

## بیوتروریسم: تهدید پیشرفته در عصر معاصر

وحید اکملی\* و رضیه رشیدی ایل ذوله

کرمانشاه، دانشگاه رازی، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۲

### چکیده

بیوتروریسم شکل پیشرفته تری از تروریسم است که در دنیای امروز به عنوان یک تهدید واقعی، آشکار و پایدار تلقی می‌شود. در حالی که موجودات زنده نقش مهمی در طبیعت دارند، اما می‌توان از آنها برای اهداف مخرب در زمینه بیوتروریسم استفاده کرد. بیوتروریسم انتشار بین‌المللی یا استفاده عمدی از عوامل زیستی مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، مواد عفونی یا محصولات بیولوژیکی است که ممکن است در نتیجه بیوتکنولوژی، مهندسی شده باشد و برای ایجاد مرگ، بیماری یا سایر اختلالات بیولوژیکی در انسان، حیوان، گیاه یا سایر موجودات زنده برای تأثیرگذاری بر رفتار دولت یا ارباب یا اجبار یک جمعیت غیرنظامی استفاده شود. حوادث بیوتروریستی به شکل بیماری‌هایی رخ می‌دهد که در سراسر جهان گسترش می‌یابد و انسان‌ها، حیوانات و محصولات را از بین می‌برد. بیماری‌های شناخته شده مرتبط با حوادث بیوتروریسم شامل سیاه‌زخم، هاری، تولارمی، آبله، تب‌دنگی و کووید-۱۹ است، که برخی بین انسان و جانوران مشترک هستند و به آنها زئونوز گویند که می‌توانند به عنوان تهدید زیستی قلمداد شوند.

واژه‌های کلیدی: بیوتروریسم، سلاح‌های بیولوژیک، کووید-۱۹، زئونوزها، جنگ زیستی

\* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: v\_akmali@razi.ac.ir

### مقدمه

عوامل بیولوژیکی و شیمیایی ممکن است از طریق هوا، غذا یا آب پخش شوند. تروریست‌ها از عوامل زیستی استفاده می‌کنند زیرا تشخیص آنها اغلب دشوار است و شروع بیماری ممکن است ساعت‌ها تا روزها به تعویق بیفتد و پراکنش آنها افزایش یابد. عوامل بیوتروریسم یک انتخاب رایج برای تروریست‌ها هستند زیرا تولید و انتشار آنها آسان و ارزان است، و می‌توانند اثرات گسترده‌ای ایجاد کنند (5). مخرب‌ترین سناریوی بیوتروریسم، پراکنده‌سازی پاتوژن‌ها در هوا در یک منطقه متمرکز جمعیتی است. ویژگی‌هایی که یک پاتوژن خاص را در معرض خطر بیوتروریسم قرار می‌دهد عبارتند از: دوز عفونی کم، توانایی آئروسول شدن، مسری بودن بالا و بقا در شرایط مختلف محیطی. خطرناک‌ترین عوامل بالقوه بیوتروریسم شامل میکروارگانیسم‌هایی است که سیاه‌زخم، طاعون<sup>۲</sup>، تولارمی<sup>۳</sup> و آبله<sup>۴</sup> تولید می‌کنند. سایر بیماری‌های مورد علاقه بیوتروریسم عبارتند از

در جنگ بیولوژیک علیه یک هدف از سلاح‌های بیولوژیک استفاده می‌شود. بیوتروریسم به عنوان تهدید یا استفاده از یک عامل بیولوژیکی علیه انسان، حیوانات یا گیاهان توسط افراد یا گروه‌هایی با انگیزه‌های سیاسی، مذهبی، زیست‌محیطی یا سایر اهداف ایدئولوژیک تعریف می‌شود (1). سلاح‌های زیستی می‌توانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها یا سموم بیولوژیک باشند (2). جنگ زیستی، یا بیوتروریسم انتشار عمدی عوامل زیستی مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، سموم یا ویروس‌ها است که می‌تواند باعث بیماری و مرگ گسترده شود و اغلب برای ایجاد ترس استفاده می‌شود (3). این عوامل معمولاً در طبیعت یافت می‌شوند، اما ممکن است در آزمایشگاه تغییر داده شوند تا مقاومت آن‌ها در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها و توانایی انتشار در محیط افزایش یابد (4).

<sup>۱</sup> smallpox

<sup>۱</sup> Anthrax

<sup>۲</sup> Plague

<sup>۳</sup> Tularemia

قابل انتقال و گسترش هستند و می‌توانند تأثیر گذاری گسترده را بر روی جمعیت و منطقه جغرافیایی داشته باشند. حملات تروریستی در سراسر جهان نیازمند سرمایه‌گذاری مداوم جامعه در دفاع مناسب در برابر این رویدادهای غیر قابل پیش‌بینی و غیر منطقی است (13). پرداختن به تهدیدات سلاح‌های بیولوژیکی آینده و کاهش آن به دلیل پیشرفت در بیوتکنولوژی و علوم زیستی چالش برانگیز است. این پیشرفت‌ها امکان ایجاد سموم، عوامل زنده و تنظیم‌کننده‌های زیستی جدید را فراهم می‌آورد که نیازمند روش‌های تشخیص نوآورانه، اقدامات پیشگیرانه و درمان هستند. ماهیت استفاده دوگانه فناوری‌های بیولوژیکی، تلاش‌های اطلاعاتی با هدف پیش‌بینی و مقابله با چنین تهدیداتی را پیچیده می‌کند، به‌ویژه با توجه به این احتمال که دشمنان از انکار و فریب برای پنهان کردن فعالیت‌های غیرقانونی استفاده کنند.

پیامدهای حملات با سلاح‌های بیولوژیکی عمیق است و به طور بالقوه منجر به تلفات حاد، بیماری و ناتوانی طولانی مدت، آسیب‌های روانی و وحشت جمعی می‌شود. علاوه بر این، این حملات می‌تواند بخش‌های مهم اقتصاد را مختل کند و بر زندگی روزمره تأثیر بگذارد. با ایجاد اختلال در روابط تجاری بین‌المللی، چنین حملاتی می‌تواند پیامدهای جهانی گسترده‌ای نیز داشته باشد و جامعه بین‌المللی را درگیر خطرات بزرگی می‌کند (14).

این مطالعه به بررسی انواع سلاح‌های بیولوژیکی و بیماری‌های بیوترور می‌پردازد که در طول تاریخ به عنوان یک تهدید جدی شناخته شده‌اند. سلاح‌های بیولوژیکی، از جمله میکروب‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها و سموم طبیعی، از زمان‌های قدیمی در جنگ‌ها و تنش‌های بین‌المللی به کار رفته‌اند. این ابزارها به دلیل قابلیت‌های خاص خود برای انتقال بیماری و تحت تأثیر قرار دادن جامعه‌ها، همواره به عنوان یک تهدید جدی شناخته شده‌اند. با پیشرفت فناوری و فرآیندهای جدید در زمینه علوم زیستی، امروزه خطرات بیشتری به وجود آمده است که به کمک تکنولوژی‌های پیشرفته می‌توان سلاح‌های بیولوژیکی را تولید و منتشر کرد.

