تحلیل میزان خطر و احتمال وقوع حملات بیوتروریستی در زیرساخت آب شهری *

زهرا نسیمی (دانشجوی دکتری جغرافیای سیاسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران)
سیدهادی زرقانی ** (دانشیار جغرافیای سیاسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران)
امیدعلی خوارزمی (استادیار مدیریت شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران)

تاریخ دریافت: ۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۸
تاریخ پذیرش: ۱۲ آبان ۱۳۹۸
صفحات: ۱۴۶-۱۲۵



کلید واژه‌ها:
امنیت، تهدید، بیوتروریسم، زیرساخت شهرها، منابع آب.

چکیده

دسترسی به آب سالم و پایدار، یکی از نیازهای بسیار ضروری برای تداوم زندگی شهروندان در همهٔ جوامع، به‌خصوص کلان‌شهرها و شهرهای بزرگ است و هرگونه اختلال در عملکرد زیرساخت آب در شهرها، به‌سرعت امنیت شهروندان را با تهدید جدی مواجه می‌کند و می‌تواند به موضوع امنیتی در سطح ملی تبدیل شود. سامانه‌های تأمین و تصفیهٔ آب و خطوط آب‌رسانی در سطح کشور، دارای پتانسیل‌های بالقوه‌ای درجهت عملی‌شدن تهدیدات دشمن با شیوه‌های حملات نظامی و اقدامات تروریستی و خراب‌کاری هستند. اقدامات تروریستی با شیوه‌ها و ابزارهای مختلفی می‌تواند صورت گیرد. یکی از خطرناک‌ترین انواع تروریسم، «بیوتروریسم» و استفاده از مواد سَمی و بیولوژیک به‌منظور ایجاد آلودگی در تأسیساتِ آب‌رسانی؛ مانندِ منابع آب، تصفیه‌خانه‌ها و شبکهٔ توزیع است که می‌تواند بر سلامت، بهداشت و آرامش جامعه تأثیر مخرب بگذارد و آن را با بحران مواجه سازد. این پژوهش با روش توصیفی-تحلیلی و با استناد به منابع معتبر کتابخانه‌ای و مطالعهٔ میدانی به‌دنبال بررسی تأثیر اقدامات بیوتروریستی در تهدید عناصر زیرساخت آب شهری است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، در عملیات بیوتروریستی امکان آلودگی عناصر مختلف زیرساخت آب شهری در بخش تأمین، تصفیه و انتقال با استفاده از باکتری‌ها و توکسین‌های کشنده و بیماری‌زا، مانند سیاه‌زخم، وبا، تیفوئید، بوتولینوم و... وجود دارد. همچنین میزان آسیب‌پذیری و احتمال تهدید حملات بیوتروریستی در هریک از عناصر زیرساخت منابع آب ارزیابی شد و براساس آن مشخص شد که بین میزان آسیب‌پذیری و احتمال وقوع حملات بیوتروریستی در بخش‌های مختلف زیرساخت آب شهری تفاوت وجود دارد؛ بدین‌ترتیب ازنظر معیار «میزان آسیب‌پذیری»، در بین بخش‌های مختلف زیرساخت آب، «شبکهٔ توزیع» آب شهری در معرض تهدید بیشتری است و ازنظر «احتمال وقوع تهدید» نیز بخش «منابع تأمین» آب شهری در معرض تهدید بیشتری قرار دارد.

* این مقاله از پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد دانشگاه فردوسی مشهد با عنوان «تحلیلی بر بیوتروریسم و امنیت شهری» استخراج شده‌است.

** نویسنده مسئول: دکتر سیدهادی زرقانی
پست الکترونیک: h-zarghani@um.ac.ir

مقدمه و بیان مسئله

زیرساخت‌های شهری در بخش‌های مختلف آب، برق، گاز، سوخت، حمل‌ونقل و... در تداوم جریان عادی زندگی و قابلیت سکونت‌پذیری شهرها اهمیت بسیار زیادی دارند؛ ازاین‌رو حفظ امنیت این زیرساخت‌ها در مقابل تهدیدات طبیعت‌پایه و انسان‌محور در شرایط جنگ و صلح بسیار مهم است. وابستگی حیاتی شهروندان به عناصر این زیرساخت‌ها از یک‌سو و عدم حفاظت مناسب و آسیب‌پذیری آن‌ها در مقابل حملات نظامی و اقدامات تروریستی از سوی دیگر، موضوع امنیت این زیرساخت‌ها را در کانون توجه دولت‌ها قرار داده‌است (زرقانی و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۲). در بین زیرساخت‌های مختلف، شبکهٔ آب‌رسانی شهری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های مرتبط با بقای جوامع و به‌دلیل برخی خصوصیات ازقبیل فراگیربودن، قابلیت دسترسی و... اهمیت فراوانی دارد. درواقع، درصورت آسیب به زیرساخت‌های دیگر مانندِ برق، گاز و... می‌توان به‌راحتی شبکه‌های موردِنظر را قطع کرد و نیاز شهروندان را به گونه‌ای دیگر برطرف کرد، اما شبکهٔ آب‌رسانی به‌گونه‌ای است که امکان قطع و جایگزینی آن در شرایط بحران وجود ندارد. مطالعهٔ حوادث شبکهٔ آب‌رسانی و پیامدهای آن نشان می‌دهد که آسیب‌دیدنِ این شبکه، بر تمام شهر تأثیر می‌گذارد و سبب کاهش آستانهٔ تحمل مردم می‌شود و بر شدت بحران می‌افزاید؛ ازاین‌رو بایستی با ارزیابی انواع تهدیدات و میزان تأثیر آن‌ها بر این شبکه، نقاط آسیب‌پذیر را شناسایی کرد (بیطرفان و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۵).

شبکهٔ تأمین و انتقال آب موردِنیاز شهروندان و همچنین آب موردِنیاز سایر زیرساخت‌های شهری می‌تواند به‌وسیلهٔ شیوه‌های مختلف تروریستی مورد تهدید قرار گیرد. یکی از خطرناک‌ترینِ این روش‌های تروریستی، استفاده از مواد بیولوژیک برای آلودگی منابع آب شهری، در قالب «بیوتروریسم» است که می‌تواند به‌صورت جدی کارکرد و عملکرد مناسب زیرساخت آب شهری را با مشکل مواجه کند. بیوتروریسم یک حملهٔ تروریستی است که مهاجمان با رهاکردن مقادیر قابلِ‌توجهی باکتری، توکسین یا دیگر عوامل بیماریزای عفونی و مُسری، برای واردکردن تلفات به موجودات زنده (انسان، دام، گیاه) در حمله به اهداف خود از آن استفاده می‌کنند (خسروی، ۱۳۹۶: ۲). آلوده‌کردن منابع آب به‌وسیلهٔ میکروب‌ها از سابقهٔ زیادی برخوردار است، چنانکه در مقاطع مختلف تاریخی چندین‌بار منابع و چاه‌های آب به‌وسیلهٔ اجساد قربانیان بیماری طاعون آلوده می‌شد تا انسان‌ها از طریق مصرف آن بیمار شوند (حسینی‌دوست و همکاران، ۱۳۸۱: ۲۲). امروزه نیز این‌گونه اقدامات با مواد، شیوه‌ها و ابزارهایی بسیار کشنده‌تر و پیچیده‌تر وجود دارد و منابع آب با استفاده از سموم بیوشیمیایی، عوامل میکروبی، مواد شیمیایی صنعتی، مواد رادیواکتیو و مواد سَمی آلوده می‌شوند. در قالب این‌گونه اقدامات تروریستی، عوامل بیماریزا و توکسین‌های زیادی از طریق آب قابلِ‌انتقال هستند که از آن جمله می‌توان به بوتولینوم، آنتروتوکسینB استافیلوکوک، عامل بیماری وبا و سیاه‌زخم اشاره کرد.

نکتهٔ لازم‌به‌ذکر اینکه در هنگام استفاده از این عوامل خصوصیات ظاهری آب، ازجمله رنگ، بو و طعم تغییر نکرده و مصرف‌کننده متوجه آلودگی آن نخواهد شد؛ به‌همین‌دلیل در بیشتر موارد به‌صورت خاموش و ناگهانی بروز می‌کنند. ضمن اینکه دوز عفونی و کشندگی پایین، مقاومت زیاد در محیط مایع، عدم امکان تشخیص سریع و به‌موقع و عدم وجود واکسن علیه بسیاری از این عوامل، ازجمله ویژگی‌هایی هستند که این نوع عملیات‌های تروریستی را بسیار خطرناک‌تر و مخوف‌تر کرده‌است (توکلی و صراف‌پور، ۱۳۸۴: ۷). پیشرفت‌های زیاد دانش و فناوری در زمینهٔ

بیوتروریسم و جهانی‌شدن تروریسم از یک‌سو و فقدان حفاظت مناسب از زیرساخت‌های شهری، موجب افزایش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری در مقابل این‌گونه اقدامات شده‌است (زرقانی و موسوی‌زارع، ۱۳۹۳: ۳). در بخش زیرساخت آب، احتمال حملات بیوتروریستی به عناصر و اجزای مختلف زیرساخت آب مانند منابع تأمین آب، تصفیه‌خانه‌ها، مخازن ذخیره و ایستگاه‌های پمپاژ و شبکهٔ توزیع آب وجود دارد (خیراندیش و هاشمی،۱۳۹۳: ۳۴). به‌عنوان‌نمونه، امروزه در بیشتر شهرهای بزرگ، آبِ‌شُرب پس‌از عملیات اولیهٔ تصفیه، کُلرزنی می‌شود که با اضافه‌کردن بعضی ترکیبات می‌توان کُلر موجود در آب را خنثی کرد و چنانچه بعد از این مرحله آب آلوده شود، به‌راحتی و به‌سرعت در سراسر شبکهٔ توزیع، منتشر می‌شود (حسینی‌دوست و همکاران، ۱۳۸۱: ۲۳). ازاین‌رو بایستی وضعیت آسیب‌پذیری عناصر زیرساخت آب در مقابل حملات بیوترویستی درراستای کاهش آسیب‌پذیری این زیرساخت مهم ملی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد، موضوعی که این مقاله تلاش دارد به آن بپردازد.

ادبیات تحقیق

مرور ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که مطالعهٔ حملات بیوتروریستی در زیرساخت منابع آب در سال‌های اخیر موردِتوجه گسترده بوده‌است و محققان رشته‌های گوناگون در این عرصه مشارکت داشته‌اند. تفاوت تحقیقات پیشین با پژوهش حاضر بدین جهت است که مطالعات پیشین غالباً به ارزیابی و شناسایی عوامل بیولوژیک، راه‌های پیشگیری و کاهش آسیب‌پذیری حملات بیوتروریستی پرداخته‌اند و پژوهشی با رویکرد تحقیق حاضر که میزان خطر و احتمال وقوع حملات بیوتروریستی را در هریک از قسمت‌های زیرساخت منابع آب بررسی می‌کند مشاهده نشد و ازاین‌جهت پژوهش حاضر دارای نوآوری است. جدول زیر به‌اختصار به پژوهش‌های صورت‌گرفته در این موضوع اشاره دارد.

