

## آب، غذا و بیوتورریسم

حمیدرضا توکلی<sup>۱\*</sup>، رضا صراف پور<sup>۲\*\*</sup> و محمد صمدی<sup>۳\*</sup> M.Sc.

آدرس مکاتبه: \* دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا...<sup>«عج»</sup> - دانشکده بهداشت - گروه تغذیه و بهداشت مواد غذایی - تهران - ایران

\*\* دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا...<sup>«عج»</sup> - دانشکده بهداشت - گروه مهندسی بهداشت محیط - تهران - ایران

تاریخ اعلام وصول: ۱۳۸۳/۵/۲۹ تاریخ دریافت مقاله اصلاح شده: ۱۳۸۳/۱۲/۲۰ تاریخ اعلام قبولی مقاله: ۱۳۸۴/۳/۵

### خلاصه

یکی از راه‌های انتشار عوامل بیولوژیک در بین جمعیت هدف، آلودگی عمدی آب و مواد غذایی است که امروزه تحت عنوان بیوتورریسم از آن یاد می‌شود. این روش انتقال پس از روش تنفسی در درجه دوم اهمیت قرار دارد. تهدیدات بیولوژیکی توسط میکروب‌های پاتوژن و بیوتوکسین‌ها ایجاد می‌گردند. از مهم‌ترین عوامل و توکسین‌هایی که از طریق آب و مواد غذایی در اهداف بیوتورریستی مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان به عوامل باکتریایی (باسیلوس آنتراسیس، یرسینیاپستیس، ویبریوکلرا، اشرشیاکلی آنتروهوموراژیک)، توکسین‌های باکتریایی (بوتولینوم، آنروتوکسین استفیلوکوک) و توکسین‌های قارچی و گیاهی (تریکوتسن‌ها و ریسین) اشاره نمود. عوامل متعددی در ایجاد بیماری‌های غذایی توسط عوامل بیولوژیک مؤثر می‌باشند که از آن جمله می‌توان به نوع عامل، مقدار عامل، میزان مقاومت آن در محیط، توانایی تولید توکسین، دوره کمون، و قدرت مقابله با سیستم‌های دفاعی بدن میزبان اشاره کرد. آب و مواد غذایی آلوده شده در فعالیت‌های بیوتورریستی، توسط ویژگی‌های ارگانولپتیک قابل تشخیص نبوده و در اکثر مواقع خاموش، ناگهانی و بدون تغییرات ظاهری (رنگ، بو، طعم) بروز می‌نمایند. تصفیه خانه‌ها، چاه‌های مورد استفاده برای تأمین آب شرب، مخازن آب تصفیه شده، انبارهای نگهداری و مراحل مختلف تولید، نگهداری و توزیع مواد غذایی در کارخانجات مواد غذایی و مواد غذایی وارداتی، بهترین نقاط برای وارد نمودن این عوامل بوده و هر چه سیستم‌ها و مکانیسم‌های کنترلی ابتدایی‌تر، غیر صنعتی‌تر و غیر بهداشتی‌تر باشند، امکان نفوذ و خرابکاری در آنها بیشتر است. مهم‌ترین محدودیت‌ها در مقابله با این عوامل، مقاومت زیاد آنها نسبت به شرایط محیطی، عدم امکان تشخیص سریع و به موقع، پایین بودن دوز عفونی و عدم وجود واکسن بر علیه بسیاری از آنها بوده و به همین دلیل بهترین راه مبارزه، پیشگیری از وقوع آنها می‌باشد. سازمان‌های نظامی در بعضی از کشورها از جمله ایالات متحده برای مقابله با این پدیده برنامه‌ریزی‌های اصولی انجام داده و برای شرایط قبل از وقوع بحران، حین بحران و پس از بحران تمهیدات لازم را در نظر گرفته‌اند. آموزش بهداشت، رعایت اصول بهداشت آب و مواد غذایی در هنگام حملات

۱- استادیار - دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا...<sup>«عج»</sup> - نویسنده مسئول

۲- عضو هیئت علمی - دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا...<sup>«عج»</sup>

۳- عضو هیئت علمی - دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا...<sup>«عج»</sup>

بیولوژیک، اجرای فرایندهای تصفیه آب خصوصاً گندزدایی، مراقبت دقیق از منابع آب و انبارهای مواد غذایی، نظارت جدی بر مراکز تولید، نگهداری و توزیع مواد غذایی، کنترل و نظارت دقیق بر مواد غذایی وارداتی و نهایتاً دستیابی به تکنیک‌های تشخیص سریع عوامل از مهم‌ترین اقدامات در پیشگیری و کنترل تهدیدات بیولوژیکی ناشی از مواد غذایی می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** بیوتروریسم، تهدید بیولوژیک، آب و مواد غذایی، عوامل بیولوژیک

