض و یا همان نتیجه نهایی باشد. هدف مذکور در صورتی محقق می‌شود که انسان‌ها به صورت مستقیم در معرض عامل زیستی مد نظر قرار بگیرند و این مواجهه عواقب زیان‌باری برای سلامت آن‌ها به همراه داشته باشد. مواجهه مستقیم با عامل بیماری‌زا از طریق تماس با آن و یا تنفس و خوردن عامل امکان‌پذیر است.

۲) سناریویی که به صورت غیرمستقیم به تلفات سنگین منجر می‌شود: هدف اصلی بیوتروریست‌ها ایجاد عوارضی است که به صورت غیرمستقیم برای سلامت انسان‌ها زیان‌بار هستند. آلوده شدن منابع مورد نیاز انسان‌ها (به عنوان مثال، کالاهای کشاورزی) به عامل زیستی به کاهش یا نابودی آن‌ها منجر می‌شود. بنابراین، انسان‌ها با کمبود یا فقدان این منابع مواجه خواهند شد. فقدان منابع ضروری (غذا، آب، سوخت و ...) به بروز عوارضی منجر می‌شود که برای سلامت انسان‌ها زیان‌بار هستند. در صورتی که این منابع مورد حمله قرار بگیرند و یا مردم به این نتیجه برسند که فعالیت‌های بیوتروریستی باعث کاهش یا صدمه دیدن این منابع شده‌اند، شاهد بروز عوارضی خواهیم بود که برای سلامت روانی انسان‌ها زیان‌بار هستند.

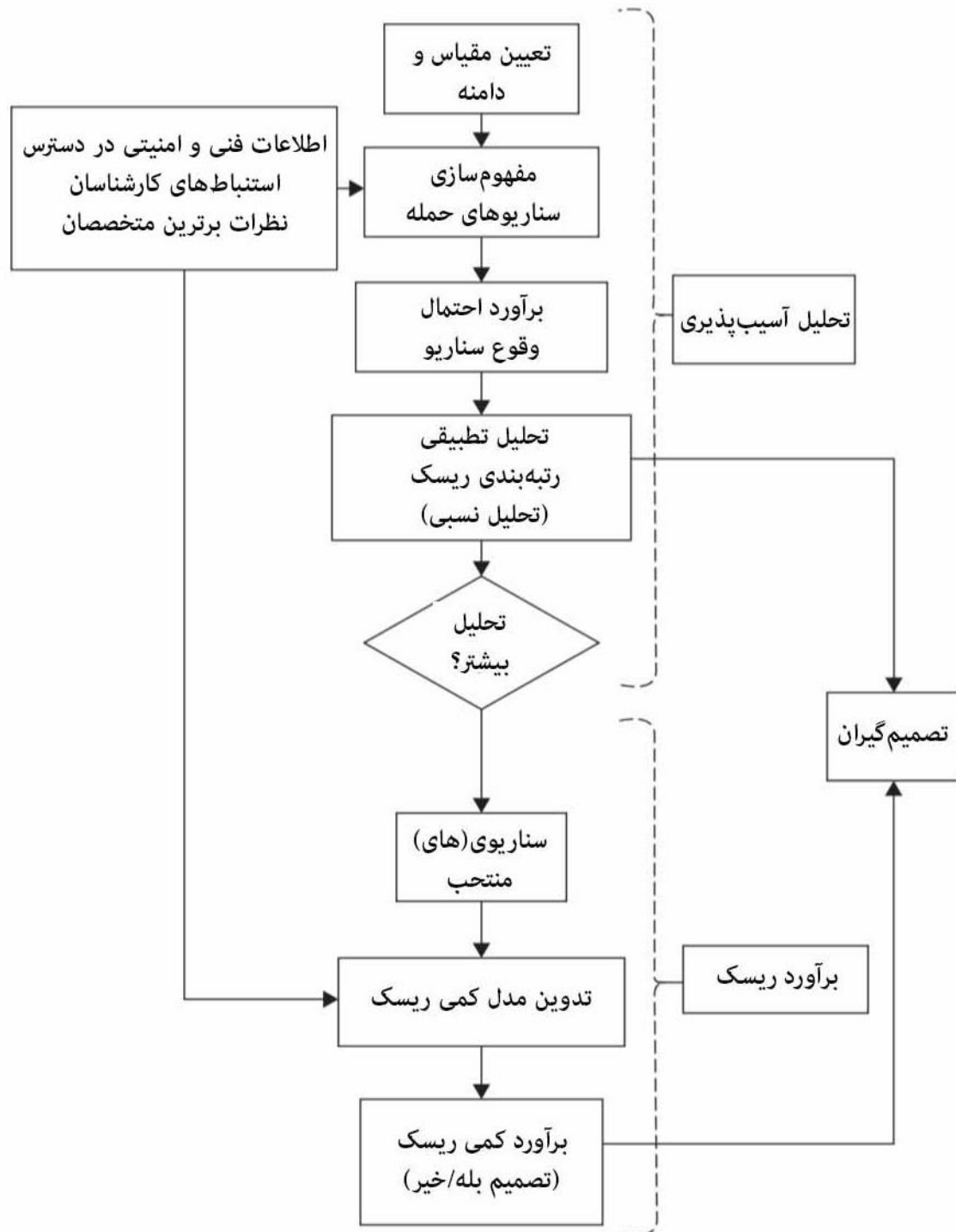
۳) سناریویی که به بروز ناآرامی‌های روانی و اجتماعی انبوه منجر می‌شود: هدف اصلی بیوتروریست‌ها ایجاد نوعی ناآرامی در سطح انبوه از طریق نابودی بازار یا قطع روند ارائه خدمات است. این ناآرامی‌ها ممکن است عوارض زیان‌باری برای سلامت انسان‌ها نیز داشته باشند. اما بروز این گونه عوارض هدف اصلی بیوتروریست‌ها نیست. این نوع حملات ممکن است به مذاق