بروسلوز، ملیوئیدوز، تب کیو و آنسفالیت ویروسی<sup>۱</sup> تهدیدات ایمنی غذا و ایمنی آب یکی دیگر از موارد نگران‌کننده است (6).

قدرت، مقرون به صرفه بودن و سهولت ساخت سلاح‌های زیستی تهدیدی دائمی برای سلامت عمومی است و با وجود معاهدات بین‌المللی، مواردی از استفاده از سلاح‌های زیستی تاکنون گزارش شده است (7). هدف تروریسم همیشه مرگ و میر نیست، بلکه اغلب القای ترس است و عواملی مانند بوتولینوم و سم وبا را به دلیل پتانسیل آنها برای ایجاد وحشت گسترده و عوارض بالا جذاب می‌کند و این که هیچ دولتی نمی‌تواند به طور کامل برای چنین حمله‌ای آماده باشد، عوامل بیولوژیکی را به عنوان سلاح جذاب می‌کند (8). احتمال تلفات در مقیاس بزرگ ناشی از یک حمله بیولوژیکی یک نگرانی عمده است (9). سهولت دسترسی به پاتوژن‌های بیولوژیکی و پتانسیل استفاده از آنها در حملات تروریستی از عوامل کلیدی در تهدید سلاح‌های زیستی است (10). تخصیص سلاح‌های بیولوژیکی در جنگ و استفاده از آنها در حملات تروریستی با دسترسی آسان به طیف گسترده‌ای از پاتوژن‌های بیولوژیکی بیماری‌زا، مقرون به صرفه بودن آنها و توانایی آنها برای فرار از شناسایی با اقدامات امنیتی متعارف تسهیل می‌شود. علاوه بر این، پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های قابل دسترس به ظهور چنین سلاح‌هایی کمک می‌کند و پیامدهایی برای امنیت منطقه‌ای و جهانی به همراه دارد (11). با پیشرفت تکنیک‌های تحقیقاتی و بیوتکنولوژی، افزایش سهولت در ایجاد یا تغییر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای خطرناک می‌تواند به خطرات بیوتروریسم بالقوه منجر شود. همچنین، تخریب زیستگاه‌های طبیعی می‌تواند منجر به ظهور بیماری‌های جدیدی در انسان شود، زیرا این عمل ممکن است باعث آزاد شدن حیوانات و میکروب‌هایی شود که معمولاً در این مناطق به طور طبیعی جدا شده‌اند (12).

بیوتروریسم بویژه نگران‌کننده است به خاطر اینکه این اسلحه‌ها با سهولت تولید می‌شوند و نیازی به فناوری بسیار پیشرفته ندارند. علاوه بر این، عوامل بیولوژیک به راحتی

<sup>۱</sup>Q Fever  
<sup>۲</sup>Viral encephalitis

<sup>۳</sup>Brucellosis  
<sup>۴</sup>Glanders

در حالی که برخی از نویسندگان ادعا می‌کنند که جنگ زیستی ریشه‌های باستانی دارد، منابع تاریخی محدود است. یکی از مثال‌های قابل توجه استفاده از نوک پیکان‌های مسموم علیه دشمنان است که توسط Carus (2017) ذکر شده است (15). حادثه‌ای در طول جنگ پلوپونز در سال ۴۳۰ قبل از میلاد ثبت شده است که در آن آنتی‌ها به اسپارت‌ها مشکوک شدند که آب را مسموم کرده‌اند که منجر به یک بیماری همه‌گیر شده است. در قرن چهاردهم قبل از میلاد، هیتی‌ها، مردم آناتولی باستان، از تولارمی به عنوان یک سلاح زیستی استفاده می‌کردند. آنها قوچ‌های آلوده را برای دشمنان خود فرستادند و باعث گسترش عمدی بیماری شدند. علاوه بر این، هرودوت مورخ قرن پنجم قبل از میلاد، اشاره می‌کند که مردم سکاها از اجساد تجزیه شده برای آلوده کردن تیرهای خود برای اهداف جنگی استفاده می‌کردند. این مثال‌ها موارد اولیه استفاده بالقوه از عوامل بیولوژیکی در درگیری‌ها در دوران کلاسیک را ارائه می‌دهد (1). جدول شماره ۱ مثال‌هایی از استفاده از تاکتیک‌های جنگ بیولوژیکی و حملات زیستی در دوره‌های مختلف تاریخ را نشان می‌دهد (1-15-16-17-18-19).

به دلیل افزایش تنش‌های جهانی، بیوتروریسم یک تهدید واقعی و ابزاری بالقوه به عنوان جبر سیاسی تلقی می‌شود (20). بیوتروریسم انتشار عمدی یا تهدید به انتشار عوامل بیولوژیک (یعنی ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها یا سموم آنها) به منظور ایجاد بیماری یا مرگ در میان جمعیت انسانی یا محصولات غذایی و دام برای ایجاد وحشت در جمعیت غیرنظامی است. پنج مرحله فعالیت در مقابله با حمله بیوتروریستی عبارتند از مرحله آمادگی، مرحله هشدار اولیه، مرحله اطلاع‌رسانی، مرحله واکنش و مرحله بازیابی است (21).

اهمیت این مطالعه نیز به بررسی احتمال استفاده‌های بیولوژیکی توسط گروه‌های تروریستی به منظور ایجاد تهدیدات جدی و جهانی پرداخته است.

## روش کار

مقاله حاضر یک مقاله مروری می‌باشد که پس از جست و جو در سایتهای Elsevier, SID, Google scholar، سازمان جهانی بهداشت نگاشته شده است. در جست و جو از کلمات کلیدی biological warfare agent (BWA), Bioterrorism, Biowarfare استفاده شده است.

## تاریخچه

تکامل تاریخی رویدادهای مربوط به بیوتروریسم و جنگ زیستی پیچیده است و تمدن‌های مختلف را در بر می‌گیرد. منابع پراکنده و گاه گمانه‌زنی‌هایی وجود دارد که در تاریخ باستان از عوامل بیولوژیکی به عنوان سلاح زیستی استفاده شده است. بطور کلی تاریخچه‌ی جنگ بیولوژیک به سه دوره تقسیم شده است. دوره اول شامل زمان‌های باستان تا ۱۹۰۰ میلادی است و در این دوره باور بر این بود که میکروب‌ها عامل اصلی بسیاری از بیماری‌ها هستند. دوره دوم از ۱۹۰۰ تا ۱۹۴۵ میلادی را در بر می‌گیرد که در آن سلاح بیولوژیکی توسط بازیگران غیردولتی و در جنگ جهانی‌ها مورد استفاده قرار گرفت. آلمان اولین عمل تروریسم زیستی دولتی را در این دوره آغاز کرد. دوره سوم از ۱۹۴۵ تا حال حاضر است و دوران جنگ سرد را در بر می‌گیرد، که آمریکا و شوروی از پیشرفت‌های بیولوژیکی در این دوره استفاده کردند (14).

جدول ۱- تاریخچه رویدادهای بیوتروریسم را نشان می‌دهد.

سال	رویداد
قبل از میلاد	هیتی‌ها از تاکتیک‌های جنگ بیولوژیکی بهره‌مند بودند؛ به عنوان مثال، قوچ‌های آلوده به تولارمی را برای دشمنان خود می‌فرستادند. کمانداران سکایی تیرهای خود را با فرو بردن آنها در جسد در حال تجزیه آلوده می‌کردند.