## مقدمه

بشر همواره در طول تاریخ از تکنولوژی دست یافته خویش جهت مقاصد شوم و منفعت طلبانه در جهت کشتار و نابودی انسان‌های بی‌گناه استفاده نموده است. پیشرفت‌های اخیر منجر به آن گردیده است که عوامل میکروبی و توکسین‌های بیولوژیکی به سلاحی مهلک تبدیل شده و حیات و سلامتی بشر را تهدید نماید. بیوتروریسم و توان بالقوه آن برای تخریب و کشتار دسته جمعی از موضوعاتی است که به‌طور فزاینده‌ای توجه جهانیان را به خود معطوف داشته است. زیرا، به‌طور همزمان دو مقوله امنیت ملی و سلامت عمومی جوامع را به مخاطره می‌اندازد [۱]. سلاح‌های بیولوژیکی از مهلک‌ترین سلاح‌های شیمیایی نیز خطرناکتر بوده و از نظر وسعت و محدوده عمل با هیچ سلاحی قابل مقایسه نیستند. توسعه فن‌آوری و پیشرفت بیوشیمی و بیوتکنولوژی تولید این سلاح‌ها را آسان‌تر ساخته و در این میان مهندسی ژنتیک بیشترین نقش را داشته است. به‌کارگیری سلاح‌های بیولوژیک در جنگ‌ها و حملات تروریستی آینده زابیده تخیل نیست. متأسفانه برخی از آنها کشورها به‌دنبال تولید سلاح‌های بیولوژیکی هستند و بعضی از آنها دارای امکانات نظامی، فنی، اقتصادی و سیاسی لازم نیز می‌باشند [۵]. استفاده نظامی از عوامل بیولوژیک از سال‌های بسیار دور آغاز شده و تاکنون ادامه یافته است. در حدود ۶ قرن قبل از میلاد مسیح، آشوریان از طریق آلوده کردن مخازن و چاه‌های آب، دشمنان خود را بیمار می‌کردند. مهاجرین سولونی نیز در هنگام محاصره شهر کرسیا از بعضی سموم گیاهی برای آلوده کردن مدافعین و درهم شکستن مقاومت آنها استفاده کردند [۲]. طبق اطلاعات موجود، قبل از سال ۱۹۲۰ مهم‌ترین روش استفاده از عوامل بیولوژیک، آلوده کردن آب و مواد غذایی توسط عوامل

عفونی و یا تلقیح میکروب در اماکن مورد نظر و ایجاد آلودگی در آنها بوده است. در سال‌های ۱۹۱۷ و ۱۹۱۸ آلمانی‌ها با آلوده کردن کیک و شیرینی به اسپور سیاه‌زخم آن را در بین نیروهای دشمن پخش کرده و تلفات سنگینی را وارد نمودند [۱۰]. در جنگ جهانی دوم وقتی نیروهای ژاپن وارد روسیه شدند، تعدادی از حیوانات را به اسپور سیاه‌زخم آلوده کرده و آنها را رها کردند و همین موضوع باعث انتشار بیماری در بین نیروهای دشمن گردید. در آوریل ۱۹۷۹ در شهر سوردولوسک روسیه به‌علت مصرف گوشت آلوده به اسپور باسیلوس آنتراسیس، ۷۷ نفر به بیماری شارین مبتلا گردیدند که ۶۶ نفر جان خود را از دست دادند [۱۱]. علی‌رغم تحریم‌های بین‌المللی از قبیل قرارداد سال ۱۹۷۲ در خصوص منع استفاده از سلاح‌های بیولوژیک که توسط بیش از ۱۴۰ کشور امضا شد، مدارکی وجود دارد که نشان می‌دهند از عوامل عفونی به‌عنوان سلاح بیولوژیک برای اهداف نظامی و بیوتروریستی استفاده شده است. در سال ۱۹۸۵ بزرگ‌ترین اپیدمی سالمونلوز ناشی از سالمونلا تیفی موریوم به‌دلیل آلوده شدن شیر پاستوریزه از محل کارخانه در ایالات متحده رخ داد که طی آن ۱۷۰/۰۰۰ نفر دچار مسمومیت گردیدند [۱۳]. در سال ۱۹۹۱ به‌دلیل مصرف صدف‌های آلوده به ویروس هپاتیت در شانگ‌های چین حدود ۳۰۰/۰۰۰ نفر دچار بیماری گردیدند. در سال ۱۹۹۴ به‌دلیل آلودگی بستنی پاستوریزه به سالمونلا اینترتیدیسی ۲۲۴/۰۰۰ نفر در ۴۱ ایالت آمریکا دچار عفونت گردیدند [۱۴]. در سال ۱۹۹۳ در حومه مسکو به‌علت مصرف گوشت و شیر آلوده به باسیلوس آنتراسیس، ۸ تن بستری و ۱ نفر جان خود را از دست داد و در سال بعد مجدداً به همین روش ۲۳ نفر بستری و ۱ نفر جان خود را از دست داد [۹].