جدول۱. ادبیات تحقیق پیرامون حملات بیوتروریستی به زیرساخت منابع آب

نام نویسندگان و سال	عنوان تحقیق	یافته‌های تحقیق
خسروی (۱۳۹۶)	بیوتروریسم در آب و موادِغذایی	یکی از راه‌های انتشار عوامل بیولوژیک، آلودگی عمدی آب و موادِغذایی است؛ ازاین‌رو تصفیه‌خانه‌ها، چاه‌های تأمین آب شُرب، مخازن آب تصفیه‌شده، انبارهای نگهداری و مراحل مختلف تولید و توزیع موادِغذایی در کارخانجات، بهترین نقاط برای واردکردن این عوامل بوده و هرچه مکانیسم کنترل ابتدایی‌تر باشد، امکان خراب‌کاری در آن‌ها بیشتر است.
توکلی، صراف‌پور و صمدی (۱۳۸۴)	آب، غذا و بیوتروریسم	این مقاله به بررسی آلودگی عمدی خراب‌کاری (آب و موادِغذایی) به‌عنوان یکی از راه‌های انتشار عوامل عفونی در بین جمعیت هدف پرداخته است. نتایج تحقیقات آنان نشان می‌دهد که در عملیات بیوتروریستی، عوامل و توکسین‌های زیادی ازطریق آب و موادِغذایی قابلِ‌انتقال هستند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به توکسین‌های باکتریایی و قارچی و عوامل ایجادکنندهٔ بیماری‌های شاربن، وبا و سالمونلوز اشاره کرد. در این‌گونه فعالیت‌های خراب‌کارانه، عمدتاً موادِغذاییِ آمادهٔ مصرف و حرارت‌ندیده موردِتوجه هستند.
زرقانی، خوارزمی و	جایگاه پدافند غیرعامل در امنیت	این مقاله به بررسی میزان آسیب‌پذیری عناصر و بخش‌های مختلف زیرساخت آب در برابر حملات نظامی و تروریستی می‌پردازد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که با وجود اهمیت بسیار

بخشی (۱۳۹۵)	زیرساخت‌های شهری با تأکید بر زیرساخت آب	زیاد آب در تداوم زندگی در شهر، عناصر و بخش‌های مختلف این زیرساخت شامل تأمین، حمل، ذخیره، پالایش، تصفیه و توزیع در برابر حملات نظامی و تروریستی بسیار آسیب‌پذیر هستند؛ ازاین‌رو رعایت اصول و ملاحظات دفاعی-امنیتی در مکان‌گزینی، طراحی، ساخت و مدیریت این تأسیسات بسیار ضروری است.
صراف‌پور و فرجزاده (۱۳۸۸)	مروری بر جنگ‌افزارهای بیولوژیک به‌عنوان تهدیدی برای منابع آب شُرب	در این مقاله پتانسیل تهدید عوامل بیولوژیکی برای آب و چالش‌های موجود در آشکارسازی این عوامل، راه‌های پیشگیری و کاهش آسیب‌پذیری مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که برنامه‌های درنظر گرفته شده برای جلوگیری از خراب‌کاری در شبکه‌های آب شُرب باید براساس پیشگیری، مقابله و آشکارسازی باشد و در تمام این موارد، آمادگی، نقش اصلی را ایفا می‌کند.
Jennefer B. Nuzzo (2006)	تهدیدات بیولوژیکی منابع آب آمریکا: به سوی یک سیاست امنیت ملی	سیستم‌های آب نقش تعیین‌کننده‌ای در امنیت ملی دارند و شیوع بیماری‌ها ازطریق آب که در گذشته صورت گرفته، آسیب‌پذیری زیرساخت آب و بهداشت عمومی را به آلودگی بیولوژیکی نشان می‌دهد. چنین تجربیاتی نشان می‌دهد که حملهٔ بیولوژیکی به منابع آب می‌تواند به‌طور جدی به سلامت عمومی، اعتماد و اقتصاد جامعه صدمه وارد کند و با این وجود توجهی به این حملات نمی‌شود و دلیل آن می‌تواند ناشی از فقدان شناخت علمی از آسیب‌پذیری منابع آب در مقابل آلودگی‌های عمدی باشد.
Patrica l. Meinhardt (2005)	آب و بیوتروریسم	هدف این مقاله بررسی شکاف اطلاعات در زمان وقوع بحران و ارائهٔ اطلاعات اپیدمیولوژیک و بالینی برای پزشکان و همچنین شناخت و جلوگیری از حملات تروریستی به زیرساخت منابع آب است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بیشتر پزشکان و متخصصان بهداشت عمومی در ایالات متحده، آموزش محدودی در شناخت و درمان بیماری‌های آب در اثر آلودگی طبیعی یا عمدی دارند؛ ازاین‌رو آمادگی کافی برای تشخیص بیماری‌های مرتبط با آلودگی عمدی آب را ندارند تا بتوانند درصورت حملهٔ بیوتروریستی به زیرساخت آب به آن پاسخ مناسب دهند.
محمدی‌اقدام و عزیزی (۱۳۹۷)	چالش‌ها و راهکارها در زمینهٔ کنترل کیفیت آب شرب در شرکت‌های آبفار ایران	این مطالعه با هدف شناسایی چالش‌ها و مخاطرات موجود درخصوص کنترل کیفیت آب شرب در شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی و ارائهٔ راه‌کارهای پیشنهادی درجهت مقابله با این چالش‌ها صورت گرفته است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که عوامل مختلفی ازقبیل افزایش سن تأسیسات تأمین و توزیع آب، کاهش آبدهی منابع آبی موجود و امکان نفوذ آلاینده‌ها به منابع آب و شبکهٔ توزیع کیفیت آب شرب در مناطق روستایی را به چالش می‌کشد و رسیدن به هدف تأمین مداوم کیفیت آب شرب در مناطق روستایی مستلزم شناخت و آگاهی از این مخاطرات، ناکارآمدی‌های موجود و مطالعهٔ تجارب مختلف داخلی و بین‌المللی است.

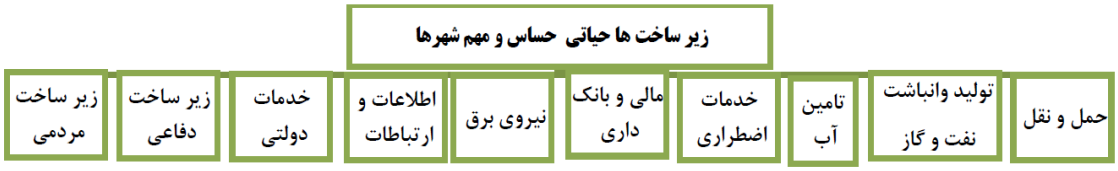
(منبع: یافته‌های تحقیق با استفاده از منابع دردسترس، ۱۳۹۸)

چارچوب مفهومی

- زیرساخت‌های شهری

زیرساخت‌ها تأسیساتی فیزیکی یا اماکن و بناهایی معنوی هستند که هرگونه اختلال یا عدم کارایی آن‌ها تأثیر تضعیف‌کننده‌ای بر امنیت ملی، اقتصاد و بهداشت عمومی می‌گذارد و موجبات خسارات مالی و تلفات انسانی را برای کشور فراهم می‌آورد (کاظم‌نیا و رستمی، ۱۳۸۹). در یک تقسیم‌بندی کلی، می‌توان زیرساخت‌ها را به دو نوع زیرساخت حیاتی و غیرحیاتی طبقه‌بندی کرد. زیرساخت‌های حیاتی را می‌توان به زیرساخت‌های مرتبط با امنیت ملی یک کشور مرتبط دانست (عبدالله‌خانی، ۱۳۸۵: ۹۲). به‌عبارت‌دیگر زیرساخت‌های حیاتی دارای گسترهٔ فعالیت ملی هستند و وجود و استمرار فعالیت آن‌ها برای کشور

حیاتی است و آسیب یا تصرف آن‌ها به‌وسیلهٔ دشمن باعث اختلال کلی در امور کشور می‌شود (رستمی، ۱۳۸۷). به‌طورکلی زیرساختی را حیاتی درنظر می‌گیرند که وقفه‌های طولانی در آن، می‌تواند موجب اختلال جدی در مسائل نظامی و اقتصادی شود (طباطبائی خدادادی و جهان‌تیغ پاک، ۱۳۹۴: ۹۴). مراکز پژوهشی مختلف در کشورهای جهان به بررسی و طبقه‌بندی انواع زیرساخت‌ها پرداخته‌اند؛ یکی از این مراکز، کمیسیون ریاست جمهوری آمریکا است که برای حفاظت از زیرساخت حیاتی این کشور با بررسی دقیق وکارشناسانهٔ این موضوع، ده هدف اساسی را در قالب زیرساخت‌های حیاتی و مراکز حساس تعیین کرده‌است. این زیرساخت‌ها و مراکز حیاتی و حساس عبارت‌اند از: زیرساخت حمل‌ونقل- تولید و انباشت نفت و گاز- تأمین آب- خدمات اضطراری- مالی و بانکداری- نیروی برق- اطلاعات و ارتباطات- خدمات دولتی- زیرساخت دفاعی و مردم (Edwards, 2003). این زیرساخت‌ها خدمات لازم برای تأمین رفاه و زندگی مردم یک کشور را فراهم کرده، اموری از قبیل: کنترل تأسیسات، هوا، فضای غیرنظامی تا هماهنگی خدمات امداد محلی و حفظ سیستم تجارت و بانکداری را شامل می‌شوند (زرقانی و اعظمی، ۱۳۸۹: ۷۳).

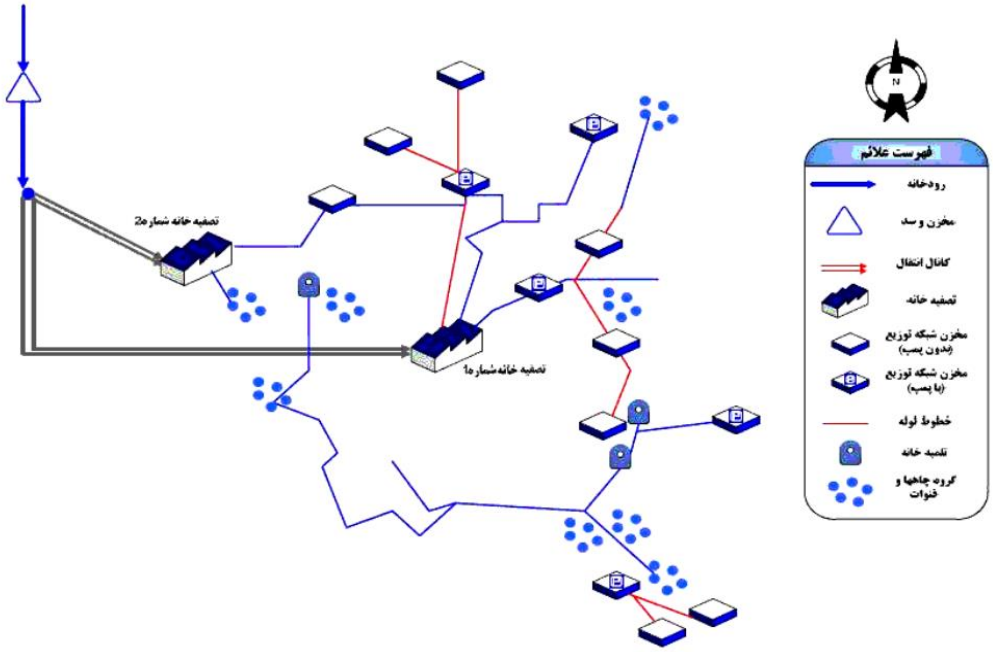


شکل۱. انواع زیرساخت‌ها و تأسیسات حیاتی، حساس و مهم شهری

(منبع: نگارندگان، برگرفته از Edwards,2003)

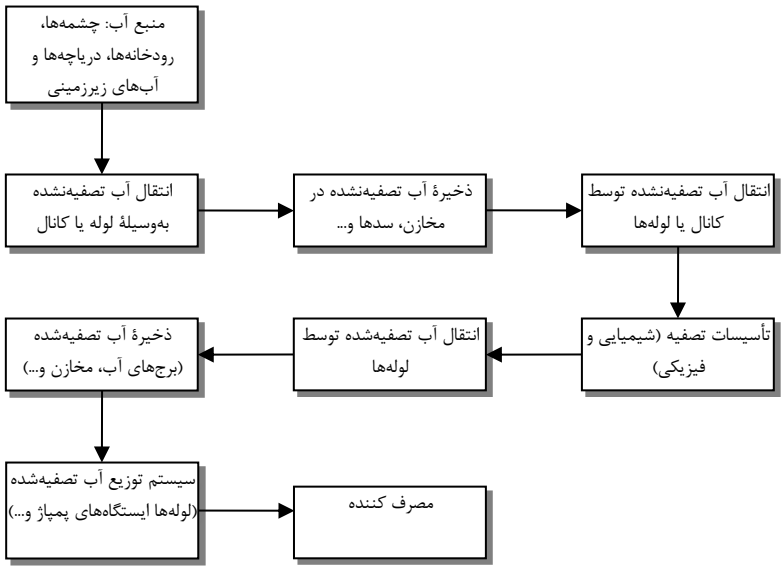
- زیرساخت آب شهری

در بین زیرساخت‌های شهر، شبکهٔ آب‌رسانی شهری به‌واسطهٔ وابستگی حیات و بقای شهروندان و صنایع و مراکز شهری به آب، از نقش و جایگاه کم‌نظیری برخوردار است. این شبکه، بخش‌های مختلفی دارد و در مقایسه با دیگر زیرساخت‌ها، گستردگی بسیار زیادی دارد. اجزا و تأسیسات شبکهٔ آب‌رسانی شهری شامل تصفیه‌خانه‌های آب، مخازن ذخیرهٔ آب شرب، چاه‌های تأمین‌کنندهٔ آب شرب، ایستگاه‌های پمپاژ، ایستگاه‌های کُلرزنی و خطوط انتقال است. فرایند تأمین آب شرب با برداشت از منابع آب شامل سد و چاه‌های تأمین آب آغاز شده و سپس آب خامِ برداشت‌شده از این منابع به تصفیه‌خانه‌های موجود وارد می‌شود. آب پس از تصفیه توسط خطوط انتقال، به دو روش ثقلی و پمپاژ و یا تلفیق هر دو به مخازن ذخیره در نقاط مختلف شهر انتقال داده می‌شود. در بسیاری از موارد، آب برداشت‌شده ازچاه‌ها به‌وسیلهٔ پمپ برداشت شده و پس از کُلرزنی به مخازن ذخیره انتقال می‌یابد (بیطرفان و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۹). همان‌طور که در شکل ۲ و ۳ ملاحظه می‌شود، این اجزا وسعتِ درخور توجهی دارند و احتمال آلودگی و تخریب در آن‌ها بسیار زیاد است.