تروریست‌هایی خوش بیایند که محدودیت‌های اخلاقی آن‌ها را از مستقیم هدف قرار دادن انسان‌ها با اعمال خشونت‌بار منع می‌کنند. در حملاتی که با هدف نابودی بازار انجام می‌شوند، از عامل‌های زیستی غیرمهلک برای تأثیرگذاری مخرب بر قابلیت عرضه منبعی خاص در بازار (به ویژه کالاهای کشاورزی) بدون نابود کردن این منبع استفاده می‌شود (Hope et al., ۲۰۰۴). حملاتی که با هدف قطع روند ارائه خدمات صورت می‌گیرند، عناصر زیرساخت را غیرقابل استفاده می‌کنند (به صورت موقت یا دائمی). غیر قابل استفاده شدن زیرساخت‌ها از آن جهت است که یا این منابع واقعا به عامل زیستی زیان‌بار آلوده شده‌اند و یا مردم تحت تأثیر حمله چنین تصویری پیدا کرده‌اند. انتظار می‌رود که ناآرامی‌های اقتصادی، اجتماعی و روانی ناشی از نابودی بازار یا قطع روند ارائه خدمات در نهایت اثرات زیان‌باری بر سلامت انسان‌ها نیز داشته باشند.

در صورتی که قصد دارید تا در ادامه ارزیابی کمی تری را نیز اجرا کنید، بهتر است سناریوی حمله‌ای را مدنظر قرار بدهید که بیشترین نگرانی‌ها را برانگیخته‌اند (سناریوهای حمله دارای بالاترین میزان احتمال وقوع و عواقب). تمرکز بر این سناریوها باعث می‌شود تا شکاف قابل توجه داده‌های کمی (از جمله محدودیت داده‌های میکرو زیستی پیش‌بینی‌کننده در حوزه عامل‌های زیستی کلاسیک) با استفاده از داده‌های در دسترس، استنباط‌های کارشناسان و نظرات برترین متخصصان رفع شود.

