

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

زهرا نسیمی (دانشجوی دکتری جغرافیای سیاسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران)

سیدهدای زرقانی** (دانشیار جغرافیای سیاسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران)

امیدعلی خوارزمی (استادیار مدیریت شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران)

چکیده

تاریخ دریافت: ۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۱۲ آبان ۱۳۹۸

صفحات: ۱۴۶-۱۲۵

دسترسی به آب سالم و پایدار، یکی از نیازهای بسیار ضروری برای تداوم زندگی شهروندان در همه جوامع، به خصوص کلان شهرها و شهرهای بزرگ است و هرگونه اختلال در عملکرد زیرساخت آب در شهرها، به سرعت امنیت شهروندان را با تهدید جدی مواجه می‌کند و می‌تواند به موضوع امنیتی در سطح ملی تبدیل شود. سامانه‌های تأمین و تصفیه آب و خطوط آب‌رسانی در سطح کشور، دارای پتانسیل‌های بالقوه‌ای در جهت عملی شدن 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 سمی و بیولوژیک به منظور ایجاد آلودگی در تأسیسات آب‌رسانی؛ مانند منابع آب، تصفیه‌خانه‌ها و شبکه 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 مطالعه میدانی به دنبال 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 هر یک 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؛ بدین ترتیب از نظر معیار «میزان آسیب‌پذیری»، در بین بخش‌های مختلف زیرساخت آب، «شبکه توزیع» آب شهری در معرض تهدید بیشتری است و از نظر «احتمال وقوع تهدید» نیز بخش «منابع تأمین» آب شهری در معرض تهدید بیشتری قرار دارد.



کلید واژه‌ها:

امنیت، تهدید، بیوتروریسم، زیرساخت شهرها، منابع آب.

* این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد با عنوان «تحلیلی بر بیوتروریسم و امنیت شهری» استخراج شده است.

** نویسنده مسئول: دکتر سیدهدای 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؛ از این رو 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 داده است (زررقانی و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۲). در بین زیرساخت‌های مختلف، شبکه آب‌رسانی شهری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های مرتبط با بقای جوامع و به‌دلیل برخی خصوصیات از قبیل فراگیر بودن، قابلیت دسترسی و... اهمیت فراوانی دارد. در واقع، در صورت آسیب به زیرساخت‌های دیگر مانند برق، گاز و... می‌توان به راحتی شبکه‌های مورد نظر را قطع کرد و نیاز شهروندان را به گونه‌ای دیگر برطرف کرد، اما شبکه آب‌رسانی به‌گونه‌ای است که امکان قطع و جایگزینی آن در شرایط بحران وجود ندارد. مطالعه حوادث شبکه آب‌رسانی و پیامدهای آن نشان می‌دهد که آسیب دیدن این شبکه، بر تمام شهر تأثیر می‌گذارد و سبب کاهش آستانه تحمل مردم می‌شود و بر شدت بحران می‌افزاید؛ از این رو بایستی با ارزیابی انواع تهدیدات و میزان تأثیر آن‌ها بر این شبکه، نقاط آسیب‌پذیر را شناسایی کرد (بیطرفان و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۵).

شبکه تأمین و انتقال آب مورد نیاز شهروندان و همچنین آب مورد نیاز سایر زیرساخت‌های شهری می‌تواند به وسیله شیوه‌های مختلف تروریستی مورد تهدید قرار گیرد. یکی از خطرناک‌ترین این روش‌های تروریستی، استفاده از مواد بیولوژیک برای آلودگی

منابع آب شهری، در قالب «بیوتروریسم» است که می‌تواند به صورت جدی کارکرد و عملکرد مناسب زیرساخت آب شهری را با مشکل مواجه کند. بیوتروریسم یک حمله تروریستی است که مهاجمان با رهاکردن مقادیر قابل توجهی باکتری، توکسین یا دیگر عوامل بیماری‌زای عفونی و مسمی، برای وارد کردن تلفات به موجودات زنده (انسان، دام، گیاه) در حمله به اهداف خود از آن استفاده می‌کنند (خسروی، ۱۳۹۶: ۲). آلوده کردن منابع آب به وسیله میکروب‌ها از سابقه زیادی برخوردار است، چنانکه در مقاطع مختلف تاریخی چندین بار منابع و چاه‌های آب به وسیله 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 سمی آلوده می‌شوند. در قالب این‌گونه اقدامات تروریستی، عوامل بیماری‌زا و توکسین‌های زیادی از طریق آب قابل انتقال هستند که از آن جمله می‌توان به بوتولینوم، آنترتوکسین B استفیلوکوک، عامل بیماری وبا و سیاه‌زخم اشاره کرد. نکته لازم به ذکر اینکه در هنگام استفاده از این عوامل خصوصیات ظاهری آب، از جمله رنگ، بو و طعم تغییر نکرده و مصرف‌کننده متوجه آلودگی آن نخواهد شد؛ به همین دلیل در بیشتر موارد به صورت خاموش و ناگهانی بروز می‌کنند. ضمن اینکه دوز عفونی و کشندگی پایین، مقاومت زیاد در محیط مایع، عدم امکان تشخیص سریع و به موقع و عدم وجود واکنش علیه بسیاری از این عوامل، از جمله ویژگی‌هایی هستند که این نوع عملیات‌های تروریستی را بسیار خطرناک‌تر و مخوف‌تر کرده است (توکلی و صراف‌پور، ۱۳۸۴: ۷). پیشرفت‌های زیاد دانش و فناوری در زمینه

ارزیابی قرار گیرد، موضوعی که این مقاله تلاش دارد به آن پردازد.