شکل۲. نمونهٔ سیستم تأمین و توزیع آب شهری

(منبع: کریمی و همکاران، ۱۳۹۲)



شکل۳. نمایش سیستم آب در شهرها

(منبع: سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۳۹۱)

زیرساخت آب شهری، آب موردِنیاز شهروندان، سیستم‌های بهداشتی، صنایع و کارخانه‌های کوچک و بزرگ، مراکز و ادارات، بیمارستان‌ها و مراکز خدمات اضطراری و... را تأمین می‌کند. یک شبکهٔ آب‌رسانی شهری باید قادر باشد وظایف و نیازهای آبی نامبرده و نظایر آن‌ها را ازنظرکیفی (خواص فیزیکی و شیمیایی

آب) و ازنظر کمّی (دبی و فشار آب) برابر استانداردهای موجود و در بدترین شرایط زمانی و مکانی و شرایط اضطراری به‌خوبی انجام دهد (قاضی‌زاده، ۱۳۸۷: ۶). سامانهٔ آب‌رسانی شامل همهٔ تأسیساتی است که آب را از منبع تأمین، به تصفیه‌خانه یا مخازن ذخیره یا مخازن تأمین فشار و سپس به مصرف‌کننده منتقل می‌کند (پیش‌نویس ضوابط و طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی، ۱۳۹۰: ۳۱). به‌طورکلی منظور از آب‌رسانی و توزیع آب، انتقال آب از محل تولید آب، تا محل مصرف است (گلابچی‌گیلانی، ۱۳۸۸: ۳). شبکهٔ آب‌رسانی بااهمیت‌ترین و حیاتی‌ترین مؤلفهٔ زیرساختی شهری است که بدون آن نه‌تنها شکل‌گیری جوامع انسانی معنی‌دار نمی‌شود، بلکه زندگی فردی نیز دوام نمی‌آورد (بهزادفر، ۱۳۸۸ :۱). به همین جهت است که حفاظت از این چنین زیرساخت‌های حیاتی و دارایی‌های کلیدی، از مهم‌ترین وظایف و مأموریت‌های هر دولتی محسوب می‌شود؛ چراکه تخریب یا واردآمدن آسیب به آن‌ها، به‌راحتی می‌تواند تداوم حیات یک کشور را با مشکل مواجه سازد و امنیت آن را به لحاظ سیاسی، اقتصادی و دفاعی به شکل جدی به خطر اندازد (زرقانی و اعظمی، ۱۳۹۰: ۱۴۵).

-تروریسم و انواع آن

واژهٔ «Terror» از ریشهٔ لاتینی «Terrere» به‌معنای ترس و ترساندن گرفته شده‌است (سندوز، ۱۳۸۲: ۳۳۴). طبق تعریف لغت‌نامهٔ روابط بین‌الملل، ترور و تروریسم به فعالیت‌های بازیگران دولتی و غیردولتی که شیوه‌ها و تمهیدات خشن را در اَعمال خود برای رسیدن به اهداف سیاسی به‌کار می‌برند، اطلاق می‌شود (حمزه‌زاده، ۱۳۸۴: ۲۴). تهدیدات تروریستی شامل همهٔ انواع تهدیداتی است که ایجاد احساس ناامنی در میان مردم و مسئولان می‌کند. بمب‌گذاری، پرتاب مواد منفجره و استفاده از هر نوع اسلحهٔ گرم و سرد، ترور و آدم‌ربایی و گروگان‌گیری، ایجاد رعب و ترس جمعی و واداشتن مردم به تَرک محل کار، سکونت یا محل تحصیل و مانند آن از مصادیق تهدیدات تروریستی به شمار می‌رود (زرقانی و اعظمی، ۱۳۹۰: ۱۴۵). دربارهٔ انواع و ابعاد تروریسم هم نظریات متفاوتی وجود دارد. تروریسم با انواع مختلفی شامل تروریسم ملی‌گرا، تروریسم سیاسی، نارکوتروریسم (تروریسم موادِمخدر)، تروریسم دینی مذهبی، تروریسم تحت حمایت حکومت‌ها تروریسم دولتی و تروریسم آزاد تقسیم می‌شود و ازنظر ابعاد نیز کارشناسان معتقد به تقسیم‌بندی شامل تروریسم هسته‌ای، تروریسم کشاورزی، تروریسم شیمیایی، تروریسم جنایی، تروریسم انتحاری و بیوتروریسم هستند (اعظمی و زرقانی، ۱۳۸۹: ۷۳).

- بیوتروریسم

واژهٔ «بیوتروریسم» از دو بخش تشکیل شده‌است: «بیو» و «تروریسم»؛ «بیو» به‌معنای حیات و زندگی است و «تروریسم» به معنای تهدید و ارعاب و کشتن افراد (دریایی، ۱۳۹۴: ۲۷). بیوتروریسم در لغت به معنای ایجاد رعب و وحشت با بهره‌گیری از عوامل بیولوژیک یا زیست‌شناختی است (آندرولی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۸۹)، ولی درعمل، هم به‌معنای اشاره‌شده و هم به مفهوم استفادهٔ عمدی از باکتری‌ها، ویروس‌ها یا سموم طبیعی به‌عنوان یک سلاح برای کشتن، زخمی یا ایجاد بیماری در انسان، جانوران و یا گیاهان است که با هدف ایجاد رعب و وحشت، اختلال در اقتصاد یا برای دریافت پاسخ از دولت، توسط یک گروه تروریستی یا یک رژیم نامشروع به‌کار می‌رود (Department of Health.2012: 3).

- عوامل و سلاح‌های بیولوژیک

عوامل بیولوژیک درواقع ارگانیسم‌های بیماریزا یا توکسین‌های طبیعی یا دستکاری‌شده‌ای هستند که از منابع بیولوژیک (هورمون‌های مشتق‌شده از جانداران)

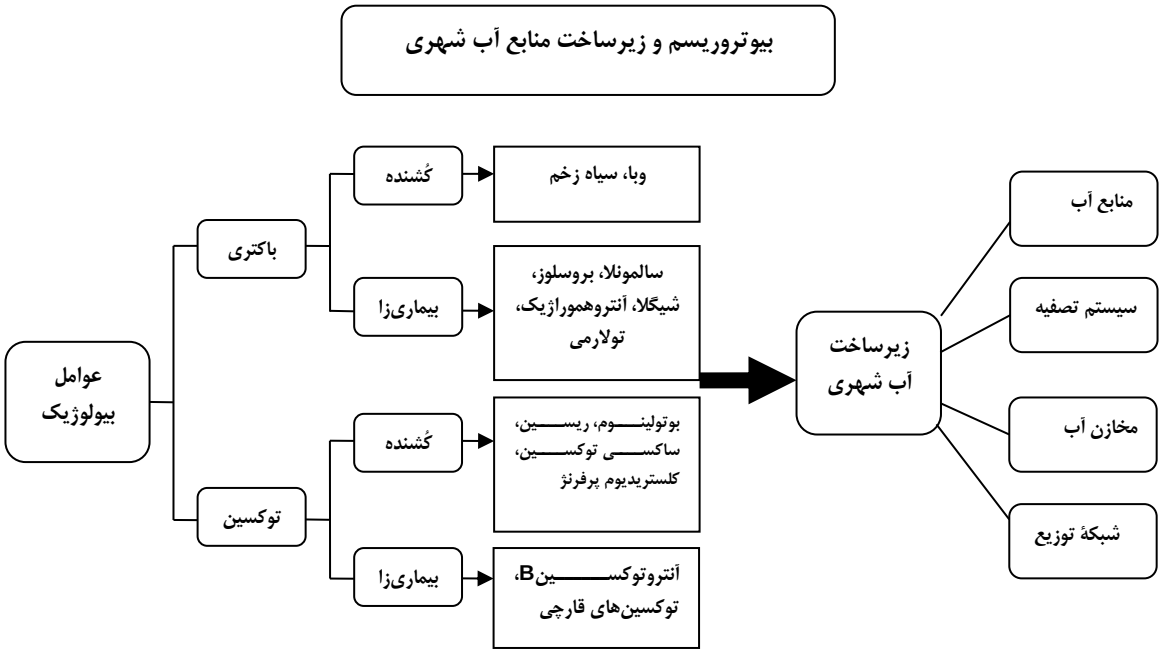
تولید می‌شوند. توکسین‌ها هم سمومی هستند که از ارگانیسم‌های زنده، تولید یا استخراج می‌شوند (خلیلی‌فر و ولدخانی، ۱۳۸۹: ۱۵). عوامل بیولوژیک طبیعی خطرناک یا مهندسی‌شده به‌منظور ایجاد هدفمند تلفات یا بیماری در یک جمعیت انسانی یا خسارت در حوزهٔ دامی، کشاورزی، محیط‌زیست و صنعت را سلاح زیستی می‌گویند (شهپری، ۱۳۹۶: ۱۰۷). درواقع هر عامل میکروبی یا توکسین بیولوژیک که توانایی ایجاد بیماری را داشته باشد، عامل بالقوه به‌منظور استفاده به‌عنوان سلاح بیولوژیک را دارد. در بین سلاح‌های زیستی، معمولاً عواملی که از طریق تنفسی انتقال می‌یابند برای تروریست‌ها ایده‌آل هستند، زیرا از این طریق می‌توانند عامهٔ جمعیت یک شهر یا منطقه را آلوده کنند (حسینی‌دوست و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۷۲).

- طبقه‌بندی عوامل بیولوژیک در بیوتروریسم

میکروارگانیسم‌های مورد استفاده به‌عنوان سلاح‌های بیولوژیک بسیار متنوع هستند و آن‌ها را براساس ویژگی‌های مختلف می‌توان مورد طبقه‌بندی قرار داد. یک نوع طبقه‌بندی براساس نوع ارگانیسم است که می‌توان این عوامل را به ویروس‌ها، باکتری‌ها، ریکتسیا، توکسین‌های بیولوژیک و درنهایت ارگانیسم‌های دستکاری‌شده ژنتیکی تقسیم کرد. طبقه‌بندی دیگر از جهت نوع اثر است که بر این مبنا این عوامل به دو دستهٔ عوامل کُشنده و عوامل ناتوان‌کننده یا تضعیف‌کننده تقسیم‌بندی می‌شوند، که البته هرکدام از عوامل کُشنده و ناتوان‌کننده به دو دستهٔ مُسری و غیرمُسری تقسیم می‌شوند. براساس نوع هدف نیز می‌توان عوامل بیولوژیک را تقسیم‌بندی کرد؛ از این جهت عوامل بیولوژیک را می‌توان به عوامل بیولوژیک ضدانسان؛ ضدحیوان؛ ضدانسان و حیوان یا عوامل مشترک و درنهایت عوامل ضدگیاه یا نبات تقسیم‌بندی کرد. درنهایت عوامل بیولوژیک را می‌توان به لحاظ راه ورود به بدن انسان نیز تقسیم کرد که از این جهت عوامل بیولوژیک را می‌توان به عوامل بیولوژیک: استنشاقی؛ خوراکی یا دهانی و جلدی یا پوستی تقسیم کرد (شاه‌حسینی، ۱۳۸۱: ۱۰۲-۱۰۳).