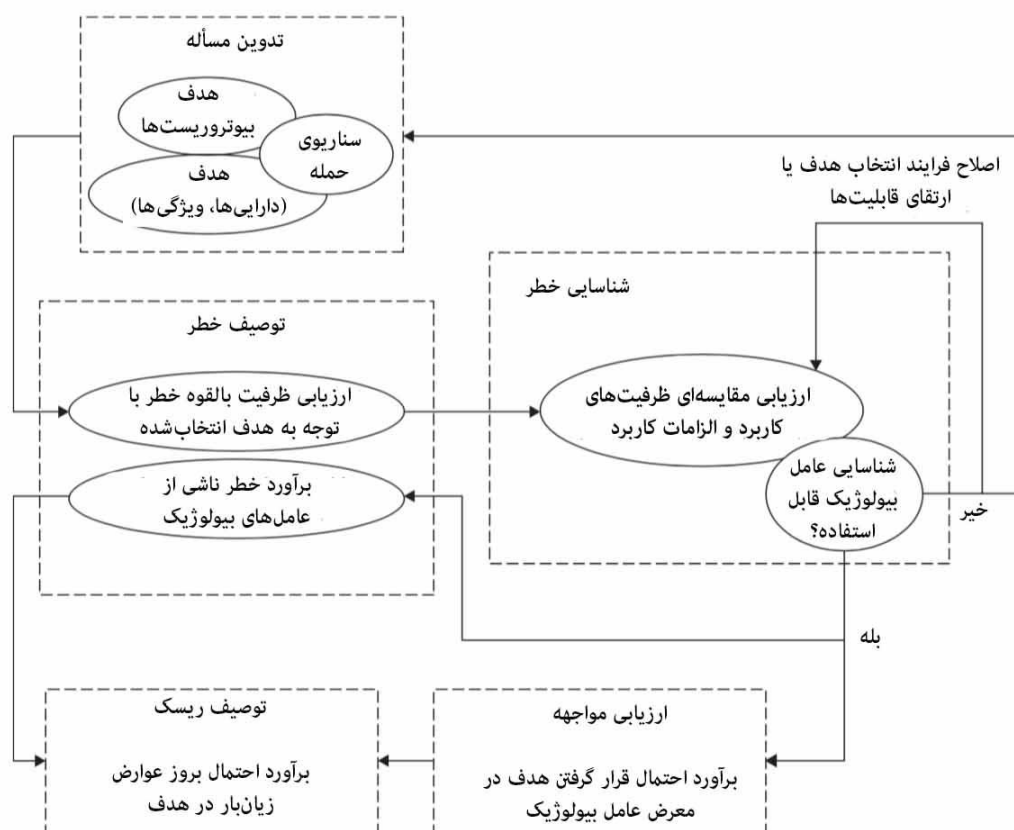
۳. برآورد ریسک

هنگام تدوین فرایند برآورد کمی ریسک حملات بیوتروریستی، پیش‌فرض آن است که تحلیل آسیب‌پذیری با هدف محدود کردن دامنه و شناسایی سناریوهایی که ارزش تحلیل دقیق‌تر را دارند، پیش از این انجام گرفته است. فرایند برآورد ریسک به گردآوری داده‌های کمی موجود درباره سناریوهای حمله می‌پردازد و سپس، در قالب چهار مرحله پیدا می‌کند. این چهار مرحله عبارتند از: توصیف خطر، شناسایی خطر، ارزیابی مواجهه و توصیف ریسک (شکل ۲). این چهار مرحله با هدف ارائه برآوردی عددی از ریسک ناشی از سناریو پیاده‌سازی می‌شوند. برآورد ریسک اغلب شامل تدوین یک یا چند مدل می‌شود. فرایند ارزیابی ریسک‌هایی که سلامت انسان‌ها و محیط‌زیست را تهدید می‌کنند، بیش از پیش ماهیتی کمی یافته است. این فرایند معمولا بر مدل‌هایی مبتنی است که با استفاده از داده‌های تجربی پارامترسازی شده‌اند. داده‌های تجربی فوق از نظر مقدار و کیفیت متنوع هستند. علاوه بر این، داده‌های مورد نیاز را می‌توان از استنباط‌های کارشناسان نیز به دست آورد. این امر با نظرخواهی از برترین متخصصان و در نظر گرفتن دامنه‌ای محدودکننده برای مقادیر محتمل محقق می‌شود. به ندرت با فقدان کامل داده‌های مورد نیاز برای اجرای فرایند برآورد ریسک مواجه می‌شویم.



شکل ۱: رابطه بین تحلیل آسیب پذیری و ارزیابی کمی ریسک در فرایند ارزیابی تهدیدهای بیوتروریستی

ریسک‌های عامل‌های بیماری‌زا برای انسان‌ها، محصولات کشاورزی و دام‌ها بر اساس مدل‌های مختلف برآورد شده‌اند. برخی از این مدل‌ها عبارتند از: مدل کمی واکنش - مقدار (USDA, ۱۹۹۸; Giaccone & Ferri, ۲۰۰۵) و مدل درخت خطا (Marks et al., ۱۹۹۸). مدل‌های مشابه دیگری نیز در برآورد ریسک تروریسم سیاسی به کار گرفته شده‌اند و برای استفاده در فرایند برآورد ریسک حملاتی بیوتروریستی که محصولات کشاورزی را هدف قرار می‌دهند، توصیه شده‌اند (Koller, ۲۰۰۰; Madden & Scherm, ۱۹۹۹). برآورد ریسک معمولاً فرایندی تکرارپذیر است. اطلاعات به دست آمده در مراحل مختلف با یکدیگر تلفیق می‌شوند تا یک زنجیره علت و معلولی به دست آید. این زنجیره رابطه بین شیوع و تراکم عامل زیستی که عامدانه انتشار یافته است را با احتمال بروز و شدت عوارض زیان‌بار آن در هدف ارزشمند تبیین کند.