ادبیات تحقیق

مرور ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که مطالعه حملات بیوتروریستی در زیرساخت منابع آب در سال‌های اخیر مورد توجه گسترده بوده است 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 از این جهت پژوهش حاضر دارای نوآوری است. جدول زیر به اختصار به پژوهش‌های صورت گرفته در این موضوع اشاره دارد.

بیوتروریسم و جهانی شدن تروریسم از یک سو و فقدان حفاظت مناسب از زیرساخت‌های شهری، موجب افزایش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری در مقابل این گونه اقدامات شده است (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 شبکه توزیع آب وجود دارد (خیراندیش و هاشمی، ۱۳۹۳: ۳۴). به‌عنوان نمونه، امروزه در بیشتر شهرهای بزرگ، آب‌شرب پس از عملیات اولیه تصفیه، کلرزنی می‌شود که با اضافه کردن بعضی ترکیبات می‌توان کلر موجود در آب را خنثی کرد و چنانچه بعد از این مرحله آب آلوده شود، به راحتی و به سرعت در سراسر شبکه توزیع، منتشر می‌شود (حسینی‌دوست و همکاران، ۱۳۸۱: ۲۳). از این رو بایستی وضعیت آسیب‌پذیری عناصر زیرساخت آب در مقابل حملات بیوتروریستی در راستای کاهش آسیب‌پذیری این زیرساخت مهم ملی مورد بررسی و

جدول ۱. ادبیات تحقیق پیرامون حملات بیوتروریستی به زیرساخت منابع آب

نام نویسندگان و سال	عنوان تحقیق	یافته‌های تحقیق
خسروی (۱۳۹۶)	بیوتروریسم در آب و مواد غذایی	یکی از راه‌های انتشار عوامل بیولوژیک، آلودگی عمدی آب و مواد غذایی است؛ از این رو تصفیه‌خانه‌ها، چاه‌های تأمین آب شرب، مخازن آب تصفیه‌شده، انبارهای نگهداری و مراحل مختلف تولید و توزیع مواد غذایی در کارخانجات، بهترین نقاط برای وارد کردن این عوامل بوده و هرچه مکانیسم کنترل ابتدایی تر 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 مواد غذایی) 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 از طریق آب و مواد غذایی قابل انتقال هستند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به توکسین‌های باکتریایی و قارچی و عوامل ایجادکننده بیماری‌های شاربن، وبا و سالمونلوز اشاره کرد. در این گونه فعالیت‌های خراب‌کارانه، عمدتاً مواد غذایی آماده مصرف و حرارت‌ندیده مورد توجه 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؛ از این رو رعایت اصول و ملاحظات دفاعی-امنیتی در مکان‌گزینی، طراحی، ساخت و مدیریت این تأسیسات بسیار ضروری است.
صراف پور و فرج‌زاده (۱۳۸۸)	مروری بر جنگ‌افزارهای بیولوژیک به‌عنوان تهدیدی برای منابع آب شرب	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 در نظر گرفته شده برای جلوگیری از خراب‌کاری در شبکه‌های آب شرب باید بر اساس پیشگیری، مقابله و آشکارسازی باشد و در تمام این موارد، آمادگی، نقش اصلی را ایفا می‌کند.
Jennifer 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 از طریق آب که در گذشته صورت گرفته، آسیب‌پذیری زیرساخت آب و بهداشت عمومی را به آلودگی بیولوژیکی نشان می‌دهد. چنین تجربیاتی نشان می‌دهد که حمله بیولوژیکی به منابع آب می‌تواند به طور 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 I. Meinhardt (2005)	آب و بیوتروریسم	هدف این مقاله بررسی شکاف اطلاعات در زمان وقوع بحران و ارائه 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؛ از این رو آمادگی کافی برای تشخیص بیماری‌های مرتبط با آلودگی عمدی آب را ندارند تا بتوانند در صورت حمله بیوتروریستی به زیرساخت آب به آن پاسخ مناسب دهند.
محمدی‌اقدام و عزیزی (۱۳۹۷)	چالش‌ها و راهکارها در زمینه کنترل کیفیت آب شرب در شرکت‌های آب‌فرا ایران	این مطالعه با هدف شناسایی چالش‌ها و مخاطرات موجود در خصوص کنترل کیفیت آب شرب در شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی و ارائه راه‌کارهای پیشنهادی در جهت مقابله با این چالش‌ها صورت گرفته است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که عوامل مختلفی از قبیل افزایش سن تأسیسات تأمین و توزیع آب، کاهش آبدی منابع آبی موجود و امکان نفوذ آلاینده‌ها به منابع آب و شبکه 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 مطالعه تجارب مختلف داخلی و بین‌المللی است.