- احتمال وقوع و شدت اثر

براساس علم آمار، هر رویداد غیرقطعی، می‌تواند با توجه به احتمال خاصی رخ دهد. این احتمال وقوع، به دو روش می‌تواند تفسیر شود. در روش اول به منزلهٔ فراوانی نسبی رویداد تفسیر می‌شود و در روش دوم همان سنجش ذهنی از عدم قطعیت‌ها دربارهٔ پیشامدها و پیامد آن‌ها در آینده است که ازطریق مشاهده یا دانش و تجارب ارزیابی‌کننده مشخص می‌شود. درعمل معمولاً سه روش برای تخمین احتمال وقوع هر پیشامد به‌کار برده می‌شود. در مواردی مانند پرتاب سکه با محاسبات ریاضی می‌توان احتمال وقوع هر وضعیت را به‌دست آورد (احتمال کلاسیک). در سایر موارد که مسئله به این سادگی نیست، می‌توان از اطلاعات و تجارب گذشته که البته باید تا حد قابل‌قبول مشابه وضعیت حاضر باشند، استفاده کرد (احتمال تکرارشونده). برای محاسبهٔ احتمال وقوع اتفاقی که به‌ندرت اتفاق می‌افتد، نه روش محاسبات ریاضی جوابگو است و نه اطلاعات ثبت شدهٔ کافی دردسترس است. در این حالت راهی به‌جز اتّکا به قضاوت متخصصان و اهل‌فن وجود ندارد (احتمال برپایهٔ دانش یا ذهنی). شدت اثر به منزلهٔ دومین عامل ریسک، به‌معنی میزان تأثیری که یک ریسک درصورت وقوع می‌تواند برروی یک یا چند مورد از اهداف پروژه داشته باشد، تعریف شده‌است. این شدت به‌صورت توصیفی (مانند خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی‌زیاد) یا به‌صورت کمّی بیان می‌شود (کلانتری و همکاران، ۱۳۹۳:۳۶).



شکل۴: مدل مفهومی تحقیق

(منبع: نگارندگان،۱۳۹۸)

روش تحقیق

این پژوهش براساس ماهیت و روش توصیفی-تحلیلی است و اطلاعات پژوهش به دو صورت مطالعهٔ کتابخانه‌ای و میدانی گردآوری شده‌است. براین‌اساس در بخش کتابخانه‌ای با مراجعه به منابع معتبر مهم‌ترین شیوه‌ها و عوامل بیوتروریستی و نحوهٔ تأثیرگذاری آن‌ها بر زیرساخت آب شهری مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش مطالعهٔ میدانی و با مراجعه به نظر صاحب‌نظران و کارشناسان، میزان خطر و احتمال وقوع تهدیدات بیوتروریستی در اجزا و بخش‌های مختلف زیرساخت آب مورد ارزیابی قرار گرفته است. در بخش مطالعهٔ میدانی، با توجه به تخصصی‌بودن موضوع (ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت آب در برابر تهدیدات بیوتروریستی) با محدودیت شدید تعداد کارشناسان و صاحب‌نظران دانشگاهی مرتبط روبه‌رو بودیم و از تعداد ۲۵۰ پرسشنامهٔ ارسالی، فقط ۶۰ نفر صلاحیت و موافقت خود را با تکمیل پرسشنامه اعلام کردند و ازاین‌رو این تعداد پرسشنامه مبنای ارزیابی قرار گرفت. آزمون پایایی پرسشنامه‌ها با آلفای کرونباخ ۰/۹۵ محاسبه شد.

سؤالات تحقیق

۱- بر مبنای دو معیار «میزان آسیب‌پذیری» و «احتمال تهدید (وقوع)» وضعیت هرکدام از عناصر و بخش‌های زیرساخت آب در مقابل حملات بیوتروریستی چگونه است؟

۲- میزان آسیب‌پذیری و احتمال تهدید حملات بیوتروریستی در کدام‌یک از عناصر زیرساخت منابع آب شهری بیشتر است؟

بحث و تحلیل

- عوامل بیولوژیک در تهدیدات بیوتروریستی در زیرساخت آب

میکروارگانیسم‌هایی که برای استفادهٔ بالقوه به‌عنوان جنگ‌افزار بیولوژیکی ازطریق آب مورد استفاده قرار

می‌گیرند شامل باکتری‌ها و توکسین‌ها می‌شوند که در ادامهٔ مطلب به هریک از آن‌ها اشاره می‌شود. همچنین در جدول۲ قدرت پایداری هریک از میکروارگانیسم‌ها در آب به‌طورخلاصه آورده شده‌است.

- **سیاه‌زخم**[1]

این باکتری سال‌ها در آب قابلیت ادامهٔ حیات دارد و اگر در شرایط غیرمناسب محیطی مانند دمای ۳۲ درجه و بالاتر قرار گیرد، از شکل رویشی که قدرت تکثیر و تقسیم‌شدن دارد، به شکل مقاوم در آمده و در این حالت می‌تواند به‌مدت طولانی در محیط باقی بماند. پس از این در صورت ورود به بدن یک میزبان مانند انسان، مجدداً به حالت رویشی بازگشته و ایجاد بیماری می‌کند (شهپری، ۱۳۹۶: ۲۹). مرگ‌ومیر سیاه‌زخم گوارشی نسبتاً زیاد است، به‌طوری‌که در ۷۰ تا ۸۰ درصد موارد منجر به مرگ می‌شود (بیگدلو و ملکوتی‌خواه، ۱۳۹۱: ۲۸).

- **بروسلوزیس (تب مالت)**[2]

تب مالت به‌وسیلهٔ گونه‌هایی از باکتری بروسلا ایجاد می‌شود. این باکتری در محیط مایع مقاوم است، اما می‌توان آن را به‌وسیلهٔ حرارت و مواد ضدعفونی‌کننده سریعاً نابود کرد (انسیتو تحقیقاتی و دفاعی سوئد، ۱۳۷۵: ۴۶). همچنین در شرایط انجماد خشک (لیوفیلیزه) نه‌تنها قدرت زندگی را از دست نمی‌دهد، بلکه قدرت ویرولانس خود را نیز افزایش می‌دهد. نرخ مرگ‌ومیر تب مالت کم است و سبب ایجاد اختلال در زندگی افراد می‌شود. ازاین‌رو در حملات بیوتروریستی نیز احتمال آلودگی آب به‌وسیلهٔ این باکتری زیاد است (شاه‌حسینی، ۱۳۸۱: ۵۱۰).

- **تولارمی**[3]

این باکتری نیز بسیار مقاوم است و می‌تواند تا هفته‌ها در آب زنده بماند (کاسپر، ۱۳۸۵: ۲۳)، اما حرارت و مواد ضدعفونی‌کننده آن را به‌راحتی از بین می‌برد (لوبیتس، ۱۳۸۴: ۴۳). مواردی از همه‌گیری تولارمی در دهه‌های ۱۹۳۰-۱۹۴۰ میلادی به‌دنبال مصرف آب‌های آلوده در اروپا و شوروی سابق حادث شد و در همان زمان همه‌گیری حیوانی آن در ایالات‌متحده نیز به‌وقوع پیوست (قزوینی و همکاران، ۱۳۸۲: ۹۸).

- **وبا**[4]

این باکتری مهم‌ترین بیماری قابل انتقال از طریق آب است و انسان از طریق نوشیدن آب آلوده به این بیماری مبتلا می‌شود که منجر به مرگ‌ومیر بالا طی مدت کوتاهی می‌شود. این باکتری می‌تواند برای مدتی طولانی در آب زنده بماند، اما به گرما و کُلرزنی حساس است (معصوم‌بیگی، ۱۳۸۲ : ۴۱). یک فرد باید حداقل ۱۰ میلیون تا یک میلیارد ارگانیسم بخورد تا دچار عفونت شود و علائم بیماری در وی ظاهر شود. ازاین‌رو برای استفاده‌های بیوتروریستی، به تولید این باکتری در مقادیر زیاد نیاز است (قزوینی و همکاران، ۱۳۸۲: ۱۲۵). در طول تاریخ نیز شاهد استفاده از این عامل در جنگ‌ها بوده‌ایم؛ به‌طورمثال در جنگ بین ژاپن و چین در سال ۱۹۴۰ واحد ۷۳۱ ژاپن سبب ایجاد اپیدمی وسیعی از وبا در منطقهٔ گونچام چین شد (شاه‌حسینی، ۱۳۸۱: ۵۴). همچنین در دههٔ ۱۹۹۰ آلودگی آب آشامیدنی باعث یک همه‌گیری بزرگ در پرو و کشورهای همسایه شد که تخمین زده می‌شود در این همه‌گیری حدود ۱۰۰ میلیون نفر در معرض بیماری قرار گرفتند (لوبیتس، ۱۳۸۴: ۳۵).

1. Antherax Agent
2. Brucellosis Agent
3. Tularemia Agent
4. Cholera Agent

جدول ۲. بعضی از خواص عوامل بیولوژیک آلوده‌کنندهٔ آب

میکروارگانیسم	بیماری ایجادشده	دوز عفونت‌زایی	مدت زمان زنده‌ماندن در آب (روز)
باکتری‌ها			
اشریشیا کلی	اسهال	-	۲-۲۶۲
سالمونلا	تب حصبه	$۱۰^{۷}$	۲-۹۳
ویبر کلرا	وبا	کمتر از $۱۰^{۱۹}$	۴-۲۸
شیگلا	اسهال	$۱۰^{۹}$-$۱۰^{۴}$	۱۵-۲۷
باسیلوس آنتراسیس	سیاه‌زخم	کمتر از $۱۰^{۳}$	سال‌ها
ویروس ها			
کوکساکی ویروس	بیماری برون	کمتر از $۱۰^{۳}$	۵۶-۲۸۰
هپاتیت آ	یرقان	$۱۰^{۴}$-۵	۱۶-۶۸
آدنوویروس	آنتریپ	$۱۰^{۴}$-۵	۱۶-۶۸
اککوویروس‌ها	التهاب پرده‌های مغز	-	۱۷۰

(منبع: حسینی‌دوست و همکاران، ۱۳۸۱)

- **تب تیفوئید (سالمونلا تیفی)**[1]

سالمونلا یک ارگانیسم سخت است که در برابر شرایط طبیعی و زیست‌محیطی به‌خوبی مقاومت می‌کند (جنگجوی مادوانی، ۱۳۹۰: ۱۰۹) به‌طوری‌که در آب‌های سطحی تا ۲ ماه زنده می‌ماند و با یخزدن هم نابود نمی‌شود (معصوم بیگی، ۱۳۸۲: ۴۰) . این باکتری به‌سادگی و سرعت رشد می‌کند، تکثیر آن نیاز به ابزارها و مهارت پیچیده ندارد و انتقال ثانویهٔ آن نیز چشم‌گیر است. تعداد ۱۰ عدد باکتری می‌تواند بیماری ایجاد کند و این نشان‌دهندهٔ خطرناک‌بودن و ویرولانس بالای آن است. میزان مرگ‌ومیر آن پایین است، اما گاهی مراقبت‌های لازم در بیمارستان، ضروری است (قزوینی و همکاران، ۱۳۸۲: ۳۸). نمونه‌های استفاده از این عامل در سال ۱۹۴۲ بوده واحد ۷۳۱ ژاپن ۱۳۰ کیلوگرم باسیل پاراتیفوئیدA را در چاه‌های روستاهای منطقهٔ نانکینگ چین پخش کردند که نتیجهٔ آن ایجاد و توسعهٔ اپیدمی این بیماری، بلادرنگ بعد از پخش بود (شاه‌حسینی، ۱۳۸۱: ۵۵).

- **شیگلادیسانتری**[2] **(اسهال خونی)**

این بیماری ناشی از باسیل گرم منفی روده‌ای از گونهٔ شیگلا است و به‌دنبال آلودگی منابع آب سبب ابتلای سریع افراد می‌شود (کرمی، ۱۳۹۴: ۱۰۶). باکتری فوق مهاجم بوده و سَم نیز تولید می‌کند و تعداد کمی از باکتری برای شروع عفونت حاد با شیگلادیسانتری کافی است (انسیتو تحقیقاتی و دفاعی سوئد، ۱۳۷۵: ۴۶). به‌طوری‌که ۱۰ تا ۱۰۰ میکروارگانیسم می‌تواند بیماری ایجاد کند. انتقال ثانویه وجود دارد و آلودگی خیلی سریع از فردی به فرد دیگر منتقل می‌شود که در این موارد میزان مرگ‌ومیر به ۲۰ درصد هم می‌رسد (قزوینی و همکاران، ۱۳۸۲: ۳۸).