شکل ۲: اقتباس از پارادایم عمومی ارزیابی ریسک برای ارزیابی تهدیدهای بیوتروریستی

۱.۳. توصیف خطر

در مرحله توصیف خطر، ماهیت و شدت خطر احتمالی ناشی از یک یا چند عامل زیستی برای هدف خاص مورد نظر ارزیابی می‌شوند. در شرایط ایده‌آل، داده‌های کمی واکنش - مقدار در دسترس قرار دارند و بدین ترتیب، برآوردی دقیق‌تر از خطرات بالقوه عامل زیستی در اختیار داریم. در مواردی که با عامل‌های زیستی سر و کار داریم، اجرای این مرحله بسیار دشوار می‌شود؛ زیرا داده‌های مربوط به واکنش‌های احتمالی به عامل‌های بیماری‌زا اندک هستند و علاوه بر این، بروز این واکنش‌ها به وضعیت دستگاه ایمنی میزبان (هدف) نیز بستگی دارد. با وجود این، حتی همان دانش محدودمان درباره شکل و دامنه تابع

^۱ Qualitative dose-response

^۲ Fault tree

واکنش - مقدار نیز می‌تواند در برآورد احتمال بروز واکنش زیان‌بار مؤثر باشد. داده‌های کمی واکنش - مقدار و چندین معیار دیگر را، که بازتابی از ویژگی‌های ذاتی عامل‌های زیستی هستند، می‌توان به صورت نیمه‌کمی مورد ارزیابی قرار داد و بدین ترتیب، ماهیت و شدت خطر احتمالی ناشی از این عامل‌ها برای هدف خاص مد نظر را توصیف کرد. معیارهای فوق عبارتند از:

- گزینه‌های درمان: در دسترس بودن و اثربخشی معالجات پزشکی (اقدامات حمایتی، جداسازی، واکسیناسیون، دارو، سرم حاوی پادتن و ...)

- میزان شیوع بیماری: شدت و طول مدت عوارض زیان‌بار
- سرایت‌پذیری: سهولت تثبیت عامل زیستی مسری در هدف آسیب‌پذیر
- بیماری‌زایی (میزان مسمومیت‌زایی): شدت نسبی عوارض زیان‌باری (بیماری، ناتوانی، مرگ و ...) که توسط عامل زیستی در هدف مورد نظر ایجاد شده‌اند.

- انتقال‌پذیری: توانایی عامل زیستی برای انتقال مستقیم، غیرمستقیم (از طریق حامل‌هایی مانند غذا و وکتور) و یا هوایی (گرده، هسته یا گرد و غبار) از منبع یا مخزن به هدف مورد نظر.
- مقاومت (پایداری، بقا): مدت زمان دوام تأثیرگذاری عامل زیستی بر محیط.

توجه داشته باشید که بین میزان خطر و همه عوامل فوق، به جز گزینه‌های درمان، رابطه همبستگی مثبتی وجود دارد. رابطه همبستگی بین میزان خطر و گزینه‌های درمان نیز منفی است. به عبارت دیگر، هر چه گزینه‌های درمان متعددتر و یا اثربخش‌تر باشند، میزان خطر عامل زیستی نیز کمتر خواهد بود. از معیارهایی مشابه و استنباط‌های کارشناسان برای رده‌بندی تهدیدهای متعدد ناشی از عامل‌های زیستی استفاده شده است (Wade, ۲۰۰۱).

۲.۳. شناسایی خطر

در مرحله شناسایی خطر، برآوردهای لازم برای شناسایی عامل زیستی که انتخاب آن از سوی بیوتروریست‌ها محتمل‌تر است انجام می‌شود. در این برآورد، توانایی‌های بیوتروریست‌ها برای استفاده از عامل مد نظر، خطرات بالقوه عامل زیستی (توصیف خطر) با توجه به نیت بیوتروریست‌ها و میزان آسیب‌پذیری هدف در برابر عامل مد نظر مبنا قرار می‌گیرند. بررسی احتمال انتخاب عامل زیستی از سوی بیوتروریست‌ها با مقایسه سه دسته معیار صورت می‌گیرد که عبارتند از: (۱) توانایی‌های علمی و فنی مورد نیاز برای تهیه ایمن (تولید، جداسازی و کشت)، مدیریت (حمل و نقل و ذخیره‌سازی) و استفاده (انتشار) از عامل زیستی و توانایی‌های علمی و فنی بیوتروریست‌ها در این زمینه، (۲) منابع لجستیک، مالی و اطلاعاتی مورد نیاز برای تهیه عامل زیستی و دسترسی به هدف و منابع مرتبط در اختیار بیوتروریست‌ها و (۳) عوارض زیان‌بار مد نظر بیوتروریست‌ها (به عنوان تابعی از هدف نهایی) و ویژگی‌های مخاطره‌آمیز عامل زیستی. به صورت کلی، چنانچه در هر یک از این قیاس‌ها کفه ترازو به نفع بیوتروریست‌ها باشد، احتمال انتخاب عامل زیستی مد نظر نیز بالا خواهد بود. هر چه کفه ترازو در قیاس‌ها از میانه فاصله می‌گیرد و به بیوتروریست‌ها نزدیک‌تر می‌شود، احتمال انتخاب عامل زیستی افزایش می‌یابد و به همین ترتیب، احتمال آن که عامل برای تهدیدات واقعی و نه تهدیدات پوچ مورد استفاده قرار بگیرد نیز بیشتر می‌شود. این همان چیزی است که تهدید جدی را از تهدید توخالی تفکیک می‌کند.