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

چارچوب مفهومی

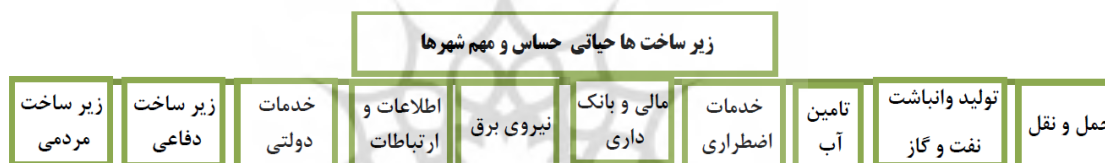
- زیرساخت‌های شهری

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). به عبارت دیگر زیرساخت‌های حیاتی دارای گستره فعالیت ملی هستند و وجود و استمرار فعالیت آن‌ها برای کشور

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).

حیاتی است و آسیب یا تصرف آن‌ها به‌وسیله دشمن باعث اختلال کلی در امور کشور می‌شود (رستمی، ۱۳۸۷). به‌طور کلی زیرساختی را حیاتی در نظر می‌گیرند که وقفه‌های طولانی در آن، می‌تواند موجب اختلال جدی در مسائل نظامی و اقتصادی شود (طباطبائی خدادادی و جهان تیغ 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 و کارشناسانه این موضوع، ده هدف اساسی را در قالب زیرساخت‌های حیاتی و مراکز حساس تعیین

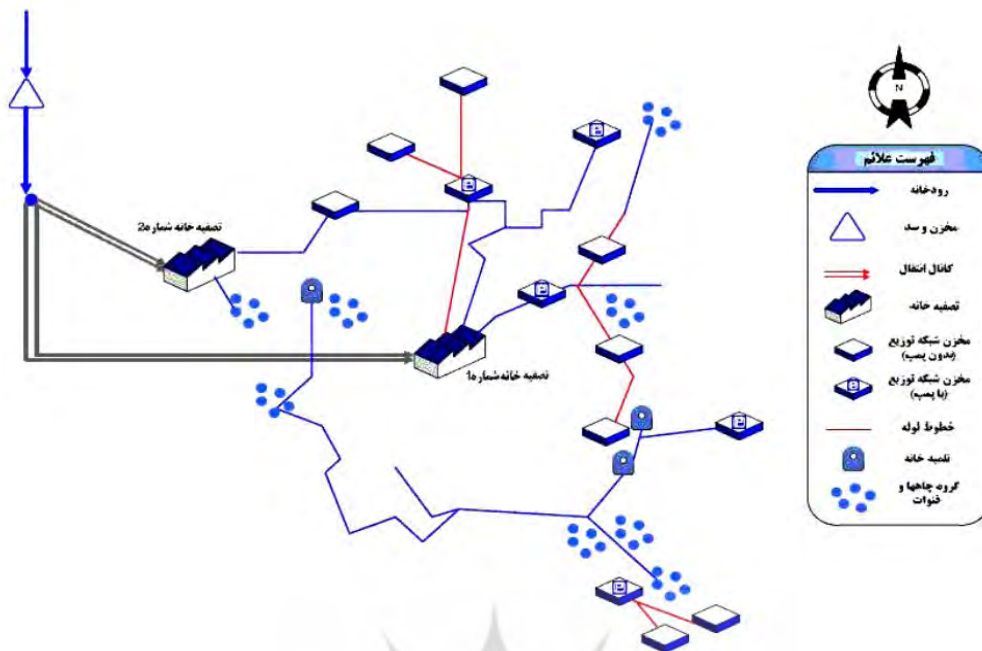


شکل ۱. انواع زیرساخت‌ها و تأسیسات حیاتی، حساس و مهم شهری (منبع: نگارندگان، برگرفته از Edwards, 2003)