یک‌سری خصوصیات و ویژگی‌هایی باشد که می‌توان از قدرت کشندگی و بیماری‌زایی بالا، دوز عفونی کم، قابلیت سرایت زیاد، دوره کمون کوتاه، عدم امکان ایمنی‌زایی بر علیه آن در نیروهای دشمن، عدم امکان تشخیص سریع آن، ایمن بودن نیروهای خودی، اقتصادی بودن تولید آن، امکان تولید و ذخیره‌سازی آن، قابلیت وارد نمودن آن در مهمات جنگی، عدم آسیب‌پذیری در حمل و نقل، امکان پخش آن به روش‌های مختلف و پایداری بالا در محیط نام برد [۸، ۱۲]. با مروری بر عوامل بیولوژیک ذکر شده در بالا در می‌یابیم که بسیاری از خصوصیات و ویژگی‌های یک عامل بیولوژیک ایده‌آل در بعضی از این عوامل دیده می‌شود که به‌عنوان نمونه می‌توان به توکسین بوتولینوم اشاره نمود. این توکسین خطرناک‌ترین و کشنده‌ترین توکسین باکتریایی شناخته شده در طبیعت است. دوز کشنده آن برای یک فرد ۱ نانوگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد و چند کیلوگرم از توکسین خالص آن برای نابودی کل انسان‌ها کافی است. از سوی دیگر امکان استفاده از آن هم به‌صورت آئروسول و هم از طریق آب و مواد غذایی براحتی وجود دارد. همچنین قابلیت وارد نمودن آن در مهمات جنگی، امکان تولید و ذخیره‌سازی، عدم امکان تشخیص سریع در مناطق عملیاتی، مقاومت و پایداری زیاد در محیط از سایر ویژگی‌های آن محسوب می‌گردد [۱۰]. عوامل بیولوژیک بر حسب نوع عامل (باکتری، ویروس، قارچ، توکسین)، نوع اثر (کشنده و ناتوان کننده)، مسری بودن (قابل سرایت و غیر قابل سرایت)، نوع هدف (ضد انسان، ضد حیوان، ضد انسان و حیوان، ضد گیاه) و نهایتاً راه ورود به بدن (استنشاقی، گوارشی و پوستی) تقسیم‌بندی می‌گردند. در تقسیم‌بندی انجام شده توسط مرکز کنترل بیماری‌های آمریکا عوامل بیولوژیک در دو گروه قرار گرفته‌اند. در گروه اول عوامل بیماری‌های سیاه‌زخم، آبله، طاعون و بوتولیسم و در گروه دوم عوامل بیماری‌های تب خونریزی دهنده و ویروسی، تولاومی و عفونت استافیلوکوکی قرار گرفته‌اند. بعضی منابع نیز عوامل را در سه طبقه تقسیم‌بندی کرده‌اند که بر حسب اهمیت و میزان خطر به ترتیب در گروه های A, B, C قرار گرفته‌اند [۱۱، ۱۲].

در زیمبابوه ۱۰/۰۰۰ نفر به بیماری شاربین مبتلا شدند که به‌علت شیوع بیماری در دام‌ها و عدم واکسیناسیون آنها رخ داد. اگر چه امروزه احتمال اجرای تهدیدات بیوتورویستی در وسعت زیاد از طریق آب و مواد غذایی بسیار کم است؛ اما در صورت وقوع، فجایع بسیار عظیمی روی خواهد داد. آب و مواد غذایی آلوده شده توسط ویژگی‌های ارگانولپتیک و حسی (تغییر رنگ و بو) قابل تشخیص نیستند و در اکثر موارد به‌صورت ناگهانی بروز می‌نمایند. از سوی دیگر تشخیص سریع و به‌موقع بسیاری از این عوامل امکان‌پذیر نیست. عوامل ایجاد کننده بیماری‌های مختلفی مثل شاربین، سالمونلوز، بروسلوز، وبا، شگلوز، مسمومیت‌های قارچی، عفونت‌های استافیلوکوکی، عفونت‌های ناشی از کلستریدیوم پرفرنجنس، عفونت‌های ناشی از اشریشیاکولی آنتروهموراژیک و غیره را می‌توان از طریق آب و مواد غذایی در اهداف بیوتورویستی مورد استفاده قرار داد [۲، ۵]. استفاده از راه گوارشی پس از راه تنفسی به‌عنوان مهم‌ترین راه ایجاد آلودگی در جنگ‌های بیولوژیک مطرح است. با توجه به این‌که به‌کارگیری سلاح‌های بیولوژیک در جنگ‌ها و تهدیدات آینده دور از ذهن نبوده و بسیاری از کشورها به‌دنبال تولید سلاح‌های بیولوژیک می‌باشند و از سوی دیگر بعضی از آنها امکانات نظامی، فنی، اقتصادی و سیاسی لازم را در اختیار دارند، آشنایی با این عوامل و روش‌های انتقال آنها به‌ویژه از طریق آب و مواد غذایی برای نیروهای نظامی حایز اهمیت فراوان می‌باشد.