فقدان تخصص علمی و فنی ممکن است به کاهش احتمال استفاده موفقیت‌آمیز از عامل زیستی منجر می‌شود. به عبارت دیگر، اگر توانایی‌های علمی و فنی بیوتروریست‌ها پایین‌تر از سطح توانایی‌های لازم برای استفاده از عامل زیستی باشند، احتمال آن که بیوتروریست‌ها خود از عامل زیستی آسیب ببینند در مقایسه با احتمال آسیب دیدن هدف مد نظرشان بیشتر است. بنابراین، بیوتروریست‌های عمل‌گرا باید اقدامات خاصی را در این زمینه انجام دهند. این اقدامات عبارتند از: (۱) انتخاب عامل زیستی که احتمال تحقق هدف مورد نظرشان را افزایش می‌دهد و ارتقای توانایی‌های علمی و فنی مورد نیاز و (۲) بازنگری انگیزه‌های ایدئولوژیک و انتخاب هدفی متناسب‌تر با عامل زیستی که توانایی‌هایشان امکان استفاده از آن را در اختیارشان قرار می‌دهد. معیارها و نظام رده‌بندی بیوتروریست‌ها، که ممکن است بر روند انتخاب عامل زیستی از سوی آن‌ها

تأثیرگذار باشند، با هدف کمک به فرایند پیش‌بینی عامل زیستی انتخابی توسط بیوتروریست‌ها ارائه شده‌اند (Wilson et al, ۲۰۰۰).

۳.۳. ارزیابی مواجهه

فرایند ارزیابی مواجهه، به بررسی مسیرهایی می‌پردازد که عامل زیستی باید برای رسیدن به نقطه انتشار به سمت هدف مد نظر بپیماید. در این مرحله، مقدار عامل زیستی که مسیر را تا رسیدن به هدف طی می‌کند نیز کمی‌سازی می‌شود. مواجهه زمانی آغاز می‌شود که یک عامل زیستی بر اثر اقدامی عامدانه در محیط و به سوی هدف مد نظر انتشار می‌یابد. احتمال وقوع انتشار عامدانه تابعی از سه عامل است که عبارتند از: (۱) در اختیار داشتن عامل زیستی مناسب که در مرحله شناسایی خطر بررسی می‌شود، (۲) برخورداری از توانایی‌های علمی و فنی مورد نیاز برای انتشار عامل زیستی و (۳) برخورداری از منابع مالی، لجستیک و اطلاعاتی مورد نیاز برای دسترسی به نقطه انتشار.

در شرایط ایده‌آل، عامل زیستی در نزدیک‌ترین فاصله ممکن به هدف انتشار می‌یابد و سپس، به صورت مستقیم از نقطه انتشار به سمت هدف حرکت می‌کند. احتمال رسیدن عامل زیستی به هدف به سه عامل بستگی دارد که عبارتند از: (۱) انتشار، (۲) شرایط محیطی مناسب در نقطه مورد نظر (شرایط زیست‌محیطی که عامل ذاتا برای رشد و بقای خود به آن‌ها نیاز دارد) و (۳) عدم ردیابی و توقف (توسط تمهیدات خنثی‌سازی فعال و شرایط محیطی نامساعد) پس از انتشار. مقاومت عامل زیستی (با توصیف خطر مقایسه کنید) تأثیر مهمی در توانایی این عامل برای زنده ماندن هنگام پیمودن مسیر از نقطه انتشار تا هدف دارد؛ زیرا عامل در حین طی مسیر، از شرایط محیطی متفاوتی عبور می‌کند. مقاومت عامل پیاده‌سازی فرایندهای همه‌گیر زمان‌بندی شده و گسسته و پراکنش طبیعی یا مصنوعی (توسط انسان؛ حمل نقل زمینی یا دریایی) عامل زیستی را در مناطق هدفی که هم از نظر زمانی و هم از نظر مکانی فاصله بسیار زیادی با نقطه انتشار اولیه دارند امکان‌پذیر می‌کند.

۳.۴. توصیف ریسک

در مرحله توصیف ریسک، اطلاعات گردآوری شده در مراحل پیشین ادغام می‌شوند تا احتمال وقوع عوارض زیان‌بار مورد نظر بیوتروریست‌ها در هدف برآورد شود. احتمال وقوع این عوارض تابعی از میزان مواجهه هدف با عامل زیستی (از مرحله ارزیابی مواجهه) و ظرفیت بالقوه بروز عوارضی خاص (به عنوان مثال، شیوع یا مرگ و میر) بر اثر مواجهه (توصیف خطر) است. تعداد عامل‌های زیستی مورد نیاز برای سرایت بیماری به صورت بالقوه بیشتر از یک است. با وجود این، در فرضیه اولیه این گونه استدلال می‌شود که اگر یک عامل به هدف دست پیدا کند، همان یک عامل برای ایجاد عوارض مد نظری که برای سلامتی زیان‌بار هستند کافی خواهد بود. این فرضیه محافظه‌کارانه را در صورتی می‌توان کنار گذاشت که داده‌های کمی مقدار واکنش مربوط به عامل زیستی مد نظر در دسترس باشند و فرایند ارزیابی مواجهه برای کمی‌سازی مقدار هدف اصلاح شده باشد.