<sup>4</sup>non-state actors  
<sup>5</sup>The Peloponnisos War

بارباروسا <sup>۱</sup> وارد کردن بقایای انسانی به چاه‌های آب در تورتونای ایتالیا، آنها را آلوده می‌کردند.	۱۱۵۵
مغول‌ها اجساد قربانیان طاعون را بر روی دیوارهای شهر محاصره شده کافا (کریمه) پرتاب کردند.	۱۳۴۶
ارتش لیتوانی کود تهیه شده از قربانیان آلوده را به شهر کارولشتاین (بوهمیا) پرتاب کرد.	۱۴۲۲
یک اسپانیایی شراب را با خون بیماران جذامی مخلوط کرد تا به دشمنان فرانسوی خود در ناپل (ایتالیا) بفروشد.	۱۴۹۵
ارتش لهستان بزاز سگ‌های هار را به سمت دشمنان خود شلیک می‌کرد.	۱۶۵۰
ارتش روسیه با استفاده از منجنیق، اجساد مبتلا به طاعون را بر سر سربازان سوئدی در شهر روال <sup>۲</sup> پرتاب می‌کردند.	۱۷۱۰
افسران بریتانیایی پتوهای بیمارستانی مبتلایان به آبله را بین بومیان آمریکا توزیع کردند.	۱۷۶۳
ارتش‌های ناپلئونی به منظور تسریع شیوع مالاریا در میان دشمنان خود، ماتوا ایتالیا را با سیلاب کردن مزارع، محاصره کردند.	۱۷۹۷
کنفدراسیون‌ها لباس‌هایی از بیماران مبتلا به تب زرد و آبله را به سربازان اتحادیه در طول جنگ داخلی آمریکا می‌فروختند.	۱۸۶۳
جنگ جهانی اول: (۱۹۱۴-۱۹۱۸) نیروهای آلمانی با فروش الاغ‌ها و اسب‌های آلوده به متحدان خود، و آلوده کردن حیوانات با سیاه زخم به رومانی و سپس روسیه، به جنگ زیستی پرداختند. همان حیوانات بیمار بعداً به ارتش هند و بریتانیا فروخته شد. علاوه بر این، نیروهای آلمانی تلاش کردند وبا را در ایتالیا و طاعون را در سن پترزبورگ گسترش دهند.	
ارتش ژاپن برای مطالعه شیوع وبا و تیفوس، چاه‌های آب روستاهای چین را مسموم کرد. علاوه بر این، نیروهای ژاپنی یک مرکز تحقیقات جنگ بیولوژیکی مخفی به نام واحد ۷۳۱ در منچوری را اداره می‌کردند که در آن اسیران جنگی تحت پوشش واکسیناسیون در معرض موادی بودند که باعث سیاه زخم، طاعون، قانقاریا گازی <sup>۳</sup> ، وبا، اسهال خونی و مننژیت می‌شد.	جنگ جهانی دوم: (۱۹۴۵-۱۹۳۹)
آغاز تحقیقات سلاح‌های بیولوژیک توسط ایالات متحده و اتحاد جماهیر شوروی. امضای معاهده منع تولید، ذخیره‌سازی و استفاده از سلاح‌های بیولوژیک و توکسین‌ها (BWC) در سال ۱۹۷۲.	جنگ سرد (۱۹۴۷- ۱۹۹۱)
شیوع بیماری‌هایی مانند HIV/AIDS که نگرانی‌ها درباره بیوتروریسم را افزایش داد. استفاده از عوامل بیولوژیکی توسط گروه‌های مسلح در مناطق بحران‌زده و جنگ‌های داخلی.	دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰
نامه‌های آلوده به باکتری آنتراکس و ارسال به نمایندگان کنگره ایالات متحده که منجر به مرگ پنج نفر شد. ظهور بیماری‌های جدید مانند کووید-۱۹ و افزایش نگرانی‌ها درباره تهدیدات بیولوژیکی.	دهه ۲۰۰۰ به بعد

عنوان دوره تأخیر شناخته می‌شود. این دوره می‌تواند به مجرم فرصت بیشتری برای فرار یا اجرای دیگر اقدامات فراهم کند. ۴- انتقال فرد به فرد: برخی از بیماری‌های ناشی از سلاح‌های بیولوژیک می‌توانند به سرعت از یک فرد به فرد دیگر منتقل شوند، این موضوع می‌تواند بر دستیابی به هدف و تقویت برد موثر تأثیرگذار باشد. ۵- افزایش وحشت و اضطراب: اثرات ناشی از سلاح‌های بیولوژیک می‌تواند بسیار ترسناک باشد و در جمعیت اضطراب و وحشت ایجاد کند. این اثرات ممکن است خارج از تناسب با اثرات فیزیکی

عوامل بیوتروریسم ممکن است به عنوان "سلاح‌های ترور جمعی" در نظر گرفته شوند. مزایای سلاح‌های بیولوژیک نسبت به تسلیحات متعارف یا هسته‌ای شامل: ۱- هزینه نسبتاً کم توسعه و تولید سلاح‌های بیولوژیک که این امر می‌تواند برای گروه‌های تروریستی با منابع محدود جذاب باشد. ۲- این سلاح‌ها را می‌توان به صورت مخفیانه به دلیل یک دوره تأخیر بالینی متغیر گسترش داد، بنابراین به مجرم این فرصت را می‌دهد که در صورت تمایل فرار کند. ۳- دوره تأخیر: زمان لازم برای ظاهر شدن علائم بیماری به

<sup>۱</sup>Barbarossa  
<sup>۲</sup>Reval  
<sup>۳</sup>gas gangrene

(24) بررسی‌های متخصصان تسلیحات زیستی روسی نشان داده که اکثر پاتوژن‌ها، به ویژه آنهایی که در جنگ‌های زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرند، زئونوز هستند. این بیماری‌ها شامل پاتوژن‌های باکتریایی، ویروسی، قارچی، ریکتزیا، کلامیدیا، و سایر عوامل بیماری‌زا می‌شوند که می‌توانند از طریق تماس مستقیم با حیوانات آلوده، یا تماس با اشیاء و محیط‌های آلوده منتقل شوند (1). یک ارزیابی منتشر شده در مجله انجمن پزشکی آمریکا نشان داده که ۸۰ درصد از عوامل بیماری‌زای رایج برای جنگ‌های زیستی در دسته زئونوزها قرار می‌گیرند (7). بیماری‌های عفونی نوظهور نیز اغلب منشأ حیوانی دارند و می‌توانند به اپیدمی‌های مشترک بین انسان و دام منجر شوند. برخی از این عوامل به دلیل پتانسیل بالای بیماری‌زایی و قابلیت انتقال، به عنوان «عوامل منتخب» شناخته شده‌اند که تهدیدی جدی برای سلامت انسان و حیوانات و همچنین محصولات کشاورزی به شمار می‌روند (25).