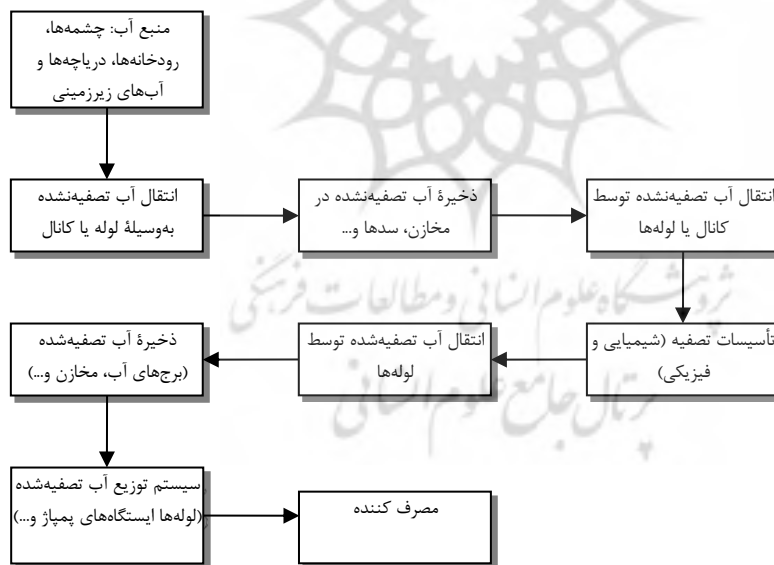
چاه‌های تأمین آب آغاز شده و سپس آب خام برداشت‌شده از این منابع به تصفیه‌خانه‌های موجود وارد می‌شود. آب پس از تصفیه توسط خطوط انتقال، به دو روش ثقلی و پمپاژ و یا تلفیق هر دو به مخازن ذخیره در نقاط مختلف شهر انتقال داده می‌شود. در بسیاری از موارد، آب برداشت‌شده از چاه‌ها به‌وسیله پمپ برداشت شده و پس از کلرزنی به مخازن ذخیره انتقال می‌یابد (بیطرفان و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۹). همان‌طور که در شکل ۲ و ۳ ملاحظه می‌شود، این اجزا وسعت درخور توجهی دارند و احتمال آلودگی و تخریب در آن‌ها بسیار زیاد است.

- زیرساخت آب شهری

در بین زیرساخت‌های شهر، شبکه آب‌رسانی شهری به‌واسطه 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 شبکه آب‌رسانی شهری شامل تصفیه‌خانه‌های آب، مخازن ذخیره آب شرب، چاه‌های تأمین‌کننده آب شرب، ایستگاه‌های پمپاژ، ایستگاه‌های کلرزنی و خطوط انتقال است. فرایند تأمین آب شرب با برداشت از منابع آب شامل سد و



شکل ۲. نمونه سیستم تأمین و توزیع آب شهری
(منبع: کریمی و همکاران، ۱۳۹۲)



شکل ۳. نمایش سیستم آب در شهرها
(منبع: سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۳۹۱)

اضطراری و... را تأمین می‌کند. یک شبکه آب‌رسانی شهری باید قادر باشد وظایف و نیازهای آبی نامبرده و نظایر آن‌ها را از نظر کیفی (خواص فیزیکی و شیمیایی

زیرساخت آب شهری، آب مورد نیاز شهروندان، سیستم‌های بهداشتی، صنایع و کارخانه‌های کوچک و بزرگ، مراکز و ادارات، بیمارستان‌ها و مراکز خدمات

آدم‌ربایی و گروگان‌گیری، ایجاد رعب و ترس جمعی و واداشتن مردم به ترک محل کار، سکونت یا محل تحصیل و مانند آن از مصادیق تهدیدات تروریستی به شمار می‌رود (زرقانی و اعظمی، ۱۳۹۰: ۱۴۵). درباره انواع و ابعاد تروریسم هم نظریات متفاوتی وجود دارد. تروریسم با انواع مختلفی شامل تروریسم ملی‌گرا، تروریسم سیاسی، نارکو تروریسم (تروریسم موادمخدر)، تروریسم دینی مذهبی، تروریسم تحت حمایت حکومت‌ها تروریسم دولتی و تروریسم آزاد تقسیم می‌شود و از نظر 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

واژه «بیوتروریسم» از دو بخش تشکیل شده است: «بیو» و «تروریسم»؛ «بیو» به معنای حیات و زندگی است و «تروریسم» به معنای تهدید و ارباب 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 در عمل، هم به معنای اشاره شده و هم به مفهوم استفاده عمدی از باکتری‌ها، ویروس‌ها یا سموم طبیعی به عنوان 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 به کار می‌رود (Department of Health. 2012: 3).

- عوامل و سلاح‌های بیولوژیک

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

آب) و از نظر کمی (دبی و فشار آب) برابر استانداردهای موجود و در بدترین شرایط زمانی و مکانی و شرایط اضطراری به خوبی انجام دهد (قاضی‌زاده، ۱۳۸۷: ۶). سامانه آب‌رسانی شامل همه 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). به‌طور کلی منظور از آب‌رسانی و توزیع آب، انتقال آب از محل تولید آب، تا محل مصرف است (گلابچی‌گیلانی، ۱۳۸۸: ۳). شبکه آب‌رسانی با اهمیت‌ترین و حیاتی‌ترین مؤلفه زیرساختی شهری است که بدون آن نه تنها 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 وارد آمدن آسیب به آن‌ها، به راحتی 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

واژه «Terror» از ریشه لاتینی «Terrere» به معنای ترس و ترساندن گرفته شده است (سندوز، ۱۳۸۲: ۳۳۴). طبق تعریف لغت‌نامه روابط بین‌الملل، ترور و تروریسم به فعالیت‌های بازیگران دولتی و غیردولتی که شیوه‌ها و تمهیدات خشن را در اعمال خود برای رسیدن به اهداف سیاسی به کار می‌برند، اطلاق می‌شود (حمزه‌زاده، ۱۳۸۴: ۲۴). تهدیدات تروریستی شامل همه انواع تهدیداتی است که ایجاد احساس ناامنی در میان مردم و مسئولان می‌کند. بمب‌گذاری، پرتاب مواد منفجره و استفاده از هر نوع اسلحه گرم و سرد، ترور و

کرد. در نهایت 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).