## جنبه‌های مختلف تهدیدات بیولوژیکی ناشی از آب و مواد غذایی و اهمیت آنها

شناخت عوامل تهدید کننده، آشنایی با خصوصیات و ویژگی‌های عوامل، راه‌های پخش و به‌کارگیری و اقدامات لازم برای پیشگیری و کنترل این تهدیدات از مهم‌ترین موضوعاتی هستند که بایستی به آنها توجه نمود. عوامل بیولوژیک به دو گروه اصلی میکروبی‌های بیماری‌زا (پاتوژن) و بیوتوکسین‌ها تقسیم می‌گردند که در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. یک عامل بیولوژیک برای آن‌که بتواند اهداف مورد نظر تاکتیکی و استراتژیکی را تأمین نماید، بایستی دارای

جدول ۱: عوامل بیولوژیک و توکسین‌های قابل انتقال از طریق آب و مواد غذایی

ردیف	عامل بیولوژیک	دوز عفونی	دوره کمون	دوره بیماری	مقاومت عامل	واکسن
۱	باسیلوس آنتراسیس	۵۰۰۰۰ - ۸۰۰۰ اسپور	۱ - ۶ روز	۵ - ۳ روز	زیاد	دارد
۲	بروسلا	۱۰ - ۱۰۰ عدد	چند روز تا چند ماه	چند هفته تا چند ماه	زیاد	ندارد
۳	ویبریو کلرا	۵۰۰ - ۱۰ عدد	۱ - ۳ روز	۱ هفته	زیاد	ندارد
۴	فرانسیسلا تولارنسیس	۵۰ - ۱۰ عدد	۲ - ۱۰ روز	۲ هفته	متوسط	ندارد
۵	سالمونلا تیفی	۱۰ - ۱۰۰ عدد	۱ - ۲ هفته	چند روز تا چند هفته	متوسط	ندارد
۶	اشریشیاکولی آنتروهموژیک	۱۰۰ عدد	۳ - ۹ روز	۱۰ - ۲ روز	متوسط	ندارد
۷	شیگلا دیسانتری	۱۰۰ عدد	۲ - ۴ روز	۱ هفته	کم	ندارد
۸	توکسین بوتولینوم	۰/۰۱ میکروگرم در کیلوگرم	۱۲ - ۳۶ ساعت	۱ - ۳ روز	زیاد	دارد
۹	توکسین کلستریدیوم پرفرنجنس	۰/۰۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم	۱ - ۳ روز	۲ - ۴ روز	کم	ندارد
۱۰	آنتروتوکسین استفیلوکوک	۱/۷ - ۰/۰۳ میکروگرم	۱ - ۴ ساعت	۲۴ ساعت	متوسط	ندارد
۱۱	تریکوتسن (T2)	۱۲۱ میلی‌گرم در کیلوگرم	۱ - ۳ ساعت	چند روز تا چند هفته	بالا	ندارد
۱۲	ریسین	۳ - ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم	۱۸ - ۲۴ ساعت	۱ - ۳ روز	کم	ندارد
۱۳	ساکسی توکسین	۱ - ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم	۱ - ۵ ساعت	۱ - ۳ روز	کم	ندارد
۱۴	تترودو توکسین	۸ میلی‌گرم در کیلوگرم	۴ - ۴۰ ساعت	۱ - ۲ روز	کم	ندارد

معمولاً منابع اصلی آب در بیرون شهرها قرار دارند، امکان انجام خرابکاری بیشتر مهیا می‌گردد. به همین دلایل مراقبت از کیفیت بیولوژیکی آب در نقاط مختلف حایز اهمیت است. بسیاری از عوامل بیولوژیکی می‌توانند به مدت زیادی در آب زنده بمانند. به‌عنوان مثال سالمونلوز تا ۳ ماه و باسیلوس آنتراسیس تا چندین سال در آب فعال باقی می‌ماند. در جدول ۲ مدت بقای عوامل بیماری‌زا در آب نوشته شده است.

جدول ۲: مدت بقای عوامل بیماری‌زا در آب

ردیف	نام میکرو ارگانیسم	مدت زنده ماندن در آب (روز)
۱	اشریشیاکولی	۲-۲۶۲
۲	سالمونلا تیفی	۲-۹۳
۳	ویبریو کلرا	۴-۲۸
۴	شیگلا دیسانتری	۱۵-۲۷
۵	باسیلوس آنتراسیس	چندین سال
۶	ویروس‌های کوساکی	۵۶-۲۸۰
۷	ویروس هپاتیت A	۱۶-۶۸
۸	آدنو ویروس	۱۶-۶۸
۹	اکو ویروس	۱۷۰

انتقال عوامل بیولوژیک از طریق آب و مواد غذایی یکی از موضوعاتی است که امروزه مورد توجه قرار گرفته است. این عوامل عموماً در عملیات مخفیانه به کار گرفته می‌شوند. بعضی از این عوامل پس از ورود به بدن در برابر سد اسیدی معده مقاومت کرده و پس از جذب، عفونت‌های معده‌ای و روده‌ای (گاستروآنتریت) ایجاد می‌نمایند، بعضی از آنها دارای نقطه اثر و هدف دیگری در بدن هستند. با توجه به این‌که اکثر میکروارگانیسم‌ها و حتی توکسین‌ها نسبت به حرارت حساس هستند، بنابراین مواد غذایی که برای تهیه آنها از حرارت کافی استفاده می‌گردد کمتر مورد توجه قرار دارند. برای اهداف بیوتروریستی معمولاً آب و غذاهایی که مستقیماً آماده مصرف هستند، ایده‌آل می‌باشند. انتخاب محل اجرای عملیات خرابکارانه دارای اهمیت بسیار زیادی است. از دیرباز چاه‌های آب به‌وسیله اجساد قربانیان طاعون آلوده می‌شدند تا نیروهای دشمن از طریق مصرف آن آلوده و بیمار گردند و این نقش انحصاری آب قابل توجه بوده است. از این رو مراقبت از چاه‌ها، مخازن، منابع و شبکه توزیع آب شهری بسیار حیاتی است. اگر آب مورد هجوم چنین تهدیداتی قرار گیرند، انتشار عامل بیماری‌زا خیلی سریع در میان جمعیت هدف صورت خواهد گرفت [۶]. از آنجایی که