- **توکسین‌ها**
- **بوتولینوم**[3]

این توکسین قوی‌ترین مادهٔ کشندهٔ شناخته‌شده است که مقدار کشندهٔ این سم برای یک فرد بزرگسال از طریق خوراکی، بالغبر ۷۰ میکروگرم است (نوویک و مار، ۱۳۸۳ :۱۷۷). در سناریوی حملات بیوتروریستی یا جنگ بیولوژیک، این توکسین ممکن است از طریق آلوده‌سازی منابع آب استفاده شود که موجب

1. Typhoid fever
2. DysenteryShigella
3. Botulinum Toxins

مرگ‌ومیر فراوانی می‌شود. سرعت فساد محیطی این توکسین حدود ۱ درصد در هر دقیقه است؛ بنابراین مدت زمان بین نشست عامل و خوردن آن باید خیلی کوتاه باشد (کاسپر،۱۳۸۵: ۲۴). همچنین سرعت و شدت بروز علائم بوتولیسم در حملات بیوتروریستی ارتباط مستقیمی با مقدار توکسین جذب‌شده دارد (لوبیتس، ۱۳۸۴: ۷۳). در شکل ۲ حملات فرضی با توکسین بوتولینوم به سیستم آب به‌صورت خلاصه آورده شده‌است.

- **توکسین تتانوس[1]**

این توکسین توسط کلستریدیوم تتانی تولید می‌شود (کرمی، ۱۳۹۴: ۱۱۱). جنس کلستریدیوم شامل گروهی از باکتری‌های گرم بی‌هوازی است که در غیاب اکسیژن رشد کرده و اسپورهای مقاوم به حرارت ایجاد می‌کند. توان هاگ‌زایی این باکتری در اپیدمیولوژی مسمومیت‌ها نقش بسزایی دارد. با توجه به این ویژگی‌ها، احتمال استفاده از این توکسین در حملات بیولوژیک از طریق آلوده‌سازی آب وجود دارد (حسینی‌دوست و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۳۸).

- **انتروتوکسین B استافیلوککی[2]**

انتروتوکسینB استافیلوککی توکسینی با خاصیت معتدل است، ولی به‌دلیل راحتی تولید در مقادیر بالا، توان بالای تضعیف‌کنندگی با مقادیر کم، قدرت و مقاومت به حرارت از مهم‌ترین توکسین‌ها با کاربرد نظامی است که می‌توان در خلال حملات بیوتروریستی از این توکسین برای عملیات خراب‌کاری در تأسیسات تهیهٔ آب شُرب استفاده کرد (شاه‌حسینی، ۱۳۸۱: ۱۲۸). بلع حدود ۲۵ هزارگرم از آن در انسان پس از ۳ تا ۱۲ ساعت ایجاد بیماری می‌کند (قزوینی، ۱۳۸۲: ۱۳۶). مسمومیت ایجادشده کشنده نیست، ولی به‌شدت ناتوان‌کننده است (کرمی، ۱۳۹۴: ۱۰۵).

- **توکسین‌های قارچی (مایکوتوکسین‌ها یا تریکوتسن‌ها)[3]**

مایکوتوکسین‌ها گروهی از ترکیبات سَمی طبیعی هستند که توسط قارچ‌های مقاوم به حرارت و اسید معده تولید می‌شوند. مایکوتوکسین‌ها پتانسیل بالقوهٔ زیادی برای کاربرد در جنگ‌های توکسینی دارند، چراکه شناسایی و همین‌طور تعیین هویت و رفع آلودگی از آن‌ها و تشخیص و درمان بیماری‌های ناشی از آن بسیار دشوار است. ازاین‌رو استفاده از توکسین T2 در خلال حملات میکروبی به‌صورت آلودگی منابع آب می‌تواند پیامدهای زیادی به‌دنبال داشته باشد (شاه‌حسینی، ۱۳۸۱: ۱۳۷).

- **ساکسی توکسین[4]**

ساکسی توکسین یک نوروتوکسین قوی است که نسبت‌به سایر عوامل فلج‌کننده ۱۰۰۰ برابر قوی‌تر است و مسمومیت آن خطرناک و کشنده است. ساکسی توکسین و مشتقات آن همگی در آب محلول بوده، لذا از این توکسین برای آلوده‌کردن منابع آب آشامیدنی استفاده می‌شود (لوبیتس، ۱۳۸۴: ۹۱).

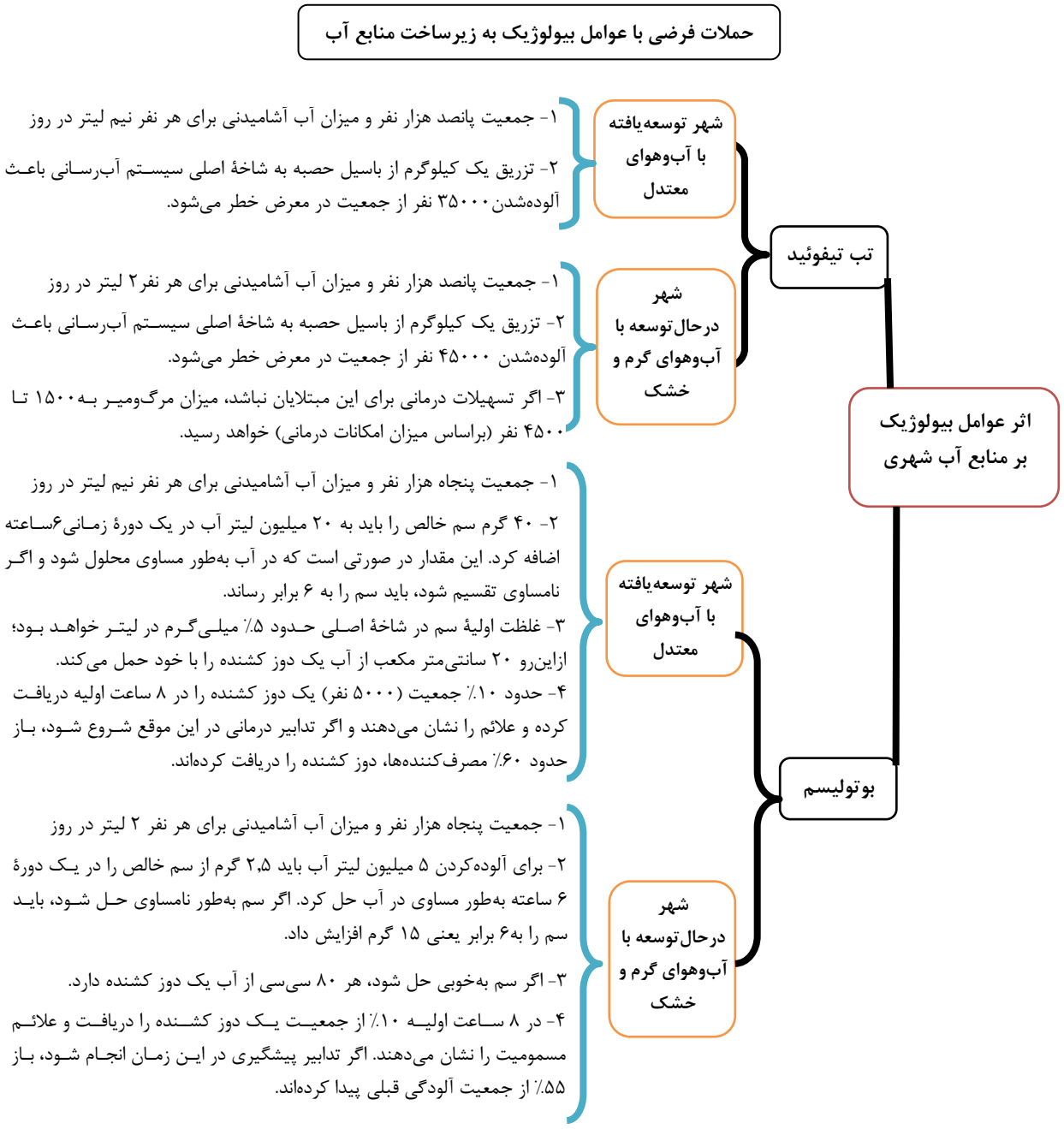
- **ریسین[5]**

ریسین یک توکسین بالقوه خطرناک است که در تمام دنیا وجود دارد و به‌راحتی از گیاه کرچک قابل استخراج است (حسینی‌دوست و همکاران،۱۳۸۱: ۱۴۸). در حملات بیولوژیک مسمومیت با این توکسین می‌تواند از طریق آلودگی منابع آب صورت گیرد (بهداری سپاه، ۱۳۸۱: ۵۲) که پس از یک سلسله علائم، مثل شروع سریع تب، تهوع، استفراغ، اسهال حاد، اختلالات عروقی و شوک سرانجام به مرگ منتهی می‌شود (شهپری، ۱۳۹۶: ۵۶).

1. Tetanus Toxin
2. StophylococalEntrotoxin B
3. Mycotoxins
4.Saxitoxin
5.Ricin Toxin

- روش‌های آلوده‌کردن زیرساخت آب شهری در حملات بیوتروریستی

استفاده از عوامل بیولوژیک برای آلوده‌سازی منابع آب به روش‌های مختلف و در عناصر و اجزای مختلف، زیرساخت آب در بخش تأمین، تصفیه و انتقال و مصرف ممکن است انجام گیرد. شکل ۲ به‌طور فرضی برخی از شیوه‌های آلوده‌سازی زیرساخت آب را نشان می‌دهد. در ادامهٔ مطلب به‌اختصار به این روش‌ها اشاره می‌شود:



شکل ۵. حملات فرضی با عوامل بیولوژیک به زیرساخت منابع آب شهری

(منبع: نگارندگان، برگرفته از جنگجوی مادوانی، ۱۳۹۰ و شاه‌حسینی: ۱۳۸۱)

- **منابع تهیهٔ آب**

نخستین قسمت از شبکهٔ آب‌رسانی، منابع آب است که به دو دسته تقسیم می‌شود: سطحی و زیرزمینی. منابع آب سطحی شامل چشمه‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌هاست که برای ذخیرهٔ آن‌ها باید از سدها استفاده کرد. منابع آب زیرزمینی نیز با حفر چاه قابل دسترسی است. به‌طورکلی حفاظت از منابع آب به‌دلیل گستردگی فراوان آن‌ها، بسیار دشوار است (بیطرفان و همکاران، ۱۳۹۴: ۷۴). آلوده‌کردن آب رودخانه‌های ورودی به سدها به‌دلیل دردسترس‌بودن عموم و عدم حفاظت از آن‌ها، بسیار سهل و آسان است و معمولاً نیز بخش‌هایی آسیب پذیرترند که به‌خوبی حفاظت نمی‌شوند، البته آلوده‌شدن منابع آب به میزان سَمی‌بودن و غلظت مواد آلاینده بستگی دارد. هرچه منابع آب بزرگتر باشند، آسیب‌پذیری آن‌ها ناشی از آلودگی طی عملیات تروریستی و خراب‌کاری کمتر است (خیراندیش و هاشمی، ۱۳۹۳: ۴۲). نمونه‌های آن فعالیت‌های بیولوژیکی ژاپنی‌ها در سال ۱۹۴۲- ۱۹۳۹ که شامل آزمایش علیه ارتش و مردم عادی چین به‌وسیلهٔ آلوده‌کردن سدها و چشمه‌ها به تیفوئید و سایر مواد بیماری‌زا بوده‌است (سالیوانت، ۱۳۸۹: ۳۱۵). همچنین در سال ۱۹۹۳ آلودگی منابع آب شهر میلواکی در آمریکا با میکروارگانیسم کریپتوسپوریدیوم ۳۵۰۰۰۰ نفر را تحت‌تأثیر قرار داد (مظفری، ۱۳۸۹: ۴۶). در سال ۲۰۰۰ آلوده‌کردن آب رودخانهٔ نوار غزه توسط صهیونیست‌ها (بیگدلو و ملکوتی‌خواه، ۱۳۹۱: ۸۸) و در سال ۲۰۱۵ آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی کشور یمن با انتشار گازهای سَمی توسط جنگنده‌های سعودی نیز گزارش شده‌است.