#### طبقه بندی عوامل بیولوژیک مورد استفاده در بیوتروریسم

عوامل بیوتروریست مهم بر اساس اولویت عوامل برای ایجاد خطر برای امنیت ملی و سهولت انتشار آنها به عنوان A، B و C طبقه بندی شده‌اند. عوامل رده A شامل میکروارگانیسم‌ها یا سمومی است که به دلیل ویژگی‌هایشان، از جمله سهولت انتشار، نرخ مرگ و میر بالا، پتانسیل تأثیر عمده بر سلامت عمومی، توانایی ایجاد وحشت عمومی و اختلال اجتماعی، در اولویت بالایی قرار دارند که نیاز به توجه ویژه به بهداشت عمومی است. عوامل رده A فهرست شده عبارتند از: سیاه زخم، بوتولیسم (سم)، طاعون، آبله (بیشتر پاتوژن انسانی)، تولارمی، و تب‌های خونریزی دهنده ویروسی. قابل ذکر است که بیشتر این عوامل هم در حیوانات و هم در انسان‌ها دیده می‌شود و بر اهمیت همکاری جوامع پزشکی و دامپزشکی در مقابله با تهدیدات بیوتروریسم تأکید می‌کند (1). رده B دارای سمیت کمتری با طیف وسیع تری است، از جمله آنترتوکسین استافیلوکوکی نوع B<sup>1</sup> (SEB)، سم اپسیلون کلستریدیوم

آنها باشد. ۶- سهولت تولید و انتشار: تولید و انتشار سلاح‌های بیولوژیک به نسبت آسانتر است، به خصوص از طریق مسیر آئروسول، که می‌تواند انتشار سریع و گسترده‌ای فراهم کند. ۷- ثبات در ذخیره‌سازی و تحویل: برخی از عوامل بیولوژیک می‌توانند در شرایط ذخیره‌سازی و تحویل ثبات داشته باشند، که این امر می‌تواند راه‌هایی برای استفاده مؤثر از آنها فراهم کند. ۸- وحدت بالینی: اگر یک سلاح بیولوژیک توانایی اثربخشی در گروه‌های جمعی را داشته باشد، ممکن است افزایش وحدت بالینی آن به عنوان یک سلاح جدید را تسهیل کند (20). هر چند که این مزایا ویژگی‌های خطرناک سلاح‌های بیولوژیک را نشان می‌دهند، اما جوانب منفی، خطرات برای جوامع و پیچیدگی‌های اجتماعی و بین‌المللی مرتبط با آنها نیز می‌تواند جداگانه مورد بررسی قرار گیرد.

تهدیدات بیولوژیک به عنوان یکی از ابزارهای جنگی با خطرات جدی برای جامعه و سلامت انسان‌ها همراه است. در این مقاله، به برخی از عوامل بیولوژیک بالقوه که به عنوان سلاح در جنگ مورد استفاده قرار می‌گیرند، اشاره می‌شود. یکی از مشخصات مهم این عوامل، توانایی تبدیل به ذرات آئروسول با اندازه یک تا پنج میکرومتر است تا بتوانند در هوا شناور باقی بمانند و به آلوئول‌های ریه‌های انسان وارد شده و جذب شوند. این آئروسول‌ها می‌توانند به وسیله پخش خطی یا پخش نقطه‌ای (توسط اسپری‌کننده‌ها یا موشک‌ها) وارد محیط شوند. علاوه بر راه تنفسی، عوامل بیولوژیک ممکن است از طریق راه دهانی (آلودگی غذا و آب) و راه پوستی نیز به انسان‌ها نفوذ کنند. بیماری‌های ایجاد شده توسط این عوامل می‌تواند به شدت مخرب می‌باشد و در صورت استفاده گسترده، باعث مرگ یا ناتوانی جمعیت هدف می‌شود (22).

#### بیماری‌های زئونوز و استفاده از آنها در تسلیحات زیستی

اصطلاح "Zoonoses" به بیماری‌هایی اشاره دارد که به طور طبیعی از حیوانات به انسان و بالعکس منتقل می‌شوند (23). بیش از ۶۰ درصد از پاتوژن‌های انسانی از این نوع هستند و پتانسیل زیادی برای استفاده در جنگ‌های زیستی دارند

<sup>1</sup>Staphylococcal enterotoxin B (SEB)

کوکسیلا برونتی (تب کیو) می‌باشد. عوامل ویروسی شامل عامل بیماریهای تب خونریزی دهنده کریمه کنگو (CCHF)<sup>۱</sup>؛ تب های هموراژیک ویروسی، ابولا، آبله، ویروس آلفا (عامل انسفالیت اسبی ونزوئلایی یا VEE)، تب دره ریفت<sup>۲</sup> (RVF)، کووید-19 و قارچ ها شامل مایکوتوکسین تریکوتسن است، و از ریکتزیا عامل تب کیو می‌توان نام برد.

## ۲- سلاح های مبتنی بر سموم بیولوژیکی

این سلاح ها از سم موجود در طبیعت به عنوان یک سلاح بیولوژیکی استفاده می‌کنند. به طور کلی، سموم بیولوژیکی به طور قابل توجهی مضرتر از سموم تولید شده توسط انسان هستند. سم زیستی یک ماده سمی است که ساختار پروتئینی دارد و توسط یک موجود زنده تولید می‌شود. یکی از کشنده ترین مواد شناخته شده هستند که سم بوتولینوم به عنوان کشنده ترین آنها گزارش شده است. بسیاری از ارگانسیم ها (حیوانی، گیاهی، باکتری) مواد سمی برای سایر موجودات تولید می‌کنند (30). سموم مولکول‌های زیستی هستند که توسط باکتری‌ها، قارچ‌ها، حشرات، گیاهان، مهره‌داران و حیوانات بی‌مهرگان تولید می‌شوند که عمدتاً برای اهداف دفاعی هستند. این مولکول ها با استنشاق، تزریق، بلع یا جذب، اثرات مضر را در سایر موجودات زنده ایجاد می‌کنند (31). بسیاری از آنها بر روی سیستم عصبی تأثیر می‌گذارند و هدایت تکانه های عصبی را مختل می‌کنند، به عنوان مثال با مسدود کردن آزاد شدن انتقال دهنده عصبی استیل کولین و در نهایت انقباض عضلانی (سم بوتولینوم). در دوزهای زیر کشنده، اثری که این امر ایجاد می‌کند موقتی است. سموم دیگر باعث آسیب به غشای سلولی و در نتیجه اختلال در عملکرد بافت ها و اندام ها می‌شوند. اثرات چنین سمومی اغلب غیرقابل برگشت است و باعث آسیب دائمی به سلامتی می‌شود. سموم بیولوژیکی برای تروریست ها برای استفاده در اقدامات بیوتروریسم بسیار جذاب هستند. دلیل اول این است که بسیاری از سموم بیولوژیکی را می‌توان به راحتی به دست آورد. سیستم های کشت باکتری ساده و تجهیزات استخراج مخصوص سموم گیاهی ارزان و

پرفرنجنس، ریسین، ساکسوتوکسین ها، آبرین و مایکوتوکسین های تریکوتسن. دسته C شامل پاتوزن های نوظهور است که می‌تواند برای گسترش انبوه نیز مهندسی شوند مانند ویروس هانتا، سل مقاوم به چند دارو، ویروس نیپا، ویروس های آنسفالیت منتقله از کنه، ویروس های تب خونریزی دهنده و تب زرد (26).