آلوده نمودن آب با عوامل بیولوژیک و توکسین‌های مختلف پس از مرحله نهایی تصفیه آب و قبل از توزیع آن در سطح شهر در مخازن آب تصفیه شده به راحتی امکان پذیر است. همچنین از طریق شیرهای آتش نشانی به راحتی می توان عامل را به وسیله پمپاژ و با فشار قوی وارد سیستم آب شهری نمود [۱۱].

انبارهای نگهداری مواد غذایی یکی دیگر از مراکز خاص برای این نوع عملیات‌ها محسوب می گردند. همچنین می توان از عوامل بیماری‌زا در مراحل مختلف تهیه، نگهداری و توزیع مواد غذایی استفاده کرد و چنان چه عامل در مرحله اولیه تولید مواد غذایی وارد گردد، انتشار آن با اطمینان بیشتری صورت می گیرد. یکی از مواد غذایی پرمصرف شیر و فرآورده‌های آن می باشند و چنان چه پس از مراحل پاستوریزاسیون و استریلیزاسیون و قبل از مرحله بسته بندی، آلودگی عمدی صورت پذیرد، به راحتی می توان هزاران نفر را به بیماری مبتلا نمود. این موضوع در مورد کارخانجات بسته بندی آب نیز صادق است. کشتارگاه‌های دام و طیور نیز که گوشت قرمز و سفید مردم را تأمین می نمایند، از مراکز خاص و مهم برای عملیات خراب کارانه محسوب می گردند. اسپری نمودن عامل روی سطوح گوشت یکی از راه‌های انتشار آلودگی است و نهایتاً مواد غذایی وارداتی یکی دیگر از گلوگاه‌های مورد نظر می باشد که بایستی به آن توجه ویژه گردد [۳، ۶]. به طور کلی می توان گفت که هر چه روش‌های کنترلی ابتدایی تر، غیرصنعتی تر و غیربهداشتی تر باشند، امکان نفوذ و خرابکاری بیشتر است که متأسفانه در کشور ما این مشکل تا حد زیادی وجود دارد.

### پیشگیری و کنترل

با توجه به ویژگی‌های عوامل بیولوژیک به ویژه کشندگی بالا، امکان عدم تشخیص سریع و به موقع و عدم وجود واکسن و سیستم ایمن سازی بر علیه بسیاری از آنها، اهمیت توجه به پیشگیری و کنترل آلودگی آب و مواد غذایی به عوامل بیولوژیک بیش از پیش روشن می گردد. بسیاری از عملیات‌های دفاعی موفق قبل از وقوع تهدید طراحی می گردند. زیرا در هنگام بروز تهدیدات بیولوژیک و با توجه به دلایل ذکر شده در بالا و ترس و وحشت ایجاد شده در مردم امکان برنامه ریزی و تصمیم گیری بسیار دشوار

می باشد. در ایالات متحده، اداره غذا و دارو با تأسیس آژانس‌هایی در سطوح مختلف ایالتی، دولتی و مرکزی، کلیه مراقبت‌های لازم از مرحله تهیه و تولید مواد اولیه تا مرحله مصرف مواد غذایی را کاملاً تحت نظر قرار داده است. این مراقبت‌ها پس از واقعه ۱۱ سپتامبر بسیار گسترده تر شده است و تمامی بخش‌های مربوطه در ایالت‌های مختلف، با این اداره همکاری مستقیم دارند. مراقبت از مواد غذایی وارداتی و تولیدات داخلی، بسته بندی محصولات، ماشین آلات، کارکنان شاغل در امر تغذیه و مواد غذایی و آموزش مداوم مردم و دستیابی به تکنیک‌ها و روش‌های تشخیص سریع عوامل بیولوژیک، از مهم ترین اقداماتی هستند که ایالات متحده برای پیشگیری و کنترل تهدیدات بیولوژیکی ناشی از مواد غذایی به آن توجه نموده است [۴]. در کشور ما نیز توجه به موارد ذیل می تواند در پیشگیری از این آلودگی‌ها مؤثر واقع شود:

**۱- آموزش بهداشت:** بدون تردید مؤثرترین و در عین حال ارزان ترین وسیله حفاظت عمومی بر علیه تهدیدات بیولوژیکی آموزش بهداشت فردی و عمومی در جامعه است. می توان با استفاده از روش‌های مختلف آموزشی نسبت به آموزش افراد در سطوح مختلف اقدام نمود.