- **تصفیه‌خانهٔ آب**

مهم‌ترین جزء در فرایند تأمین آب شرب، بدون شک تصفیه‌خانه‌های آب موجود است که وظیفهٔ اصلی استحصال آب شرب با قابلیت اطمینان بالا را برعهده دارد (بیطرفان و همکاران، ۱۳۹۴: ۴۰). تصفیه‌خانه‌ها در اغلب موارد آخرین مانع برای پاکسازی آب آلوده به آلاینده‌ها هستند. ازاین‌رو اولین نقطه‌ای که امکان تزریق مواد آلاینده در آن زیاد است، تصفیه‌خانه‌ها هستند. ورود سموم و عوامل بیماری‌زای خطرناک به فرایند تصفیهٔ آب و یا مخازن آب تصفیه‌شده، می‌تواند ازطریق عوامل تروریست، کارکنان ناراضی و یا تأمین‌کنندگان مواد شیمیایی تصفیه‌خانه صورت گیرد. به‌طوری‌که با حذف و غیرفعال‌کردن سامانه‌های تصفیهٔ شیمیایی آب، مثل بستن شیرهای تزریق مادهٔ گندزدا و یا افزودن بیش از اندازهٔ مواد شیمیایی در حین تصفیه و به‌دنبال آن افزودن عوامل بیماری‌زا به آب، عواقب خطرناکی به‌دنبال خواهد داشت. همچنین اختلال در تزریق گاز کُلر، می‌تواند عواقب وخیمی را نیز در پی داشته باشد (انجم‌روز، ۱۳۹۵: ۷۸-۷۹)؛ بنابراین اولین گام در بررسی درجهٔ اهمیت فرایند آب‌رسانی، بررسی عملکرد تصفیه‌خانهٔ آب است.

- **آلوده‌سازی مخازن ذخیرهٔ آب و ایستگاه‌های پمپاژ**

مخازن ذخیرهٔ آب به‌دلیل حجم بالای آب ذخیره‌شده در آن‌ها که تأمین بخش قابلِ‌توجهی از آب موردِنیاز را برعهده دارد، از اهمیت بالایی برخوردار است. خطر آلوده‌شدن مخازن آب و ایستگاه‌های پمپاژ به‌علت عدم حفاظت فیزیکی مناسب و دسترسی آسان به مخازن ذخیره و ایستگاه‌های پمپاژ بالا است و آلودگی ممکن است با ورود افراد تروریست و خراب‌کار و یا کارکنان ناراضی و با تزریق انواع آلاینده‌های زیستی صورت گیرد. مانند فرقه راجنیشی[1] که در سال ۱۹۸۴ با استفاده از چند بطری باکتری سالمونلا اقدام به آلوده‌کردن مخزن آب در تعدادی از رستوران‌های دالس، اورگون کردند که سبب شیوع یک بیماری در

1. Rajneeshee

بیش از ۷۵۰ مورد شد که درحالت عادی در طول سال به بیشتر از ۵ مورد نمی‌رسید (ام کلارک و حکیم، ۱۳۹۴: ۴۷). نمونهٔ دیگر در سال ۱۹۹۳ آلوده‌کردن آب شهر سلیمانیهٔ عراق به دستور فرماندهان ارشد عراقی در زمان شورش مردم علیه صدام بود که سبب شیوع گستردهٔ بیماری‌در بین‌مردم‌شد (بخشی، ۱۳۹۴: ۱۱۲).

- **شبکهٔ توزیع**

شبکه‌های توزیع آب در شهر شامل شبکهٔ انشعابی یا شاخه‌ای، شبکه حلقوی یا مداری و شبکهٔ مختلط است. گستردگی و پراکندگی، یکی از خصوصیات ذاتی شبکه‌ها محسوب می‌شود که موجب دشوارشدن فعالیت‌های حفاظتی و بهره‌برداری می‌شود و آن‌ها را در برابر حملات بیوتروریستی بسیار آسیب‌پذیر کرده‌است. در مسیر شبکه، معمولاً ایستگاه پمپاژ، ایستگاه کُلرزنی، مخزن ذخیره و شیرهای آتش‌نشانی قرار دارند. آلوده‌سازی شبکه‌های آب‌رسانی ازطریق حملات بیوتروریستی با استفاده از شیرهای آتش‌نشانی، منازل اجاره‌ای، شیرهای قطع و وصل جریان و ایستگاه‌های گندزدا در طول مسیر امکان‌پذیری است. این حملات می‌توانند توسط تروریست‌ها و یا کارکنان ناراضی و با تزریق مقدار زیادی آلاینده و با استفاده از دستگاه‌های پمپاژ که به روش جریان برگشتی[1] معروف است، صورت گیرد (خیراندیش و هاشمی، ۱۳۹۳: ۴۱). یکی دیگر از روش‌های مؤثر آسیب‌رساندن که باعث گمراهی کارکنان سازمان آب می‌شود، اضافه‌کردن عامل بیولوژیک در زمان کنترل و تشخیص آلودگی‌های بیولوژیک آب است. به این ترتیب خراب‌کاری در مرحلهٔ کنترل و تشخیص به‌وجود می‌آید. این کار باعث می‌شود که مأموران آب را غیرقابل استفاده اعلام کنند و درنتیجه شهر دچار مشکلات فراوانی در ارتباط با تهیهٔ آب مشروب سالم می‌شود (شاه‌حسینی، ۱۳۸۱: ۶۳۲).

یافته‌های میدانی

با توجه به جدیدبودن موضوع تهدیدات زیرساخت‌های شهری درمقابل تهدیدات بیوتروریستی در بخش مطالعهٔ کتابخانه‌ای تلاش شده‌است مهم‌ترین تهدیدات در هرکدام از بخش‌ها عناصر زیرساخت شهری براساس شواهد و سوابق بررسی شود. از آنجا که اساساً این نوع حملات تروریستی ترس و وحشت فراگیر ایجاد می‌کند، داده‌ها و شواهد دربارهٔ سوابق حملات تروریستی در کشورهای مختلف جنبهٔ محرمانه داشته و فقط در حد تیتر خبری نقل می‌شود؛ ازاین‌رو همانند پژوهش‌های مرسوم دیگر، امکان بررسی دقیق و ذکر مستندات و مصادیق وجود ندارد. سؤال اول پژوهش به بررسی وضعیت هرکدام از عناصر و بخش‌های زیرساخت آب در مقابل حملات بیوتروریستی برمبنای دو معیار «میزان آسیب‌پذیری» و «احتمال تهدید (وقوع)» اختصاص داشت. براین‌اساس و همچنان که در بخش روش تحقیق توضیح داده‌شد، براساس پرسشنامهٔ طراحی‌شدهٔ پژوهش که توسط کارشناسان و صاحب‌نظران تکمیل شده‌بود، تهدیدات بیوتروریستی در بخش‌های مختلف زیرساخت آب شهری براساس دو معیار «میزان آسیب‌پذیری (خطر)» و «احتمال تهدید (وقوع)» مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. لازم به ذکر است که متغیرها و عوامل مختلفی، چون قابلیت گسترش سریع و اپیدمی عامل بیولوژیک، ضریب بالای ایجاد مرگ‌ومیر، فقدان یا کمبود واکسن مناسب، عدم امکان تشخیص سریع و به‌موقع (دورهٔ کمون طولانی)، ایجاد ترس و اضطراب عمومی و فراگیر ازجمله عوامل مؤثر بر برآورد میزان آسیب‌پذیری و احتمال وقوع تهدیدات بیوتروریستی در زیرساخت آب به‌شمار می‌روند که در قالب جدول زیر آمده‌است:

1. Back Flow

جدول ۳. شاخص‌های میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) عوامل بیولوژیک

ردیف	شاخص	آسیب‌پذیری (خطر)					احتمال تهدید (وقوع)				
		بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد
۱	قابلیت گسترش سریع و اپیدمی عامل بیولوژیک										
۲	ضریب بالای ایجاد مرگ‌ومیر										
۳	قابلیت بالا در ایجاد بیماری										
۴	فقدان یا کمبود واکسن مناسب										
۵	قابلیت انتقال شخص به شخص										
۶	عدم امکان تشخیص سریع و به‌موقع (دورهٔ کمون طولانی)										
۷	پایداری عامل بیولوژیک در محیط										
۸	قابلیت تغییر و دستکاری ژنتیکی عامل بیولوژیک										
۹	مقاومت به پادزهرها و آنتی‌بیوتیک‌ها										
۱۰	دوز عفونت‌زای کم و عفونت‌زایی زیاد (و قابلیت تبدیل به آئروسل‌ها)										
۱۱	دسترسی آسان و کم‌خطر به زیرساخت شهری										
۱۲	خسارت‌زایی شدید در سیستم اقتصاد										
۱۳	کاهش میزان خطر برای عامل ترور (لورفتن و مرگ)										
۱۴	دستیابی، کارکردن و رهاسازی آسان برای تروریست‌ها										
۱۵	ایجاد ترس و اضطراب عمومی و فراگیر (فشار روانی زیاد)										
۱۶	ایجاد اختلال در زندگی جاری										
۱۷	قابلیت تبدیل به خبر اول رسانه‌ها										
۱۸	پتانسیل مسلح‌سازی (قابلیت تولید انبوه و ذخیره‌سازی بالا)										
	میانگین										

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

همچنان که در جدول زیر نشان داده شده‌است، برمبنای نظر کارشناسان در شاخص «میزان آسیب‌پذیری (خطر)» اولاً در مجموع عناصر مختلف زیرساخت آب، میزان آسیب‌پذیری متوسط و کم ارزیابی شده‌است؛ به‌عنوان نمونه حدود ۶۵ درصد از پاسخ‌دهندگان معتقد بوده‌اند که میزان خطر انتشار سموم بیولوژیک در منابع تأمین آب شهری در قالب عملیات تروریستی کم و خیلی‌کم است. همچنین دربارهٔ میزان آسیب‌پذیری شبکهٔ توزیع آب شهری و مخازن آب تصفیهٔ شهری در مقابل حملات بیوتروریستی نیز، حدود ۷۰ درصد کارشناسان با گزینهٔ کم و خیلی‌کم موافق بوده‌اند. علاوه‌براین، در شاخص «میزان آسیب‌پذیری» تفاوت کمی بین عناصر مختلف زیرساخت آب شهری وجود دارد. میانگین میزان آسیب‌پذیری در عناصر مختلف زیرساخت آب در مقابل عملیات‌های بیوتروریستی به‌ترتیب عبارت‌است از شبکهٔ توزیع (۳,۹)، منابع تأمین آب شامل سد و رودخانه (۳,۸۸)، مخازن آب (۳,۸۷)، فرایند تصفیه (۳,۸۲) و درنهایت منابع تأمین آب شامل چاه و قنات (۳,۴۲). همچنین در شاخص «احتمال تهدید (وقوع)» حملات بیوتروریستی در عناصر و بخش‌های زیرساخت آب نیز وضعیت پاسخ‌های صاحب‌نظران بدین شرح است: حدود ۵۰ درصد از پاسخ‌دهندگان معتقد بوده‌اند که احتمال وقوع حملات بیوتروریستی در بخش منابع تأمین آب (سد و رودخانه) و بخش شبکهٔ توزیع در حد کم و خیلی‌کم است. در مقابل بیشتر پاسخ‌دهندگان معتقد بوده‌اند که احتمال وقوع حملات بیوتروریستی در بخش فرایند تصفیه در بالاترین حد است و پس از آن، این وضعیت دربارهٔ مخازن آب تصفیه وجود دارد. میانگین میزان احتمال تهدید حملات بیوتروریستی در عناصر مختلف زیرساخت آب به شرح زیر است: بخش تأمین آب شامل رودخانه و سد (۳,۳۲)، شبکهٔ توزیع

(۳,۱۷)، مخـازن آب (۳,۱۷)، فراینـد تصـفیه (۳,۱۲) و درنهایت منابع تأمین آب شامل چاه و قنات (۳,۰۵).