## انواع سلاح های بیولوژیکی

عوامل بیولوژیک به عنوان سلاح های کشتار جمعی<sup>۳</sup> (WMD) در نظر گرفته می‌شوند. زیرا استفاده از آنها ممکن است منجر به عوارض و مرگ و میر در مقیاس بزرگ شود. که در یک مدل فرضی تحت حمایت سازمان بهداشت جهانی برآورد تلفات حاصل از رهاسازی عمدی ۵۰ گرم آئروسول هاگ سیاه زخم در جهت باد از یک مرکز جمعیتی ۵۰۰۰۰۰ نفری (مشابه در یک منطقه شهری متوسط)، ممکن است نزدیک به ۲۰۰۰۰۰ نفر باشند. سلاح های بیولوژیک دارای خواص منحصر به فردی در میان همه سلاح های کشتار جمعی هستند. برخلاف سایر سلاح‌ها، بیشتر عوامل بیولوژیک با یک دوره تاخیر بالینی از روزها تا هفته‌ها همراه هستند، در این مدت افراد در معرض تماس بدون علامت هستند و تشخیص زود هنگام را دشوار می‌کند. ترکیبات متعددی می‌توانند به عنوان سلاح های بیوتروریسم علیه انسان ها و حیوانات مورد استفاده قرار گیرند. انسان از طریق مواد غذایی و آب که در معرض عوامل مشترک بین انسان و دام و انگل قرار دارد که می‌تواند منجر به انواع بیماری ها و نگرانی ها شود (1).

امروزه انواع مختلفی از سلاح‌های بیولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، که به شرح زیر است:

### ۱- سلاح های بیولوژیکی مبتنی بر میکروارگانسیم ها

از جمله می‌توان به انگل ها، ریکتزیا، ویروس ها، قارچ ها و باکتری ها اشاره کرد (27-28-29). عوامل باکتریایی از قبیل باسیلوس آنتراسیس (سیاه‌زخم)، بروسلا سوئیس (تب مالت)، ویبریو کلرا (وبا)، بورخولدريا مالئی (مشمشه)، یرسینیا پستیس (طاعون)، فرانسیسلا تولارنسیس (تولارمی)،

<sup>۱</sup>Venezuelan Equine Encephalitis  
<sup>۲</sup>Rift Valley fever

<sup>۳</sup>Weapon of mass destruction (WMD)  
<sup>۴</sup>Crimean Congo Hemorrhagic Fever

کرد (38-39). انواع خاصی از سموم را می‌توان از نظر شیمیایی تغییر داد تا سمیت آنها افزایش یابد یا مقاومت در برابر واکنش‌ها یا آنتی‌بیوتیک‌ها ایجاد شود (1).

مایکوتوکسین‌ها متابولیت‌های سمی هستند که توسط گروه‌های متفاوتی از قارچ‌ها تولید می‌شوند، یعنی توسط قارچ‌های موجود در همه جا از جنس *Aspergillus*، *Claviceps*، *Alternaria*، *Fusarium*، *Penicillium* برخی از مایکوتوکسین‌ها می‌توانند به عنوان سلاح‌های بیوتروستی استفاده شوند. خطر چنین حمله‌ای در حال حاضر واقعی در نظر گرفته می‌شود زیرا قرار گرفتن در معرض مایکوتوکسین‌ها می‌تواند طیف گسترده‌ای از اثرات بیولوژیکی نامطلوب از جمله همور راژیک، کبدی، نفروتوکسیک، نوروکسیک، استروژنیک، تراژونیک، جهش‌زا و سرطان‌زا داشته باشد. مایکوتوکسین‌ها به عنوان عوامل جنگ شیمیایی برای اقدامات خرابکارانه مناسب هستند، زیرا استفاده از آنها با علائم هشدار دهنده اولیه مانند انفجار، آتش سوزی یا بوهای مشکوک همراه نیست و به دلیل اینکه هیچ سیستم تشخیص و هشدار در زمان واقعی برای این سموم وجود ندارد. بنابراین، دلیلی برای فرار وجود نخواهد داشت و پس از آشکار شدن علائم مسمومیت، درمان برای انجام آن بسیار دیر می‌شود. به نظر نمی‌رسد که سوء استفاده از مایکوتوکسین‌ها برای اهداف جنگ بیولوژیکی یک تهدید تئوریک صرف باشد. شواهدی وجود دارد که دانشمندان عراقی در دهه ۱۹۸۰ در حال تولید آفلاتوکسین به عنوان بخشی از برنامه جنگ زیستی عراق بودند (38). انتروکسین استافیلوکوکی B (SEB) یکی از نه انتروکسین تولید شده استافیلوکوکوس اورئوس است که به عنوان یک عامل تهدید بیوتروسم برای جمعیت نظامی و غیرنظامی نگرانی دارد. این یک سم بسیار قوی است که توسط استافیلوکوکوس اورئوس تولید می‌شود. این سم می‌تواند بیماری طولانی مدت بسیار ناتوان‌کننده در دوزها بسیار کم استنشاقی و مرگ در دوزهای بالا ایجاد کند. نگرانی‌های مربوط به SEB با فقدان اقدامات متقابل پزشکی مؤثر برای درمان انبوه جمعیت‌های آسیب‌دیده تشدید

به راحتی در دسترس هستند و حتی می‌توان آنها را در خانه ساخت. بسیاری از سموم با تداخل در انتقال تکانه‌های عصبی، سیستم عصبی پستانداران را تحت تأثیر قرار می‌دهند که به آنها پتانسیل بالایی در حملات بیوتروستی می‌دهد. برخی دیگر مسئول مسدود کردن متابولیسم سلولی اصلی هستند که باعث مرگ سلولی می‌شود (32-33). علاوه بر این، اکثر سموم بسیار سریع عمل می‌کنند و در دوزهای پایین  $LD_{50} \approx 25 \text{ mg/kg}$  که اغلب کمتر از عوامل جنگی شیمیایی هستند، کشنده هستند. بسیاری از سموم تولید شده توسط گیاهان و میکروارگانیسم‌های مختلف بسیار سمی هستند. بنابراین، آنها ممکن است یک سلاح بیولوژیکی بالقوه برای استفاده تروریستی یا نظامی باشند. سموم بیولوژیکی به عنوان نوروکسین بوتولینوم، ریسین و آبرین گروه منحصر به فردی از ترکیبات هستند که توسط مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌های ایالات متحده (CDC) به عنوان عوامل بالقوه سلاح‌های بیولوژیکی فهرست شده‌اند (34). در مقایسه با پاتوژن‌ها، سموم بیولوژیکی نیز به عنوان عوامل بیوتروسم طبقه بندی می‌شوند، آنها عفونی نیستند و تکثیر نمی‌شوند (35-36). سموم در سلامت، غذا و در بخش امنیت قابل توجه هستند. برخی از آنها با مسمومیت‌های طبیعی مرتبط هستند. آنها عوامل ایجادکننده بسیاری از مسمومیت‌های غذایی هستند که به عنوان مثال توسط انتروکسین‌های استافیلوکوکی ایجاد می‌شوند (37). با این حال، آنها به دلیل دوزهای کشنده، بسیار خطرناک هستند. پارامتر پتانسیل کشنده در یک سم بیولوژیکی بر حسب مقدار ماده مورد نیاز برای کشتن ۵۰ درصد از گروهی از حیوانات آزمایشی (معمولاً موش) اندازه‌گیری می‌شود. این به عنوان  $LD_{50}$  نوشته شده است (37). سموم بیولوژیکی برای مدت طولانی توسط انسان استفاده شده است. اولین اطلاعات در مورد سموم طبیعی و برخی دستورالعمل‌ها در مورد تهیه آنها را می‌توان در پاپیروس ایبرس یافت که تاریخ آن به حدود ۱۵۰۰ قبل از میلاد این مقاله به بسیاری از گیاهان حاوی مواد سمی نگاه می‌کند و در سال ۵۰ ق.م. دیوسکوریدس در کتاب *Materia Medica*، سموم را بسته به منشأ آنها به سموم گیاهی، حیوانی و معدنی طبقه بندی