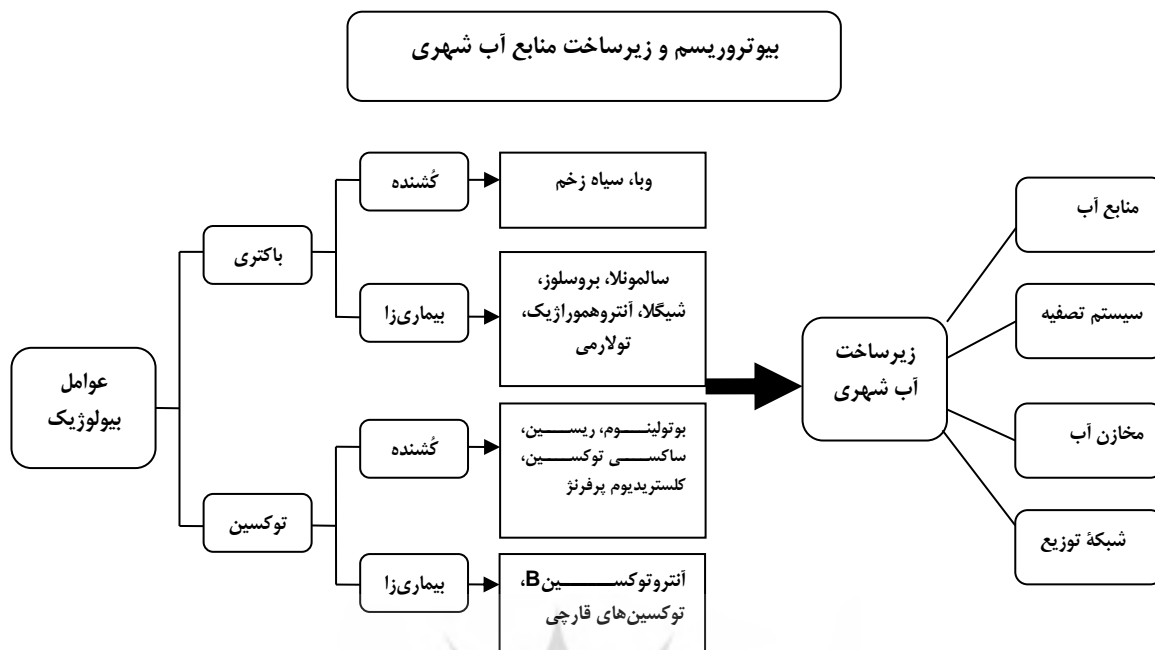
– احتمال وقوع و شدت اثر

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 منزله فراوانی نسبی رویداد تفسیر می‌شود و در روش دوم همان سنجش ذهنی از عدم قطعیت‌ها درباره پیشامدها و پیامد آن‌ها در آینده است که از طریق مشاهده یا دانش و تجارب ارزیابی‌کننده مشخص می‌شود. در عمل معمولاً سه روش برای تخمین احتمال وقوع هر پیشامد به کار برده می‌شود. در مواردی مانند پرتاب سکه با محاسبات ریاضی می‌توان احتمال وقوع هر وضعیت را به دست 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 تکرار شونده). برای محاسبه احتمال وقوع اتفاقی که به ندرت اتفاق می‌افتد، نه روش محاسبات ریاضی جوابگو است و نه اطلاعات ثبت شده کافی در دسترس است. در این حالت راهی به جز اتکا به قضاوت متخصصان و اهل فن وجود ندارد (احتمال برپایه دانش یا ذهنی). شدت اثر به منزله دومین عامل ریسک، به معنی میزان تأثیری که یک ریسک در صورت وقوع می‌تواند بر روی یک یا چند مورد از اهداف پروژه داشته باشد، تعریف شده است. این شدت به صورت توصیفی (مانند خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) یا به صورت کمی بیان می‌شود (کلانتری و همکاران، ۱۳۹۳: ۳۶).

تولید می‌شوند. توکسین‌ها هم سمومی هستند که از ارگانسیم‌های زنده، تولید یا استخراج می‌شوند (خلیلی فر و ولدخانی، ۱۳۸۹: ۱۵). عوامل بیولوژیک طبیعی خطرناک یا مهندسی‌شده به منظور ایجاد هدفمند تلفات یا بیماری در یک جمعیت انسانی یا خسارت در حوزه دامی، کشاورزی، محیط‌زیست و صنعت را سلاح زیستی می‌گویند (شهپری، ۱۳۹۶: ۱۰۷). در واقع هر عامل میکروبی یا توکسین بیولوژیک که توانایی ایجاد بیماری را داشته باشد، عامل بالقوه به منظور استفاده به عنوان 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 عامه جمعیت یک شهر یا منطقه را آلوده کنند (حسینی‌دوست و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۷۲).