جدول ۴. فراوانی، درصد و میانگین میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) حملات بیوتروریستی در زیرساخت منابع آب شهری

	شاخص			خیلی‌زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی‌کم	میانگین
منابع آب شهری	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در منابع تأمین آب شهری (رودخانه، سد)	میزان آسیب‌پذیری (خطر)	فراوانی	۴	۵	۱۲	۱۲	۲۷	**۳/۸۸**
			درصد	۶,۷	۸,۳	۲۰	**۲۰**	**۴۵**	
		احتمال تهدید (وقوع)	فراوانی	۵	۱۳	۱۳	۱۶	۱۳	**۳/۳۲**
			درصد	۸,۳	۲۱,۷	۲۱,۷	۲۶,۷	۲۱,۷	
	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در منابع تأمین آب شهری (چاه، قنات)	میزان آسیب‌پذیری (خطر)	فراوانی	۷	۸	۱۳	۱۷	۱۵	**۳/۴۲**
			درصد	۱۱,۷	۱۳,۳	۲۱,۷	۲۸,۳	۲۵	
		احتمال تهدید (وقوع)	فراوانی	۸	۱۳	۱۷	۱۲	۱۰	**۳/۰۵**
			درصد	۱۳,۳	۲۱,۷	۲۸,۳	۲۰	۱۶,۷	
	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در فرایند تصفیهٔ آب شهری	میزان آسیب‌پذیری (خطر)	فراوانی	۳	۶	۱۱	۱۹	۲۱	**۳/۸۲**
			درصد	۵	۱۰	۱۸,۳	۳۱,۷	۳۵	
		احتمال تهدید (وقوع)	فراوانی	۱۱	۱۰	۱۲	۱۵	۱۲	**۳/۱۲**
			درصد	۱۸,۳	۱۶,۷	۲۰	۲۵	۲۰	
	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در مخازن آب تصفیه‌شدهٔ شهر	میزان آسیب‌پذیری (خطر)	فراوانی	۴	۶	۹	۱۷	۲۴	**۳/۸۷**
			درصد	۶,۷	۱۰	۱۵	**۲۸,۳**	**۴۰**	
		احتمال تهدید (وقوع)	فراوانی	۸	۱۳	۱۲	۱۵	۱۲	**۳/۱۷**
			درصد	۱۳,۳	۲۱,۷	۲۰	۲۵	۲۰	
	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) حملات بیوتروریستی به شبکهٔ توزیع آب شهری	میزان آسیب‌پذیری (خطر)	فراوانی	۷	۲	۹	۱۴	۲۸	**۳/۹**
			درصد	۱۱,۷	۳,۳	۱۵	**۲۳,۳**	**۴۶,۷**	
		احتمال تهدید (وقوع)	فراوانی	۱۳	۷	۱۱	۱۵	۱۴	**۳/۱۷**
			درصد	۲۱,۷	۱۱,۷	۱۸,۳	۲۵	۲۳,۳	

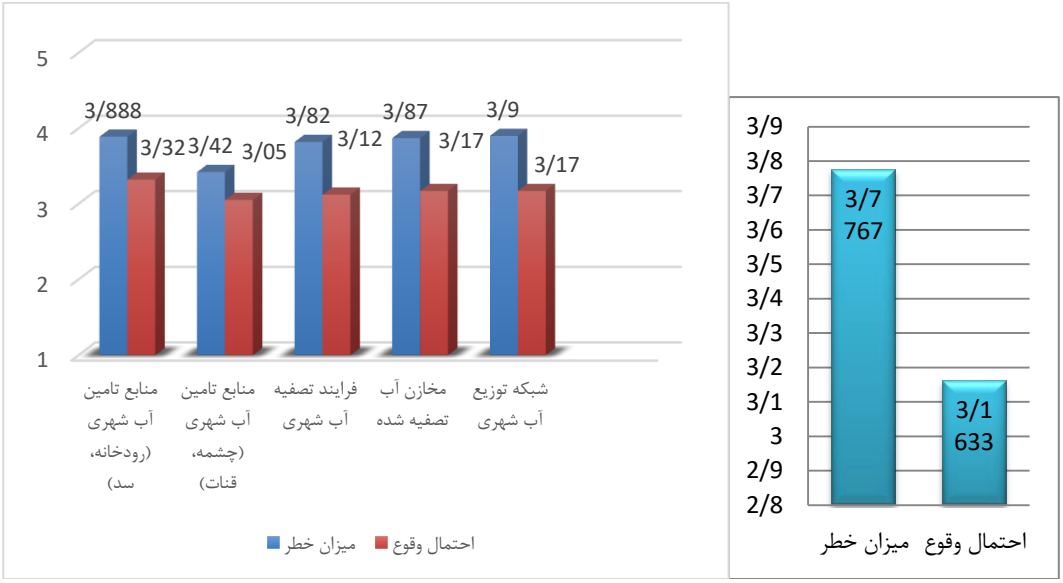
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

سؤال دوم این پژوهش نیز بـدین شـرح اسـت: میـزان آسیب‌پذیری و احتمال تهدید حملات بیوتروریستی در کدام‌یک از عناصر زیرساخت منـابع آب شـهری بیشـتر اسـت؟ نظـرات کارشناسـان دربـارهٔ بیشـترین میـزان آسیب‌پذیری و احتمال وقوع حملات بیوتروریسـتی در بخـش‌هـای مختلـف زیرسـاخت آب شـهری در قالـب جداول و نمودارهای زیر به تصویر کشـیده شـده‌اسـت. همچنان‌که در جدول و نمـودار زیـر مشـهود اسـت، بـا توجه به میانگین به‌دست‌آمده بیشـترین میـزان خطـر حملات بیوتروریستی به زیرساخت منابع آب شهری در قسمت شبکهٔ توزیـع آب شـهری بـا میـزان خطـر ۳/۹ است، درحالی‌که کمترین میزان خطر مربوط بـه منـابع تأمین آب شهری (چاه و قنات) بـا میـزان خطـر ۳/۳۲ است. و مطابق با نظـر پاسـخگویان بیشـترین احتمـال وقوع افزودن سموم بیولوژیک به زیرسـاخت منـابع آب در قسمت تأمین منـابع آب شـهری بـا احتمـال ۳/۳۲ است و پس از آن شبکهٔ توزیع و مخازن آب تصفیه‌شده با ضریب ۳/۱۷ و فرایند تصفیه بـا احتمـال ۳/۱۲ قـرار دارد.

جدول ۵. میانگین میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) حملات بیوتروریستی در زیرساخت خدمات عمومی

مؤلفه	میزان آسیب‌پذیری (خطر)	احتمال تهدید (وقوع)
منابع تأمین آب شهری (رودخانه، چشمه، سد)	۳/۸۸	۳/۳۲
منابع تأمین آب شهری (چاه، قنات)	۳/۴۲	۳/۰۵
فرایند تصفیهٔ آب شهری	۳/۸۲	۳/۱۲
مخازن آب تصفیه‌شدهٔ شهر	۳/۸۷	۳/۱۷
شبکهٔ توزیع آب شهری	۳/۹۰	۳/۱۷
منابع آب شهری	**۳/۷۷۶۷**	**۳/۱۶۳۳**

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)



نمودار ۱. مقایسهٔ میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) حملات بیوتروریستی در عناصر زیرساخت آب شهری

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

نتیجه‌گیری

تهدیدشناسی جزئی تفکیک‌ناپذیر از فعالیت سازمان‌های اطلاعاتی و امنیتی به‌عنوان متولیان ایجاد فضای آرام در جامعه برای رشد ابعاد مختلف زیست شهروندان محسوب می‌شود و در این فرایند مهم، تکیه بر داشته‌های ثابت و به‌روزنشدن داده‌ها خطر منفعل‌شدن و جاماندن از روندی را در پی دارد که گروه‌های خراب‌کار در آن به‌سرعت پیش می‌روند (بیگدلو و ملکوتی‌خواه، ۱۳۹۱: ۷۹). تهدیدات تروریستی ازجمله تهدیدات اساسی برای بقا و حیات شهروندان یک کشور محسوب می‌شود و با گذر زمان نه‌تنها از این نوع تهدیدات کاسته نشده‌است، بلکه در عصر کنونی با جهانی‌شدن پدیدهٔ شوم تروریسم نیز مواجه هستیم. در بین شیوه‌های مختلف تروریستی، استفاده از عوامل بیولوژیکِ کشنده و بیماری‌زا در قالب «بیوتروریسم» از اهمیت بیشتری برخوردار است؛ به‌دلیل دردسترس‌بودن راحت این‌گونه مواد و گسترهٔ تأثیرگذاری بسیار زیاد آن و میزان خطری که برای عموم مردم می‌تواند ایجاد کند.

بیوتروریسم نتیجهٔ بهره‌گیری از عوامل بیولوژیک است که با پرورش میکروب‌ها، مقاوم‌سازی آن‌ها و انتشار ازطریق هوا، آب و موادغذایی و ابزارهای پرکاربرد صورت می‌گیرد. به‌دلیل ویژگی‌های خاص این نوع اقدامات تروریستی به‌خصوص قدرت کشندگی، توان بیماری‌زایی بالا، پتانسیل مسلح‌سازی، مُسری‌بودن، دورهٔ کمون، عدم‌تشخیص سریع، دردسترس‌بودن مواد بیولوژیک، تکثیر آسان در آزمایشگاه‌های خانگی، استفادهٔ راحت، ایجاد نگرانی وسیع و قابلیت رسانه‌ای بالا و...؛ گروه‌های تروریستی تشویق و تحریک می‌شوند تا از این مواد و شیوه‌ها در عملیات تروریستی خود استفاده کنند. زیرساخت‌های شهری در بخش آب، حمل‌ونقل، خدمات عمومی، صنایع و... در معرض تهدید این‌گونه اقدامات تروریستی قرار دارند. در این میان، بخش‌های مختلف زیرساخت آب شهری مانند بخش منابع آب و تأمین، بخش تصفیه و پالایش و بخش توزیع و مصرف بیشتر در معرض این‌گونه اقدامات تروریستی قرار دارند. به‌دلیل اینکه عناصر و بخش‌های مختلف این زیرساخت عمدتاً ازنظر حفاظتی دارای کاستی‌ها و نواقص متعددی هستند و از طرفی استفاده از مواد سَمی و بیولوژیک در این زیرساخت می‌تواند موجب وسعت آلودگی و ایجاد نگرانی گسترده در سطح جامعه شود. علاوه‌براین نقش بی‌بدیل آب در زندگی روزمرهٔ شهروندان و حیات شهری موجب می‌شود هرگونه اختلال در سیستم عرضهٔ آب شهری به‌سرعت به یک بحران امنیتی تبدیل شود. در این پژوهش به‌منظور بررسی آسیب‌پذیری عناصر زیرساخت آب شهری در برابر حملات بیوتروریستی، ابتدا مهم‌ترین مواد بیولوژیک خطرناک که در این‌گونه اقدامات بیوتروریستی و از طریق آب قابل انجام است، مورد بررسی قرار گرفت و سپس بخش‌های آسیب‌پذیر زیرساخت آب و همچنین احتمال وقوع و میزان خطر این‌گونه اقدامات تروریستی مورد بررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که باکتری‌ها و توکسین‌های سیاه‌زخم، بروسلوزیس، سالمونلاتیفی، آنتروتوکسین B استافیلوکوک و بوتولینوم از مهم‌ترین عوامل بیولوژیکی هستند که امکان استفاده در بخش‌های زیرساخت آب را دارند. این‌گونه عوامل هم بسیار مقاوم هستند و هم قابلیت زنده‌ماندن به‌مدت طولانی در آب را دارند و آلودگی منابع آب به این‌گونه مواد می‌تواند تأثیرات وسیع و خطرناکی برای شهروندان به‌ویژه در شهرهای بزرگ به همراه داشته باشد. همچنین در بحث میزان خطر و احتمال وقوع حملات بیوترویستی در زیرساخت آب نیز نتایج پژوهش نشان می‌دهد، بین میزان خطر و احتمال وقوع حملات بیوتروریستی در بخش‌های مختلف زیرساخت آب شهری تفاوت وجود دارد. با توجه به اینکه آلوده‌کردن حجم زیاد آب قبل از تصفیه‌خانه ممکن است مؤثر نباشد، معمولاً طی عملیات خراب‌کاری، آلوده‌سازی مخازن آب و شبکهٔ توزیع بعد از تصفیه‌خانه بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد، اما طبق نظر پاسخ‌دهندگان میزان آسیب‌پذیری در زیرساخت منابع آب شهری برابر با ۳/۸ و احتمال وقوع حملات بیوتروریستی در این زیرساخت برابر با ۳/۱ بوده‌است. همچنین بیشترین میزان خطر حملات بیوتروریستی به عناصر زیرساخت آب شهری به‌ترتیب در قسمت شبکهٔ توزیع آب شهری، بخش تأمین آب (چاه، رودخانه، سد)، بخش تصفیه است. همچنین براساس یافته‌های میدانی پژوهش، بیشترین احتمال وقوع اقدامات بیوتروریستی در زیرساخت آب شهری به‌ترتیب در قسمت تأمین منابع آب شهری (رودخانه، سد)، مخازن آب تصفیه‌شده و شبکهٔ توزیع آب شهری است. در پایان این نکته لازم به ذکر است که وضعیت ناامنی در جهان روبه‌گسترش است و به‌نوعی با جهانی‌شدن تروریسم روبه‌رو هستیم. برخلاف دهه‌های گذشته تروریسم غالب «تروریسم

دولتی» با نقش‌آفرینی حکومت‌ها نیست، بلکه امروزه با ظهور بازیگران جدید غیردولتی در عرصه‌های مختلف، ازجمله اقدامات تروریستی روبه‌رو هستیم. در این بین منطقهٔ خاورمیانه و جنوبِ‌غرب آسیا به‌دلیل فضای استراتژیک ناامن بیشتر درمعرض چنین اقدامات تروریستی است، ازاین‌رو لازم است برای مدیریت بحران و درقالب اصل مهم «پیشگیری»، به بررسی و ارزیابی اقدامات احتمالی تروریستی پرداخته شود که زیرساخت‌های شهری را مورد تهدید قرار می‌دهند.