<sup>1</sup>Ebers Papyrus

<sup>2</sup>Median lethal dose

<sup>3</sup>Centers for Disease Control and Prevention

شده است. این اصلاحات شامل قرار دادن ژن‌های ابولا در آبله نیز می‌شوند. اتفاقات مهمی چون حمله بیوتروریسم سالمونلا راجنیش در سال ۱۹۸۴ و اختلافات مربوط به آنفولانزای قابل انتقال مهندسی شده H5N1<sup>۲</sup> نشان‌دهنده پیامدهای واقعی علم استفاده دوگانه هستند. این عملیات اصلاح ژنتیکی، با استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته، توانمندی جدیدی به حوزه بیوتکنولوژی و دامنه وسیعی از امکانات در زمینه ساخت و انتقال بیماری‌ها افزوده است. برای جلوگیری از هر گونه سوءاستفاده یا تهدید به امنیت جهانی، لازم است تا این تحولات با دقت نظارت شوند و استانداردهای امنیتی در این زمینه رعایت گردد-42 (43). گروه JASON که در سال ۱۹۹۷ تأسیس شد، پاتوژن‌های بالقوه مهندسی ژنتیک شده را به عنوان یکی از شش گروه گسترده‌ای که تهدیدات آینده را در بر می‌گیرد، طبقه بندی کرده است. این تهدیدها شامل سلاح‌های بیولوژیکی دوتایی، ژن‌های طراح، ژن درمانی به‌عنوان یک سلاح، ویروس‌های پنهان‌کاری، بیماری‌هایی با قابلیت تعویض میزبان‌ها و بیماری‌های طراح می‌باشند (41). شکل ۱ دوره زمانی تأثیر بیوتکنولوژی را بر تهدید جنگ بیولوژیکی توصیف می‌کند (شکل ۱). این شکل دوره زمانی سطح تهدید نسبی ارائه شده توسط عوامل طبیعی باکتریایی و ویروسی، عوامل اصلاح شده ژنتیکی (مانند باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک) و عوامل بیولوژیکی پیشرفته (عوامل جدید BW ایجاد شده با استفاده از کاربردهای بیوتکنولوژیک) را نشان می‌دهد (44).

پتانسیل استفاده نادرست از فناوری DNA نوترکیب در جنگ بیولوژیکی و بیوتروریسم یک نگرانی قابل توجه است (45). این فناوری، زمانی که برای ایجاد ویژگی‌های بیماری‌زا جدید به کار می‌رود، می‌تواند منجر به توسعه سلاح‌های بیولوژیکی بسیار قوی و مقاوم شود (41). استفاده تاریخی از سلاح‌های بیولوژیکی بر تهدید کنونی و نیاز متخصصان مراقبت‌های بهداشتی به آشنایی با زمینه‌های بالینی و تاریخی این سلاح‌ها تأکید می‌کند (46). افزایش خطر ناشی از میکروارگانیزم‌های مختلف به عنوان سلاح‌های

میشود (39). در ۷ سپتامبر ۱۹۷۸، ۴۹ ساله تبعیدی بلغاری به نام گئورگی مارکوف در ایستگاه اتوبوسی در لندن مورد اصابت نوک چتر قرار گرفت. روز بعد او با وضعیت شدیدی در بیمارستان بستری شد که به سرعت رو به وخامت رفت و ۴ روز بعد به مرگ وی ختم شد. در کالبد شکافی یک گلوله کوچک از ران او خارج شد. بر اساس سیر بالینی و ابعاد گلوله، نتیجه‌گیری شد که مارکوف با استفاده از سم ریسین ترور شده است (40).

### ۳- مواد شیمیایی

#### که تحت مهندسی ژنتیک یا اصلاح قرار گرفته اند

در قرن حاضر، پیشرفت‌های زیست‌شناسی و بیوتکنولوژی پیش‌بینی می‌شود که تحولات عمیقی را در جوامع و زندگی روزمره ما ایجاد کند. با این حال، مفهوم "زیست‌شناسی سیاه"<sup>۳</sup>، به عنوان زیرمجموعه‌ای از بیوتکنولوژی که به طور بالقوه می‌تواند برای ساخت سلاح‌های بیولوژیکی به کار رود، به عنوان یکی از جدی‌ترین تهدیداتی که ما با آن روبرو هستیم برجسته است. مهندسی ژنتیک فرآیندی است که در آن انسان برای انتقال ژن‌های عملکردی (DNA) بین دو موجود بیولوژیکی مداخله می‌کند. این روش در قلمروهای (BT/BW<sup>۳</sup>) فناوری بیولوژیکی/جنگ بیولوژیکی کاربرد پیدا می‌کند تا باعث ایجاد صفات بیماری‌زای جدید شود. این صفات طیفی از افزایش بقا و افزایش عفونت‌پذیری تا دستیابی به حداکثر تراکم جمعیت، مقاومت دارویی و ویژگی‌های مختلف دیگر را در بر می‌گیرد. ارگانیزم‌هایی که ویژگی‌های اصلاح شده را نشان می‌دهند به عنوان "نسل بعدی" سلاح‌های بیولوژیکی معرفی می‌شوند (41).

در زمینه بیماری‌های عفونی، دو دسته اصلی از تحقیقات وجود دارند که به ژنومیک مصنوعی و اصلاح ژنتیکی پاتوژن‌ها مرتبط هستند. اوایل سال ۲۰۰۲، نخستین ویروس مصنوعی به وجود آمد و بیش از ۵۰ شرکت خصوصی غیرقانونی در ایالات متحده، چین و اروپا در این زمینه فعالیت می‌کنند. این تحولات نشان از اهمیت و گستردگی این زمینه در جهان دارد. علاوه بر این، اصلاح ژنتیکی پاتوژن‌ها از زمان برنامه سلاح‌های زیستی شوروی شروع

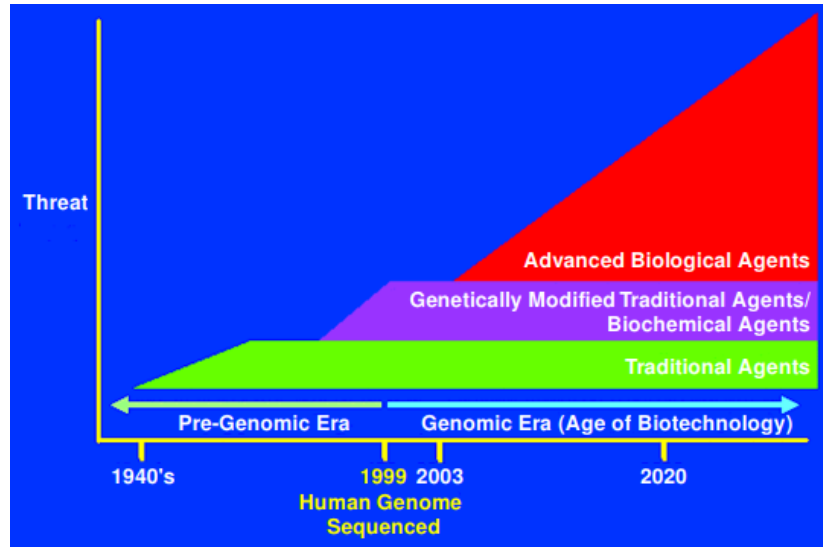
<sup>۲</sup>Type-5 hemagglutinin (H) protein and a type-1 neuraminidase (N) protein.