۴. مدیریت ریسک

هدف نهایی تدوین مدلی کامل برای پیش‌بینی ریسک نیست. مدل‌های کامل پیش‌بینی‌کننده ریسک در حوزه بیوتروریسم را باید از همان ابتدا مدل‌هایی خام و نسجیده در نظر گرفت. بنابراین، هدف نهایی تدوین چارچوبی تدریجی است که گستره وسیع اطلاعات در دسترس درباره یک سناریو یا عامل زیستی خاص در آن جای داده می‌شود. البته، انتظار می‌رود که این مدل‌ها به صورت مستمر و با توجه به داده‌های جدید حاصل از پژوهش‌های علمی و اطلاعات امنیتی به‌روزرسانی و بهینه شوند. قرار دادن همه اطلاعات در یک چارچوب منسجم، تعیین دقیق‌تر شکاف‌های دانش (فاصله میان دانش موجود و دانش مطلوب) را امکان‌پذیر می‌سازد، کانون بحث مشترکی را برای کارکنانی که در رشته‌های مختلف دانشگاهی تحصیل کرده‌اند، فراهم می‌آورد؛ و شناخته‌ها و ناشناخته‌ها را به بهترین شکل ممکن توصیف می‌کند. علاوه بر این، چارچوب فوق برآوردهایی از هزینه - فایده پژوهش‌های پیشنهادی یا اقداماتی که با هدف گردآوری اطلاعات امنیتی انجام می‌شوند نیز ارائه می‌کند. این مدل‌ها حامی فرایند تصمیم‌گیری هستند؛ زیرا نه تنها ریسک‌های یک سناریوی خاص را برآورد می‌کنند بلکه، به تصمیم‌گیران امکان می‌دهند تا به آزمایش فرضیات و اجرای تحلیل‌های «چه اتفاقی می‌افتد اگر» برای سایر اقدامات خنثی‌سازی بپردازند و بدین

ترتیب، تهدیدهای جدی را محدود یا حذف کنند. علاوه بر این، چارچوب‌های مد نظر این امکان را در اختیار تصمیم‌گیران قرار می‌دهند تا راهبردهای خنثی‌سازی‌ای که آزمایش آن‌ها در محیط‌های «زنده» دشوار است را بررسی و مقایسه کنند (GAO, ۱۹۹۸).

۵. مدل جدید ارزیابی ریسک در حوزه بیوتروریسم

از زمان حملات ۱۱ سپتامبر سال ۲۰۰۱ میلادی، دولت آمریکا تلاش چشمگیری برای بهینه‌سازی رویکرد خود در زمینه ارزیابی ریسک‌های حوزه بیوتروریسم کرده است. به موجب دستور اجرایی شماره ۱۰ رئیس‌جمهور در زمینه امنیت داخلی^۳، وزارت امنیت داخلی موظف است تا هر دو سال یک بار ریسک‌های ناشی از تهدیدات بالقوه‌ی عامل‌های زیستی را که ممکن است در حملات بیوتروریستی در داخل آمریکا مورد استفاده قرار بگیرند، ارزیابی کند (GAO, ۱۹۹۸). وزارت امنیت داخلی نخستین مأموریت لازم‌الاجرای خود برای ارزیابی ریسک‌های حوزه بیوتروریسم^۴ را در سال ۲۰۰۶ میلادی به پایان رساند. در این ارزیابی، از یک مدل کامپیوتری استفاده شد. این مدل سطوح مختلف ریسک ناشی از انتشار عامدانه ۲۷ عامل بیماری‌زا و یک عامل مهندسی‌شده توسط بیوتروریست‌ها را برآورده کرده بود (Parnell et al., ۲۰۰۸). در ادامه، هر یک از عامل‌های بیماری‌زا بر مبنای سطح ریسک مرتبط رتبه‌بندی شدند. سطح ریسک نیز بر اساس احتمال وقوع رویداد و صدمات ناشی از آن تعیین می‌شود (Parnell et al., ۲۰۰۸).