– طبقه‌بندی عوامل بیولوژیک در بیوتروپسم

میکروارگانسیم‌های مورد استفاده به عنوان سلاح‌های بیولوژیک بسیار متنوع هستند و آن‌ها را براساس ویژگی‌های مختلف می‌توان مورد طبقه‌بندی قرار داد. یک نوع طبقه‌بندی براساس نوع ارگانسیم است که می‌توان این عوامل را به ویروس‌ها، باکتری‌ها، ریکتسیا، توکسین‌های بیولوژیک و در نهایت ارگانسیم‌های دستکاری‌شده ژنتیکی تقسیم کرد. طبقه‌بندی دیگر از جهت نوع اثر است که بر این مبنا این عوامل به دو دسته عوامل کُشنده و عوامل ناتوان‌کننده یا تضعیف‌کننده تقسیم‌بندی می‌شوند، که البته هر کدام از عوامل کُشنده و ناتوان‌کننده به دو دسته 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؛ ضد حیوان؛ ضد انسان و حیوان یا عوامل مشترک و در نهایت عوامل ضد گیاه یا نبات تقسیم‌بندی



شکل ۴: مدل مفهومی تحقیق
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸)

روش تحقیق

این پژوهش براساس ماهیت و روش توصیفی-تحلیلی است و اطلاعات پژوهش به دو صورت مطالعه کتابخانه‌ای و میدانی گردآوری شده است. براین اساس در بخش کتابخانه‌ای با مراجعه به منابع معتبر مهم‌ترین شیوه‌ها و عوامل بیوتروریستی و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر زیرساخت آب شهری مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش مطالعه 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 مطالعه میدانی، با توجه به تخصصی بودن موضوع (ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت آب در برابر تهدیدات بیوتروریستی) با محدودیت شدید تعداد کارشناسان و صاحب‌نظران دانشگاهی مرتبط روبه‌رو بودیم و از تعداد ۲۵۰ پرسشنامه ارسالی، فقط ۶۰ نفر صلاحیت و موافقت خود را با تکمیل پرسشنامه

اعلام کردند و از این رو 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 هر کدام از عناصر و بخش‌های زیرساخت آب در مقابل حملات بیوتروریستی چگونه است؟
- ۲- میزان آسیب‌پذیری و احتمال تهدید حملات بیوتروریستی در کدام یک از عناصر زیرساخت منابع آب شهری بیشتر است؟

بحث و تحلیل

عوامل بیولوژیک در تهدیدات بیوتروریستی در زیرساخت آب

میکروارگانیسم‌هایی که برای استفاده بالقوه به‌عنوان جنگ‌افزار بیولوژیکی از طریق آب مورد استفاده قرار

• تولارمی^۳

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

• وبا^۴

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 بالایی مدت کوتاهی می‌شود. این باکتری می‌تواند برای مدتی طولانی در آب زنده بماند، اما به گرما و کلرزنی حساس است (معصومی‌گی، ۱۳۸۲: ۴۱). یک فرد باید حداقل ۱۰ میلیون تا یک میلیارد ارگانیسم بخورد تا دچار عفونت شود و علائم بیماری در وی ظاهر شود. از این رو برای استفاده‌های بیوتروویستی، 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؛ به طور مثال در جنگ بین ژاپن و چین در سال ۱۹۴۰ واحد ۷۳۱ ژاپن سبب ایجاد اپیدمی وسیعی از وبا در منطقه گونچام چین شد (شاه‌حسینی، ۱۳۸۱: ۵۴). همچنین در دهه 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).

می‌گیرند شامل باکتری‌ها و توکسین‌ها می‌شوند که در ادامه مطلب به هریک از آن‌ها اشاره می‌شود. همچنین در جدول ۲ قدرت پایداری هریک از میکروارگانیسیم‌ها در آب به طور خلاصه آورده شده است.

• سیاه‌زخم^۱

این باکتری سال‌ها در آب قابلیت ادامه 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 به مدت 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 (شهری، ۱۳۹۶: ۲۹). مرگ‌ومیر سیاه‌زخم گوارشی نسبتاً زیاد است، به طوری که در ۷۰ تا ۸۰ درصد موارد منجر به مرگ می‌شود (بیگدلو و ملکوتی‌خواه، ۱۳۹۱: ۲۸).