قدردانی: این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جغرافیای سیاسی با موضوع «تحلیلی بر بیوتوررریسم و امنیت شهری» در رشتهٔ جغرافیای سیاسی در دانشگاه فردوسی مشهد است. نگارندگان وظیفهٔ خود می‌دانند که از حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه تشکر کنند.

منابع

آندرولی، کارپنتر؛گریگز، بنجامین، (۱۳۸۷). مبانی طب داخلی سسیل (بیماری‌های‌عفونی و بیوتروریسم)، اندیشهٔ‌رفیع، تهران.

ام کلارک، رابرت؛ حکیم، سیمون، (۱۳۹۴). حفاظت از سامانه‌های منابع آب و آب و فاضلاب، جهان جام‌جم، تهران.

انجم‌روز، سیدبشارت؛ قریشوندی، اسد؛ کشوری، عبدالرحمن، (۱۳۹۵). مهندسی پدافند غیرعامل در تأسیسات آب‌رسانی شهری، ارشد سپاهان، تهران.

انستیتو تحقیقاتی و دفاعی سوئد، (۱۳۷۵). عوامل جنگ بیولوژیک، علوی، تهران.

بخشی، فاطمه، (۱۳۹۴). تحلیل تهدیدات و ارزیابی امنیتی مراکز و تأسیسات زیرساخت آب شهری، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیای سیاسی، دانشگاه فردوس مشهد.

بهزادفر، مصطفی، (۱۳۸۸). زیرساخت‌های شهری: کتاب اول آب‌رسانی و فاضلاب، شهیدی، تهران.

بیطرفان، مهدی؛ جنیدی، محمد؛ لعلعارفی، شاهین، (۱۳۹۴). طرح شبکهٔ آب‌رسانی شهری با رویکرد پدافند غیرعامل، عمارت پارس، تهران.

بیگدلو، مهدی؛ ملکوتی‌خواه، علی، (۱۳۹۱). بیوتروریسم، مرکزآموزشی و پژوهشی شهید سپهبد صیادشیرازی، تهران.

پیش‌نویس ضوابط طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی، (۱۳۹۰). نشریهٔ شمارهٔ ۳۸۰- الف، وزارت نیرو، معاونت امورآب‌وآبفا، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب وآبفا.

توکلی، حمیدرضا؛ صراف‌پور، رضا؛ صمدی، محمد، (۱۳۸۴). «آب، غذا و بیوتروریسم»، فصلنامهٔ طب نظامی، شمارهٔ ۷ (۱)، صص۸۲-۷۵.

جنگجوی مادوانی، علیرضا، (۱۳۹۰). اثرات سلاح‌های شیمیایی و بیولوژیک بر سلامتی و بهداشت عمومی سازمان بهداشت جهانی، نویدشیراز، تهران.

حسینی‌دوست، سیدرضا؛ حاجیا، مسعود؛ حسینی، محمدجواد؛ سلیمی، حسین؛ رنجبر، رضا؛ ابوالقاسمی، حسن، (۱۳۸۱). بیوتروریسم و سلاح‌های بیولوژیک، اندیشمند، تهران.

حمزه‌زاده، حمید، (۱۳۸۴). (بیوتروریسم) سلاح خاموش، سازمان عقیدتی- سیاسی ارتش جمهوری اسلامی ایران، تهران.

خسروی، مژگان، (۱۳۹۶). بیوتروریسم در آب و موادِ غذایی، فصلنامهٔ دانشگاه علوم پزشکی لرستان، دورهٔ نوزدهم، شمارهٔ۳، صص۱۱-۱.

خلیلی‌فر، سیدامید؛ ولدخانی، آمنه، (۱۳۸۹). بیوتروریسم (تشخیص، پیگیری، مقابله)، جهاد دانشگاهی، تهران.

خیراندیش، محمدرضا؛ هاشمی‌فشارکی، سیدجواد، (۱۳۹۳). اصول و معیارهای مهندسی دفاع غیرعامل در تأسیسات آب‌رسانی شهری، تایماز، تهران.

دریایی، محمدرسول، (۱۳۹۴). بیوتروریسم در طب غربی، آرمان رشد، تهران.

رستمی، محمود، (۱۳۸۷). فرهنگ واژه‌های نظامی، ستاد مشترک ارتش جمهوری اسلامی ایران، تهران.

زرقانی، سیدهادی؛ موسوی زارع، جواد، (۱۳۹۳). بیوتروریسم و امنیت شهری، مجموعه مقالات هفتمین کنگرهٔ انجمن ژئوپلیتیک‌ایران«جغرافیای‌سیاسی‌شهر»، دانشگاه‌خوارزمی،تهران.

زرقانی، سیدهادی؛ اعظمی، هادی، (۱۳۹۰). تحلیل ملاحظات دفاعی-امنیتی در آمایش و مکان گزینی مراکز و استقرارگاه‌های نظامی با تأکید بر خراسان رضوی، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، سال پانزدهم، شمارۀ۲، صص۱۶۱-۱۴۱.

زرقانی، سیدهادی؛ اعظمی، هادی، (۱۳۸۹). تحلیل ملاحظات دفاعی-امنیتی در آمایش کلان شهر مشهد با تأکید بر تهدیدات تروریستی، جغرافیا و توسعۀ ناحیه‌ای، سال هشتم، شمارۀ۱۴، صص۹۶-۷۱.

زرقانی، سیدهادی؛ خوارزمی، امیدعلی؛ بخشی‌شادمهری، فاطمه، (۱۳۹۵). جایگاه پدافند غیرعامل در امنیت زیرساخت‌های شهری با تأکید بر زیرساخت آب، کنفرانس ملی پدافند غیرعامل و توسعۀ پایدار.

زرقانی، سیدهادی؛ امینی، مرضیه؛ رمضانی، مهناز، (۱۳۹۶). تحلیل اصول و ملاحظات امنیتی در زیرساخت حمل و نقل شهری درکلان‌شهرهای ایران، فصلنامۀ تحقیقات جغرافیایی، سال سی و دوم، شمارۀ سوم، شمارۀپیاپی ۱۲۶،صص ۹۹-۸۸.

سالیوانت، جان، (۱۳۸۹). راهبردهای حفاظت از دارایی‌های زیرساخت حیاتی ملی، دانشگاه امام حسین، تهران.

سند راهبردی سازمان پدافند غیرعامل، (۱۳۹۱). پایگاه اطلاع رسانی سازمان پدافند غیرعامل کشور، تهران.

سندوز، ایوس، (۱۳۸۲). مبارزه علیه تروریسم و حقوق بین‌الملل خطرات و فرصت‌ها، ترجمۀ حسنسواری، مجلۀ حقوقی بین المللی، سال سی و ششم، دوره بیستم، شمارۀ بیست و نهم، صص ۳۸۲-۳۳۱.

شاه‌حسینی، محمدحسن، (۱۳۸۱). دفاع در برابر جنگ بیولوژیک و بیوتروریسم، سازمان تحقیقات نیروی مقاومت بسیج، تهران.

شهپری، مهدی، (۱۳۹۶). مقدمه‌ای بر پدافند زیستی، بوستان حمید، تهران.

صراف‌پور، رضا؛ فرجزاده، داود، (۱۳۸۸). مروری بر جنگ‌افزارهای بیولوژیک به عنوان تهدیدی برای منابع آب شرب، مجلۀ علمی پژوهشی دانشکدۀ علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران، سال هفتم، شمارۀ۴، صص ۳۰۷-۲۲۹.

طباطبائی‌خدادادی، سیدعلی؛ جهان‌تیغ‌پاک، محمدرضا، (۱۳۹۴). ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی تأسیسات حیاتی شهری، بوستان حمید، تهران.

عبدالله‌خانی، علی، (۱۳۸۵). حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی اطلاعاتی، فصلنامۀ سیاست دفاعی، سال چهاردهم، شماره ۵۴، صص ۱۲۸-۹۱.

قاضی‌زاده، علیرضا، (۱۳۸۷). تعیین مبانی پدافند غیرعامل در تأسیسات آب‌رسانی شهری، پایان‌نامۀ کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور، تهران.

قزوینی، کیارش؛ مصطفی، جعفرزاده؛ محمدزاده، ابوالفضل؛ معینی‌نوده، محمد؛ شهروسوند، یوسف؛ دلیلی، احسان، (۱۳۸۲). آشنایی با بیوتروریسم، به نشر، مشهد.

کاسپر، دنیس، (۱۳۸۵). بیوتروریسم و مسمومیت‌ها، حیان، شهرآب اباصالح، آینده‌سازان، تهران.

کاظم‌نیا، محمدرضا؛ رستمی، عبدالرضا، (۱۳۸۹). واژگان پدافند غیرعامل (انگلیسی به فارسی)، مؤسسۀ مهندسین مشاور ساحل، تهران.

کرمی، علی، (۱۳۹۴). پدافند غیرعامل و تهدیدات بیولوژیک، بوستان حمید، تهران.

کریمی، رضا؛ امینی، سعید؛ سهامی، حبیب‌الله، (۱۳۹۲). آمادگی سیستم تأمین و شبکه‌های توزیع آب شهری در برابر تهدیدات از منظر پدافند غیرعامل، اولین همایش ملی جغرافیا، شهرسازی و توسعۀ پایدار- تهران.

کلانتری‌اسکویی، علی؛ مدیری، مهدی؛ آل‌شیخ، علی‌اصغر؛ حسنوی، رضا، (۱۳۹۳). ارائۀ چارچوبی برای ارزیابی ریسک در ساماندهی اطلاعات بخشی بر (SID) و زیرساخت داده‌های مکانی (GIS) اساس منطق فازی مطالعۀ موردی: سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی، دو فصلنامۀ علمی- پژوهشی مدیریت بحران، سال سوم، شماره ۱، صص ۳۱-۴۴.

گلابچی‌گیلانی، محمد، (۱۳۸۸). بررسی‌سامانه‌های مختلف آبرسانی و توزیع آب شهری، سومین همایش ملی آب و فاضلاب با رویکرد بهره‌برداری، دانشگاه صنعت آب و برق، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران.

لوبیتس، فون، (۱۳۸۴). اقدامات اولیه در بیوتروریسم، دانشگاه امام حسین، تهران.

محمدی‌اقدام، کاظم؛ عزیزی، اسماعیل، (۱۳۹۷). چالش‌ها و راه‌کارها در زمینۀ کنترل کیفیت آب شرب در شرکت‌های آبفار ایران، دومین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب

ایران، اصفهان، انجمن آب و فاضلاب ایـران، دانشـگاه صـنعتی اصفهان.

مظفـری، عبـدالله، (۱۳۸۹). مـدیریت بحـران در سـامانه‌هـای آب‌رسانی با رویکرد ایمن‌سازی در برابر زلزله، خانیران، تهران.

معصوم‌بیگـی، حسـین، (۱۳۸۲). آشـنایی بـا عوامـل بیولوژیـک، اسپندهنر، تهران.

نوویک، لویداف؛ جان، مار، (۱۳۸۳). بهداشت عمومی در حـوادث غیرمترقبه (بیوتروریسم)، جهان جام‌جم، تهران.

Department of Health. (Jannuary 2010). Anthrax .Reporting and Surveillance Guidelines.3.

Edward, P.N. (2003). Meteorology as Infrastructural Globalism: School of Information, 30 ID West Hall. Michigan: University of Michigan.

Nuzzo, Jennefer. (2006),The BiologicalThreat to U.S. Water Supplis: Toward a National Water Security Policy.Bioscurity and Bioterrorism: Biodefence Strategy, Practice and science, Volume 4, Number 2, 147-157.

Patrica l. Meinhardt (2005), Water and Bioterrorism: Preparing for the Potential Threat to U.S. Water supplies and Public Health. Annu.Rev.Public Health: 213-37.