بر اساس ادعای وزارت امنیت داخلی، ارزیابی انجام یافته در سال ۲۰۰۶ میلادی ریسک‌های بیوتروریستی را «از مرحله آغاز تا پایان» ارزیابی کرده است. نتایج این ارزیابی قرار بود در آینده در ارزیابی‌هایی به کار گرفته شود که درصدد شناسایی نقاط دفاعی آسیب‌پذیر آمریکا در مقابل عامل‌ها یا سناریوهای خاص هستند. بدین ترتیب، این فرایند به آمریکا در هدایت اقدامات پژوهشی و توسعه‌ای در زمینه خنثی‌سازی تهدیدهای زیستی کمک می‌کند. وزارت امنیت داخلی از شورای ملی پژوهش ۵ برای آزمودن ارزیابی سال ۲۰۰۶ میلادی و بررسی علمی و بی‌طرفانه آن کمک خواست (Parnell et al., ۲۰۰۸). شورای ملی پژوهش، کمیته‌ای را در زمینه بهبود روش‌های به کار گرفته شده توسط وزارت امنیت داخلی برای تحلیل ریسک‌های ناشی از عامل‌های زیستی تشکیل داد. این کمیته ایرادات متعددی را در ساختار بنیادین فرایند ارزیابی ریسک در حوزه بیوتروریسم شناسایی کرد. این نقص‌ها موارد متعددی را شامل می‌شدند؛ از ناتوانی در بازنمایی مناسب رفتار بیوتروریستی گرفته تا استفاده از مدل‌های احتمال به شدت پیچیده (NRC, ۲۰۰۸). شورای ملی پژوهش بر اساس ارزیابی خود پیشنهادهایی را به وزارت امنیت داخلی ارائه داد. در این پیشنهادات دقیق، راه‌هایی برای رفع محدودیت‌های فرایند ارزیابی ریسک در حوزه بیوتروریسم مطرح شده بودند (Parnell et al., ۲۰۰۸). این پیشنهادات در نسخه‌ای از فرایند ارزیابی ریسک در حوزه بیوتروریسم که در سال ۲۰۰۸ اجرا شد، لحاظ شده بودند. در نسخه سال ۲۰۰۸ میلادی از این فرایند، تهدیدهای مهندسی‌شده و کشاورزی نیز مورد بررسی قرار گرفته بودند (AAAS, ۲۰۱۰). وزارت امنیت داخلی قرار است در سال ۲۰۱۰ میلادی و طبق برنامه زمانی تعیین شده، نسخه جدیدی از فرایند ارزیابی ریسک در حوزه بیوتروریسم را به کاخ سفید ارائه دهد.

۶. نتیجه‌گیری

استفاده از پارادایم ارزیابی ریسک باعث می‌شود تا تصمیم‌گیران به درکی برسند که معمولاً با انجام بررسی‌های مقطعی و غیرنظام‌مند داده‌ها حاصل نمی‌شود. این درک ممکن است تنها ابزار نظام‌مند برای تفسیر تأثیر تغییرات یا گرایش‌ها پیش از به واقعیت پیوستن تهدیدات جدی باشد. برخی ترجیح می‌دهند پیش از دستیابی به میزان مشخصی (یا نامشخص) از قطعیت درباره قابلیت پیش‌بینی مدل، هیچ اقدامی برای ارزیابی ریسک به عمل نیاورند. این رویکرد اشتباه است. تصمیم‌های مربوط به مقابله با ریسک‌های بیوتروریستی نباید تا رسیدن به قطعیت علمی معلق بمانند. البته، چنانچه میزان عدم قطعیت بسیار زیاد

^۳ Homeland Security Directive ۱۰ (HSPD-۱۰)

^۴ Bioterrorism Risk Assessment (BTRA)

^۵ National Research Council (NRC)

باشد، تصمیمات نیز باید با احتیاط فراوان اتخاذ شوند. همان طور که در مدل ارزیابی ریسک نشان داده شده است، در نهایت، بهترین تصمیم باید بر مبنای اطلاعات موجود گرفته شود.

۷. منابع

AAAS, *Bioterrorism Risk Assessment, Monthly Meeting Hosted by the Center for Science, Technology, and Security Policy*, American Association for the Advancement of Science, Washington, DC, April ۸, ۲۰۱۰.

Bossi, P., et al., *Cell. Mol. Life Sci.*, ۶۳, ۲۱۹۳-۲۱۹۵ (۲۰۰۶).

Carus, S.W., *Bioterrorism and Biocrimes: The Illicit Use of Biological Agents Since ۱۹۰۰*, Center for Counterproliferation Research, National Defense University, Washington, DC, ۲۰۰۲.

CRS, *CRS Report for Congress: The Department of Homeland Security's Risk Assessment Methodology: Evolution, Issues, and Options for Congress*, ۲۰۰۷, <http://fpc.state.gov/documents/organization/۸۰۲۰۸.pdf>.

DHS, *Bioterrorism Risk Assessment, Biological Threat Characterization Center of the National Biodefense Analysis and Countermeasures Center (U)*, Fort Detrick, MD, ۲۰۰۶.