**۲- رعایت اصول بهداشت مواد غذایی در هنگام حمله بیولوژیک:** این اصول شامل عدم استفاده از آب و مواد غذایی مناطق آلوده، استفاده از مواد غذایی بسته بندی شده و مطمئن طبق دستور مقامات بهداشتی، تهیه تجهیزات انفرادی، رعایت بهداشت در تهیه، نگهداری، توزیع و مصرف مواد غذایی، عدم استفاده از مواد غذایی گواشی و غیرگواشی که به صورت غیر مجاز تهیه گردیده اند، عدم تماس با دام‌های آلوده و فرآورده‌های آنها، جدا کردن مواد غذایی خام و پخته، پختن کامل غذا قبل از مصرف و گزارش سریع به مراکز مسئول در صورت مشاهده هرگونه موارد مشکوک می باشد [۴].

**۳- کنترل و حفاظت دقیق از مراکز حساس:** حفاظت فیزیکی از تأسیسات و مراکز حساس تأمین کننده آب و مواد غذایی مهم ترین رکن مقابله با بیوتروریسم است. بنابراین بایستی منابع آب و مواد غذایی، انبارهای نگهداری، کارخانجات تولید مواد غذایی، کشتارگاه‌های دام و طیور به صورت دقیق و مرتب مورد مراقبت

قرار گیرد که امروزه تحت عنوان بیوتروریسم از آن یاد می‌شود. این موضوع علاوه بر میادین رزم، شهروندان غیرنظامی را نیز در بر می‌گیرد. در این‌گونه عملیات‌ها، عوامل و توکسین‌های زیادی از طریق آب و مواد غذایی قابل انتقال می‌باشند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به توکسین‌های باکتریایی و قارچی و عوامل ایجادکننده بیماری‌های شارین، وبا و سالمونلوز اشاره نمود. در این‌گونه فعالیت‌های خراب کارانه عمدتاً مواد غذایی آماده مصرف و حرارت ندیده مورد توجه می‌باشند.

منابع آب، انبارهای نگهداری مواد غذایی، مراحل مختلف تهیه، نگهداری و توزیع مواد غذایی در کارخانجات تولید مواد غذایی و مواد غذایی وارداتی نقاط و مراکز حساسی هستند که بایستی به‌عنوان نقاط حساس و کلیدی در تهدیدات بیولوژیکی در نظر گرفته شوند و تعبیرات امنیتی در مورد آنها اجرا گردد. در تمامی کشورهایی که احتمال وقوع تهدیدات بیولوژیکی در مورد آنها وجود دارد، تمهیدات اساسی و جدی در نظر گرفته شده است که نمونه بارز آن ایالات متحده می‌باشد که برای تمام سطوح ناحیه‌ای، ایالتی و مرکزی و تمام افراد جامعه برنامه ریزی‌های آموزشی را انجام داده است. آنها بر روی واردات مواد غذایی، تولیدات داخلی مواد غذایی، بسته‌بندی محصولات و تمام زنجیره‌های توزیع و مصرف مواد غذایی، نظارت و کنترل دقیقی دارند و چندین خط تلفن را برای عموم مردم اختصاص داده‌اند که به‌طور شبانه روزی آماده دریافت اطلاعات و پاسخگویی به سؤالات می‌باشند. متأسفانه در کشور ما برنامه‌ریزی خاصی برای مقابله با تهدیدات بیولوژیکی ناشی از آب و مواد غذایی صورت نپذیرفته است و در صورت وقوع این نوع تهدیدات با مشکلات زیادی مواجه خواهیم شد. توجه به توصیه‌هایی که در بخش پیشگیری و کنترل آلودگی مواد غذایی در هنگام تهدیدات بیولوژیکی مطرح گردیده است، می‌تواند در این زمینه راهگشا باشد.

## بحث

بیوتروریسم و پتانسیل مرگ دسته‌جمعی سلاح‌های بیولوژیکی یکی از مفاهیمی است که در سال‌های اخیر مورد توجه مراکز علمی و نظامی قرار گرفته است؛ زیرا به‌طور هم‌زمان قادر است امنیت ملی و

شدید قرار گیرند [۶]. بدیهی است به‌کارگیری پرسنل امین، مطمئن و آموزش دیده در این مراکز برای نیل به این اهداف بسیار مؤثر است.

**۴- کنترل واردات:** با توجه به این‌که همه ساله شاهد واردات انواع مواد غذایی (گوشت، مرغ، شیر خشک و مواد اولیه) به داخل کشور هستیم که در مواردی هم با آلودگی همراه بوده‌اند [۵]، نظارت دقیق بر این محصولات و انجام آزمایشات گمرکی با استفاده از کارشناسان مجرب و تجهیزات مناسب در جلوگیری از تهدیدات بیولوژیکی تأثیر بسزایی خواهد داشت. اداره غذا و داروی ایالات متحده به‌منظور کنترل واردات مواد غذایی، تعداد بازرسی‌کنترل مواد غذایی وارداتی را دو برابر افزایش داده است [۳، ۴].

**۵- استفاده از روش‌های تشخیص سریع:** امروزه اهمیت استفاده از روش‌های تشخیص سریع عوامل بیولوژیکی و توکسین آنها نظیر PCR و ELISA برای تمامی مراکز تحقیقاتی و نظامی کشورهای جهان کاملاً روشن گردیده و پیشرفت‌های چشمگیری را نیز به همراه داشته است. بسیاری از عوامل و توکسین‌های باکتریایی و قارچی قابل انتقال از طریق مواد غذایی، با این روش‌ها تشخیص داده می‌شوند [۸].