• بروسلوزیس (تب مالت)^۲

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

3. Tularemia Agent
4. Cholera Agent

1. Anthrax Agent
2. Brucellosis Agent

جدول ۲. بعضی از خواص عوامل بیولوژیک آلوده‌کننده آب

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

(منبع: حسینی‌دوست و همکاران، ۱۳۸۱)

این بیماری ناشی از باسیل گرم منفی روده‌ای از گونه شیگلا است و به دنبال آلودگی منابع آب سبب ابتلای سریع افراد می‌شود (کرمی، ۱۳۹۴: ۱۰۶). باکتری فوق مهاجم بوده و سم نیز تولید می‌کند و تعداد کمی از باکتری برای شروع عفونت حاد با شیگلادیسانتی کافی است (انسیتو تحقیقاتی و دفاعی سوئد، ۱۳۷۵: ۴۶). به طوری که ۱۰ تا ۱۰۰ میکروارگانیزم 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^۳

این توکسین قوی‌ترین ماده کشنده شناخته شده است که مقدار کشنده این سم برای یک فرد بزرگسال از طریق خوراکی، بالغ بر 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

• تب تیفوئید (سالمونلا تیفی)^۱

سالمونلا یک ارگانیزم سخت است که در برابر شرایط طبیعی و زیست‌محیطی به خوبی مقاومت می‌کند (جنگجوی مادوانی، ۱۳۹۰: ۱۰۹). به طوری که در آب‌های سطحی تا ۲ ماه زنده می‌ماند و با یخ‌زدن هم نابود نمی‌شود (معصوم بیگی، ۱۳۸۲: ۴۰). این باکتری به سادگی و سرعت رشد می‌کند، تکثیر آن نیاز به ابزارها و مهارت پیچیده ندارد و انتقال ثانویه آن نیز چشم‌گیر است. تعداد ۱۰ عدد باکتری می‌تواند بیماری ایجاد کند و این نشان‌دهنده خطرناک بودن و ویرولانسی 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 پاراتیفوئید A را در چاه‌های روستاهای منطقه نانکینگ چین پخش کردند که نتیجه آن ایجاد و توسعه اپیدمی این بیماری، بلادرنگ بعد از پخش بود (شاه‌حسینی، ۱۳۸۱: ۵۵).

• شیگلادیسانتی^۲ (اسهال خونی)

1. Typhoid fever
2. Dysentery Shigella

• **توکسین های قارچی (مایکوتوکسین ها یا تریکوتسن ها)^۳**

مایکوتوکسین ها گروهی از ترکیبات سمی طبیعی هستند که توسط قارچ های مقاوم به حرارت و اسید معده تولید می شوند. مایکوتوکسین ها پتانسیل بالقوه زیادی برای کاربرد در جنگ های توکسینی دارند، چراکه شناسایی و همین طور تعیین هویت و رفع آلودگی از آن ها و تشخیص و درمان بیماری های ناشی از آن بسیار دشوار است. از این رو استفاده از توکسین T2 در خلال حملات میکروبی به صورت آلودگی منابع آب می تواند پیامدهای زیادی به دنبال داشته باشد (شاه حسینی، ۱۳۸۱: ۱۳۷).

• **ساکسی توکسین^۴**

ساکسی توکسین یک نوروتوکسین قوی است که نسبت به سایر عوامل فلج کننده ۱۰۰۰ برابر قوی تر است و مسمومیت آن خطرناک و کشنده است. ساکسی توکسین و مشتقات آن همگی در آب محلول بوده، لذا از این توکسین برای آلوده کردن منابع آب آشامیدنی استفاده می شود (لوبیتس، ۱۳۸۴: ۹۱).

• **ریسین^۵**

ریسین یک توکسین بالقوه خطرناک است که در تمام دنیا وجود دارد و به راحتی از گیاه کرچک قابل استخراج است (حسینی دوست و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۴۸). در حملات بیولوژیک مسمومیت با این توکسین می تواند 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 می شود (شهری، ۱۳۹۶: ۵۶).

مرگومیر فراوانی می شود. 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 بیوتروستی ارتباط مستقیمی با مقدار توکسین جذب شده دارد (لوبیتس، ۱۳۸۴: ۷۳). در شکل ۲ حملات فرضی با توکسین بوتولینوم به سیستم آب به صورت خلاصه آورده شده است.

• **توکسین تتانوس^۱**

این توکسین توسط کلستریدیوم تتانی تولید می شود (کرمی، ۱۳۹۴: ۱۱۱). جنس کلستریدیوم شامل گروهی از باکتری های گرم بی هوازی است که در گیاه اکسیژن رشد کرده و اسپورهای مقاوم به حرارت ایجاد می کند. توان هاگ زایی این باکتری در اپیدمیولوژی مسمومیت ها نقش بسزایی دارد. با توجه به این ویژگی ها، احتمال استفاده از این توکسین در حملات بیولوژیک از طریق آلوده سازی آب وجود دارد (حسینی دوست و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۳۸).

• **انتروتوکسین B استافیلوککی^۲**

انتروتوکسین B استافیلوککی توکسینی با خاصیت معتدل است، ولی به دلیل راحتی تولید در مقادیر بالا، توان بالای تضعیف کنندگی با مقادیر کم، قدرت و مقاومت به حرارت از مهم ترین توکسین ها با کاربرد نظامی است که می توان در خلال حملات بیوتروستی از این توکسین برای عملیات خراب کاری در تأسیسات تهیه آب شرب استفاده کرد (شاه حسینی، ۱۳۸۱: ۱۲۸). بلع حدود ۲۵ هزار گرم از آن در انسان پس از ۳ تا ۱۲ ساعت ایجاد بیماری می کند (قزوینی، ۱۳۸۲: ۱۳۶). مسمومیت ایجاد شده کشنده نیست، ولی به شدت ناتوان کننده است (کرمی، ۱۳۹۴: ۱۰۵).