Falkenrath, R.A., Newman, R.D., and Thayer, B.A., *America's Achilles' Heel: Nuclear, Biological, and Chemical Terrorism and Covert Attack*, BCSIA Studies in International Security, MIT Press, Cambridge, MA, ۱۹۹۹, pp. ۱۶۷-۲۱۵.

GAO, *Combating Terrorism: Threat and Risk Assessments Can Help Prioritize and Target Program Investments*, GAO/NSIAD-۹۸-۷۴, Government Accounting Office, National Security and International Affairs Division, Washington, DC, ۱۹۹۸.

Giaccone, V. and Ferri, M., *Vet. Res. Commun.*, ۲۹(۲), ۱۰۱-۱۰۶ (۲۰۰۵).

Haas, C.N., *Risk Anal.*, ۲۲(۶), ۱۸۹-۱۹۳ (۲۰۰۲).

Hope, B.K., *Hum. Ecol. Risk Assess.*, ۱۰(۲) ۳۲۷-۳۴۷ (۲۰۰۴).

Koller, G.R., *Terrorism Risk Models—Relative and Absolute Risk. Risk Modeling for Determining Value and Decision Making*, Chapman & Hall/CRC Pres, Washington, DC, ۲۰۰۰, pp. ۲۱-۶۵.

Madden, L.V. and Scherm, H., "Epidemiology and Risk Assessment, A Symposium on Plant Pathology's Role in Anti-Crop Bioterrorism and Food Security," in *Joint American and Canadian Phytopathological Society Meeting*, August ۷-۱۱, ۱۹۹۹, Montreal, Canada.

Marks, H.M., Coleman, M.E., Lin, C.-T.J., and Roberts, T., *Risk Anal.*, ۱۸(۳), ۳۰۹-۳۲۸ (۱۹۹۸).

NRC, *Department of Homeland Security Bioterrorism Risk Assessment: A Call for Change, Committee on Methodological Improvements to the Department of Homeland Security's*

Biological Agent Risk Analysis, National Academies Press, Washington, DC, ۲۰۰۸, www.nap.edu/catalog.php?record_id=۱۲۲۰۶.

Parnell, G.S., Boiro, G.G., Banks, D., Wilson, A.G., *Bio Secur. Bioterror.*, ۶(۴), ۱-۴ (۲۰۰۸).

Pybus, O.G., Charleston, M.A., Gupta, S., Rambaut, A., Holmes, E.C., and Harvey, P.H. *Science*, ۲۹۲(۵۵۲۵), ۲۳۲۳-۲۳۲۵ (۲۰۰۱). Radosavljevic, V. and Belojevic, G., *Bio Secur. Bioterror.*, ۷(۴), ۴۴۳-۴۵۱ (۲۰۰۹).

Rodricks, J.V., *Amer. J. Epi.*, ۱۵۴(۱۲), S۷-S۱۲ (۲۰۰۱).

Rotz, L.D., Khan, A.S., Lillibridge, S.R., Ostroff, S.M., and Hughes, J.M., *Emerg. Infect. Dis.*, ۸(۲), ۲۲۵-۲۳۰ (۲۰۰۲).

Stern, P.C. and Fineberg, H.V., *Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society*, National Research Council, National Academy Press, Washington, DC, ۱۹۹۶.

Tucker, J.B., "Bioterrorism: Threats and Responses," in J. Lederberg, Ed., *Biological Weapons: Limiting the Threat. BCSIA Studies in International Security*, MIT Press, Cambridge, MA, ۱۹۹۹, pp. ۲۸۳-۳۲۰.

USDA, *Salmonella Enteritidis Risk Assessment for Shell Eggs and Egg Products. Final Report, Food Safety and Inspection Service*, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, ۱۹۹۸.

USEPA, *Guidelines for Ecological Risk Assessment. EPA/۶۳۰/R-۹۵/۰۰۲F, Risk Assessment Forum*, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, ۱۹۹۸.

USEPA, *Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume I, Human Health Evaluation Manual, Part A. Interim Final, EPA/۵۴۰/۱-۸۹/۰۰۲, Office of Emergency and Remedial Response*, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, ۱۹۸۹.

Wade, J., *Medical Risk Assessment of the Biological Threat, Contract No. SPO۷۰۰-۰۰-D-۲۱۸۰, Chemical Warfare/Chemical and Biological Defense Information Analysis Center, Defense Technical Information Center, Defense Information Systems Agency, Fort Belvoir, VA, ۲۰۰۱.*

Wilson, T.M., Logan-Henfrey, L., Weller, R., and Kellman, B., "Agroterrorism, Biological Crimes, and Biological Warfare Targeting Animal Agriculture," in C. Brown and C. Bolin, Eds., *Emerging Diseases of Animals*, American Society of Microbiology Press, Herndon, VA, ۲۰۰۰, pp. ۲۳-۵۷.