**۶- اطلاع رسانی به مردم:** در هنگام بروز تهدیدات بیولوژیکی، دادن اطلاعات لازم و کافی به مردم برای جلوگیری از خسارات جانی و کاهش ترس و وحشت آنها الزامی است. بدیهی است کاهش میزان مرگ و میر، جلوگیری از بروز فاجعه، کاهش عکس‌العمل‌های ناشیانه مردم در برابر این حوادث، از اهداف این برنامه‌ها می‌باشد. با توجه به این‌که بسیاری از کشورها از جمله ایالات متحده، انگلستان، آلمان، رژیم اشغال‌گر قدس و غیره از نظر نظامی، فنی، اقتصادی و سیاسی خود را در زمینه‌های مختلف تجهیز نموده‌اند، برنامه‌ریزی و استفاده از روش‌های مختلف برای دفاع در برابر تهدیدات بیولوژیکی به‌ویژه برای نیروهای نظامی کاملاً لازم و اجتناب‌ناپذیر است [۱۰].

## نتیجه‌گیری

آلودگی عمدی (خرابکاری) آب و مواد غذایی می‌تواند به‌عنوان یکی از راه‌های انتشار عوامل عفونی در بین جمعیت هدف مورد استفاده

سلامت عمومی یک جامعه را با خطر مواجه نماید. پیشرفت‌های علمی اخیر، به‌ویژه توسعه فن‌آوری و پیشرفت میکروبیولوژی، بیوشیمی و مهندسی ژنتیک، تولید این سلاح‌ها را تسهیل نموده و باعث گردیده است که عوامل میکروبی و توکسین‌های بیولوژیکی به سلاحی کشنده تبدیل گشته و سلامتی انسان‌ها را با تهدید مواجه نماید. این یک واقعیت است که بعضی از کشورها به دنبال تولید سلاح‌های بیولوژیک هستند تا در مواقع ضروری از آن استفاده نمایند. علی‌رغم تحریم‌های بین‌المللی در خصوص منع استفاده از سلاح‌های بیولوژیک، مدارکی وجود دارد که در سال‌های گذشته از عوامل بیولوژیک برای اهداف نظامی و بیوتروریستی استفاده گردیده است. به‌عنوان مثال می‌توان به وقوع سالمونلوز در ایالات متحده، هپاتیت در چین و سیاه‌زخم در روسیه و زیمبابوه اشاره نمود. بدیهی است که احتمال به‌کارگیری این عوامل در جنگ‌ها و تهدیدات آینده نیز وجود دارد [۹، ۱۲، ۱۳، ۱۴].

تهدیدات بیولوژیکی توسط میکروب‌های بیماری‌زا و سموم ناشی از آنها (بیوتوکسین‌ها) ایجاد می‌گردند. قدرت کشندگی، بیماری‌زایی، عفونی‌زایی، قابلیت سرایت، دوره کمون، وجود یا عدم وجود واکسن، تشخیص سریع، قابلیت وارد نمودن در مهمات جنگی، روش پخش و پایداری و مقاومت در محیط‌های مختلف عواملی هستند که در انتخاب عامل بیولوژیک برای انجام تهدیدات مورد توجه قرار می‌گیرند [۲، ۱]. روش‌های مختلفی برای پخش عوامل بیولوژیک وجود دارند که عبارتند از: پخش به‌صورت آئروسول (از طریق جاسازی در تسلیحات انفجاری و یا وسایل اسپری کننده)، انتقال از طریق آب و مواد غذایی، انتقال از طریق بندپایان ناقل و روش‌های متفرقه‌ای همچون استفاده از سیستم تهویه که در بین آنها روش تنفسی (آئروسول) به‌عنوان مهم‌ترین روش مطرح بوده و پس از آن انتقال از طریق آب و مواد غذایی در درجه دوم اهمیت قرار دارد. عوامل بیماری‌زا و توکسین‌های زیادی از طریق آب و مواد غذایی قابل استفاده می‌باشند که از آن جمله می‌توان به توکسین بوتولینیوم، آنترتوکسین استافیلوکوک و عامل بیماری‌های وبا، سیاه‌زخم، طاعون و ابله اشاره نمود [۷]. در هنگام استفاده از این عوامل خصوصیات ظاهری آب و مواد غذایی از جمله: رنگ، بو و طعم تغییر نکرده و مصرف‌کننده متوجه آلودگی آن نخواهد شد. به همین