<sup>۳</sup>Biological Technology  
<sup>۳</sup>Biological Warfare

## نتیجه گیری

بیوتروریسم یا تروریسم بیولوژیکی یک تهدید جدی برای امنیت جامعه و سلامت عمومی است.

بیولوژیکی، و پتانسیل توسعه و تولید آنها برای ساده سازی از طریق بیوتکنولوژی و بیوشیمی، بیشتر بر نیاز به درک و کنترل تکثیر آنها تأکید می کند (47).



شکل ۱- دوره زمانی تأثیر بیوتکنولوژی بر تهدید جنگ بیولوژیکی.

سایر فناوری‌های مرتبط می‌شود. این پیشرفت‌ها به عنوان ابزارهایی برای انجام اقدامات بیوتروریستی و تهدید امنیتی به کار می‌روند. بیوتروریسم در عصر حاضر شامل استفاده از این فناوری‌ها به منظور انجام حملات بیولوژیکی، تهدید جوامع و ایجاد ترس و وحشت می‌شود. برخی از مثال‌های اخیر از بیوتروریسم شامل استفاده از ویروس‌ها، باکتری‌ها، سموم شیمیایی یا فناوری‌های بیولوژیکی برای انجام حملات و تهدیدات بیولوژیکی است. پاتوژن‌های اصلاح شده ژنتیکی و عوامل بیولوژیک جدید ممکن است چالش‌های پیچیده‌ای برای دفاع زیستی ایجاد کنند. تحقیقات در زمینه ژنوم انسان، تقویت سیستم ایمنی، درک بهتر از ژنوم‌های پاتوژن، و توسعه فناوری‌های تشخیص و واکسن‌های جدید می‌تواند به تقویت دفاع زیستی و کاهش تأثیرات این تهدیدات کمک کند. اقدامات علمی و فناوری باید به‌طور مستمر توسعه یابند تا آمادگی و توانایی مقابله با تهدیدات بیولوژیک پیش‌بینی نشده را بهبود بخشند.

از طریق استفاده از مواد بیولوژیکی خطرناک مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، و سموم شیمیایی، گروه‌های تروریستی یا افراد خرابکار حملات تروریستی را انجام می‌دهند. این حملات هدفشان ایجاد ترس، ناتوانی، و هرج و مرج در جوامع است. بیوتروریسم می‌تواند منجر به انتشار بیماری‌های واگیر، تخریب نظام بهداشت و درمان، ایجاد ناتوانی و ترس جمعی، و ایجاد شورش و ناامنی عمومی شود. برای مقابله با این تهدیدات، اقدامات پیشگیری و آمادگی از جمله ایمن‌سازی فعال، واکسیناسیون، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای ضد ویروسی ضروری هستند. همکاری بین‌المللی، فناوری‌های پیشرفته و استراتژی‌های مدیریت بحران نیز برای کاهش خطرات و افزایش آمادگی در برابر تهدیدات بیولوژیک حیاتی مهم هستند. تعریف بیوتروریسم در عصر حاضر نسبت به تعاریف گذشته تغییر کرده و شامل استفاده از پیشرفت‌های علمی و فناوری، از جمله بیوتکنولوژی، تنوع زیستی، مهندسی ژنتیک، نانوتکنولوژی، بیوانفورماتیک و

## منابع

- 1- Qamar, B., Irfan, A., & Bukhari, W. H. (2023). Bioterrorism in the backdrop of Covid-19: Past, Present and Future. *Pakistan Social Sciences Review*, 7(4), 627-640.
- 2- Kman, N. E., & Nelson, R. N. (2008). Infectious agents of bioterrorism: a review for emergency physicians. *Emergency medicine clinics of North America*, 26(2), 517-547.