دلیل در اکثر موارد به‌صورت خاموش و ناگهانی بروز می‌نمایند. از سوی دیگر دوز عفونی و کشندگی پایین، مقاومت زیاد در محیط، عدم امکان تشخیص سریع و به‌موقع و عدم وجود واکسن بر علیه بسیاری از این عوامل نکات مهمی هستند که بایستی به آنها توجه کرد [۳]. منابع ذخیره آب، تصفیه‌خانه‌ها، چاه‌های مورد استفاده جهت تأمین آب شرب، انبارهای نگهداری مواد غذایی، کارخانجات تولید مواد غذایی مانند صنایع شیر، مراحل مختلف تهیه، نگهداری و توزیع مواد غذایی، کشتارگاه‌های دام و طیور، مواد غذایی وارداتی و غیره بهترین نقاط برای وارد نمودن عوامل بیولوژیک بوده و بهترین راه برای مقابله با این تهدیدات، پیشگیری از وقوع آنها می‌باشد. با توجه به خطرات بالقوه این‌گونه عملیات‌های خراب کارانه، برنامه‌ریزی اصولی برای مقابله با این پدیده برای مسئولین بهداشتی و به‌ویژه مسئولین بهداشت نظامی در ابعاد شهری، استانی و کشوری دارای اهمیت فراوان می‌باشد. بسیاری از کشورها از جمله ایالات متحده، انگلستان، روسیه، رژیم اشغالگر قدس و کره با تشکیل ستادهایی خود را برای مقابله با این‌گونه تهدیدات آماده نموده‌اند. این کشورها دارای برنامه‌های خاصی برای شرایط قبل از بحران، حین بحران و پس از بحران می‌باشند. برای مرحله قبل از بحران به سیاست‌گذاری، تخمین و برآورد پتانسیل عوامل، آموزش و اطلاع‌رسانی، کنترل و حفاظت دقیق از مراکز خاص، توجه نموده‌اند. ایجاد سیستم اطلاع‌رسانی و هشدار، بسیج امکانات و منابع، فعال‌سازی برنامه جستجوی بیماران و افراد در معرض خطر و اعمال مدیریت صحیح برای کاهش پیامدهای جانبی و روانی از فعالیت‌های حین بحران محسوب شده و برنامه‌های پس از بحران آنها شامل کشف و درمان موارد، اطلاع‌رسانی دقیق، ایجاد بهداشت منطقه‌ای، انجام اقدامات لازم برای استقرار وضعیت عادی و انجام کارهای تحقیقاتی می‌باشد [۵، ۶، ۱۲].

در کشور ما نیز ستادهایی تحت عنوان مبارزه با بحران و حوادث غیرمترقبه وجود دارد؛ لیکن بیشتر به حوادث طبیعی نظیر زلزله پرداخته و کمتر به موضوع تهدیدات بیولوژیکی و بیوتروریسم توجه گردیده است. از سوی دیگر در مراکز علمی و دانشگاهی کشور ما کمتر به جنبه‌های کاربردی و استفاده از عوامل بیولوژیکی و یا دفاع بیولوژیک پرداخته می‌شود و مسئولیت این امر خطیر بر عهده مراکز

پیشگیری و کنترل آنها برای تمامی نیروهای نظامی به خصوص مسئولین بهداشت نیروها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

علمی نظامی است. بنابراین، آشنایی با این عوامل، خصوصیات و ویژگی‌های آنها، راه‌های انتقال و از همه مهم‌تر روش‌های

## منابع

Aberdeen. 2003.p.223.

9- Meselson M, Guillemin J, Hugh-Jones M, Langmuir A, Popova I, Shelkov A et al. The Sverdlovsk antherax outbreak of 1997. Science 1994 Nov;266(188):1202-1208.

10- White J. Epidemiology of biological terrorism, Emerg. Infect Dis 2002;5(4):415-419.

11- Coleman K. Bioterrorism and the food supply, Newsletter archive. 2004;12(5):725-731.

12- Sobel J, Knan AS and Swerdlow DL. Threat of biological terrorist attack on the US food supply: The CDC perspective. Lancet 2002;359:874-881.

13- Ryan CA, Root RS, Khan A and Swerdlow KL. Massive outbreak of antimicrobial resistant salmonellosis traced to pasteurized milk. J Am Med Assoc 2002;278:389-95.

14- Henesy T and Brod G. A national outbreak of Salmonella enteritidis infections from ice cream. J Med 2001;334:1281-1286.

۱- توکلی حمید رضا. آسیب پذیری مواد غذایی در مقابل تهدیدات بیولوژیکی. ارائه شده در دومین همایش سراسری پدافند جنگ‌های نوین، دانشگاه امام حسین(ع)، ۱۳۸۲. خلاصه مقالات، صفحه: ۵۱.

۲- حسینی دوست رضا. اصول برنامه جامع دفاع بیولوژیک و بیوتروریسم، ارائه شده در اولین سمینار سراسری طب نظامی. ۱۳۸۰. خلاصه مقالات، صفحه: ۴۹۲.

3- Douglas L and Degnan H. Impact of the bioterrorism threat on the food industries, FDA archives 2000;67(9):841-48.

4- Gilmore SI. Food and Drug Administration ( FDA ) actions in United States, ASM press, Washington; 2003.p.661-63.

5- Guidotti T. Bioterrorism and the public health response. Am J Prev Med 2000;18(2):178-180.

6- Hank D. Food materials, sabotage places and agents and toxins usable in bioterrorism, CDC archives, 2001;115(8):1012-1018.

7- Radavak B. Emergency preparedness and threat of bioterrorism, FDA / FDL, 45<sup>th</sup> Annual Education Conference; 2002.p.258-62.

8- Ridge T. Food security and bioterrorism, published by Uni of