- 3- Bossi, P., Garin, D., Guihot, A., Gay, F., Crance, J. M., Debord, T., ... & Bricaire, F. (2006). Biological weapons: Bioterrorism: management of major biological agents. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS*, 63, 2196-2212.
- 4- Green, M. S., LeDuc, J., Cohen, D., & Franz, D. R. (2019). Confronting the threat of bioterrorism: realities, challenges, and defensive strategies. *The Lancet Infectious Diseases*, 19(1), e2-e13.
- 5- Williams, M., Armstrong, L., & Sizemore, D. C. (2018). Biologic, chemical, and radiation terrorism review.
- 6- Anderson, P. D., & Bokor, G. (2012). Bioterrorism: pathogens as weapons. *Journal of pharmacy practice*, 25(5), 521-529.
- 7- Ryan, C. P. (2008). Zoonoses likely to be used in bioterrorism. *Public health reports*, 123(3), 276-281.
- 8- Clarke, S. C. (2005). Bacteria as potential tools in bioterrorism, with an emphasis on bacterial toxins. *British journal of biomedical science*, 62(1), 40-46.
- 9- Jeys, T. H., Herzog, W. D., Hybl, J. D., Czerwinski, R. N., & Sanchez, A. (2007). Advanced trigger development. *Lincoln Laboratory Journal*, 17(1), 29-62.
- 10- Sambyal, S. S., Sharma, P., & Singh, S. (2017). Bioterrorism and Biological Warfare. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 6(4), 409-412.
- 11- Bush, G. W. (2004). Biodefense for the 21st century. Washington, DC: Homeland Security Presidential Directive, 10.
- 12- Ambrus, J. L., Ambrus, C. M., Ambrus-Jr, J. L., Akhter, S., Zaidi, S., Rohilla, R., & Baig, M. S. (2009). Bioterror, agroterror, and new diseases. *Discovery medicine*.
- 13- Fan, J., Kraft, A. J., & Henrickson, K. J. (2006). Current methods for the rapid diagnosis of bioterrorism-related infectious agents. *Pediatric Clinics*, 53(5), 817-842.
- 14- Barras, V., & Greub, G. (2014). History of biological warfare and bioterrorism. *Clinical Microbiology and infection*, 20(6), 497-502
- 15- Carus, W. S. (2017). A short history of biological warfare: from pre-history to the 21st century (Vol. 12). Government Printing Office.
- 16- Zilinskas, R. A. (2017). The use of animal pathogens as biological weapon agents throughout recent history. In *Proceedings of the OIE Global Conference on Biological Threat Reduction: building cooperation for efficient health and security systems worldwide*. Paris, France, 30 June-2 July 2015 (pp. 23-29). Office International des Épizooties.
- 17- Calum, G., and Onyango, B (2003) Economics, Hysteresis and Agro terrorism Principal. Paper Presented at the Canadian Agricultural Economics Society 2003 Annual Meeting Montreal, Quebec. JULY 27-30
- 18- Turvey, C. G., Mafoua, E., Schilling, B. J., & Onyango, B. M. (2003). Economics, hysteresis and agroterrorism (No. 1327-2016-103637).
- 19- Barras, V., & Greub, G. (2014). History of biological warfare and bioterrorism. *Clinical Microbiology and infection*, 20(6), 497-502
- 20- Artenstein, A. W. (2010). Bioterrorism and biodefense. *Infectious Diseases*, 747.
- 21- Das, S., & Kataria, V. K. (2010). Bioterrorism: A public health perspective. *Medical Journal Armed Forces India*, 66(3), 255-260.
- 22- Molina, C., Toro A, R., Manzano, C. A., Canepari, S., Massimi, L., & Leiva-Guzmán, M. A. (2020). Airborne aerosols and human health: Leapfrogging from mass concentration to oxidative potential. *Atmosphere*, 11(9), 917.
- 23- Rahman, M. T., Sobur, M. A., Islam, M. S., Ievy, S., Hossain, M. J., El Zowalaty, M. E., ... & Ashour, H. M. (2020). Zoonotic diseases: etiology, impact, and control. *Microorganisms*, 8(9), 1405.
- 24- Taylor, L. H., Latham, S. M., & Woolhouse, M. E. (2001). Risk factors for human disease emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 356(1411), 983-989.
- 25- Gonzalez, J. P., & Macgregor-Skinner, G. (2023). Dangerous viral pathogens of animal origin: Risk and biosecurity: Zoonotic select agents. In *Zoonoses: Infections Affecting Humans and Animals* (pp. 1563-1611). Cham: Springer International Publishing.
- 26- Balali-Mood, M., Moshiri, M., & Etemad, L. (2013). Medical aspects of bio-terrorism. *Toxicol*, 69, 131-142.
- 27- Agarwal, R., Shukla, S. K., Dharmani, S., & Gandhi, A. (2004). Biological warfare-an emerging threat. *JAPI*, 52(9), 733-738.
- 28- Paessler, S., Fayzulin, R. Z., Anishchenko, M., Greene, I. P., Weaver, S. C., & Frolov, I. (2003). Recombinant sindbis/Venezuelan equine encephalitis virus is highly attenuated and immunogenic. *Journal of virology*, 77(17), 9278-9286.
- 29- Paterson, R. R. M., & Lima, N. (2010). The weaponisation of mycotoxins. *Mycotoxins in food, feed and bioweapons*, 367-384.
- 30- Henghold, W. B. (2004). Other biologic toxin bioweapons: ricin, staphylococcal enterotoxin B, and trichothecene mycotoxins. *Dermatologic clinics*, 22(3), 257-262.
- 31- Dorner, B. G., & Rummel, A. (2015). Preface *Biological Toxins—Ancient Molecules Posing a Current Threat*. *Toxins*, 7(12), 5320-5321
- 32- Johnson, B., Mastnjak, R., & Resnick, I. G. (2001). Safety and health considerations for conducting work with biological toxins. *Applied Biosafety*, 6(3), 117-135.
- 33- Suresh, M. X., & Kumar, R. B. (2014). A review on biological toxins: Their pharmacological significance and structural importance. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 28, 128-136.

- 34- Janik, E., Ceremuga, M., Saluk-Bijak, J., & Bijak, M. (2019). Biological toxins as the potential tools for bioterrorism. *International journal of molecular sciences*, 20(5), 1181.
- 35- Dixit, A., Dhaked, R. K., Alam, S. I., & Singh, L. (2005). Military potential of biological neurotoxins. *Toxin Reviews*, 24(2), 175-207.
- 36- Zhang, X., Kuča, K., Dohnal, V., Dohnalová, L., Wu, Q., & Wu, C. (2014). Military potential of biological toxins. *Journal of applied biomedicine*, 12(2), 63-77.
- 37- Malmfors, T., & Teiling, A. (1983). LD50-its value for the pharmaceutical industry in safety evaluation of drugs. *Acta Pharmacologica et Toxicologica*, 52, 229-246.
- 38- Anderson, P. D., & Bokor, G. (2012). Bioterrorism: pathogens as weapons. *Journal of pharmacy practice*, 25(5), 521-529.
- 39- Lindsay, C. D., & Griffiths, G. D. (2013). Addressing bioterrorism concerns: options for investigating the mechanism of action of *Staphylococcus aureus* enterotoxin B. *Human & experimental toxicology*, 32(6), 606-619.
- 40- Maman, M., & Yehzekelli, Y. (2009). Ricin: A possible, noninfectious biological weapon. *Bioterrorism and infectious agents: a new dilemma for the 21st century*, 205-216.
- 41- Ainscough, M. J. (2002). Next generation bioweapons: the technology of genetic engineering applied to biowarfare and bioterrorism. USAF Counterproliferation Center, Air War College, Air University.
- 42- Van Aken, J., & Hammond, E. (2003). Genetic engineering and biological weapons: New technologies, desires and threats from biological research. *EMBO reports*, 4(S1), S57-S60.
- 43- MacIntyre, C. R. (2015). Biopreparedness in the age of genetically engineered pathogens and open access science: an urgent need for a paradigm shift. *Military medicine*, 180(9), 943-949.
- 44- Hurst, M. R., & Wilkins, E. (2005). Chemical and biological warfare: should rapid detection techniques be researched to dissuade usage? A review. *American Journal of Applied Sciences*, 2(4), 796-805.
- 45- Wright, S., & Sinsheimer, R. L. (1983). Recombinant DNA and biological warfare. *Bulletin of the atomic scientists*, 39(9), 20-26.
- 46- Jacobs, M. K. (2004). The history of biologic warfare and bioterrorism. *Dermatologic clinics*, 22(3), 231-246.
- 47- Riedel, S. (2004, October). Biological warfare and bioterrorism: a historical review. In *Baylor University Medical Center Proceedings* (Vol. 17, No. 4, pp. 400-406). Taylor & Francis.

## Bioterrorism: An advanced threat in the contemporary age

Akmali V.\* and Rashidi Ilzoleh R.

Dept. of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, I.R. of Iran

### Abstract

Bioterrorism is a more advanced form of terrorism that is seen as a real, obvious and persistent threat in today's world. While living organisms play an important role in nature, they can be used for malicious purposes in the field of bioterrorism. Bioterrorism is the intentional use or spread of biological agents such as bacteria, viruses, toxins, or biological agents that may have been engineered through biotechnology to cause death, disease, or other biological disturbances in humans, animals, plants, or other living organisms for the purpose of influencing government behavior or intimidating or coercing a civilian population. Bioterrorism incidents manifest as diseases that spread globally, affecting humans, animals, and crops. Recognized diseases associated with bioterrorism events include anthrax, rabies, tularemia, smallpox, dengue fever, and COVID-19. Some of these diseases which are common between humans and animals are referred to as zoonoses which can be considered as biological threats.

**Key words:** Bioterrorism, COVID-19, Biologic guns, Zoonoses