3. Mycotoxins
4. Saxitoxin
5. Ricin Toxin

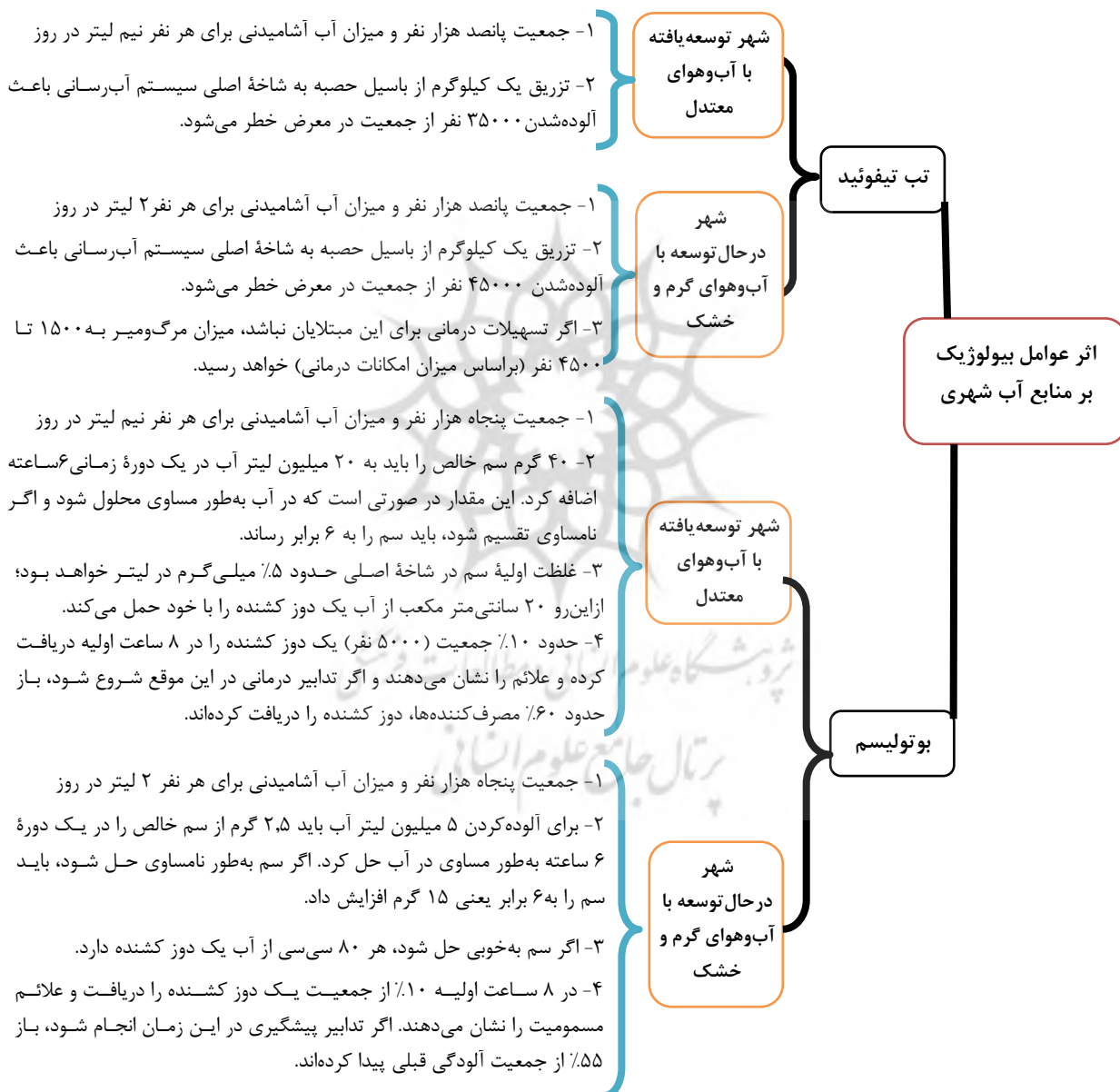
1. Tetanus Toxin
2. Staphylococcal Entrotoxin B

مصرف ممکن است انجام گیرد. شکل ۲ به طور فرضی برخی از شیوه‌های آلوده‌سازی زیرساخت آب را نشان می‌دهد. در ادامه مطلب به اختصار به این روش‌ها اشاره می‌شود:

- 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

حملات فرضی با عوامل بیولوژیک به زیرساخت منابع آب



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

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

• منابع تهیه آب

نخستین قسمت از شبکه آب رسانی، منابع آب است که به دو دسته تقسیم می‌شود: سطحی و زیرزمینی. منابع آب سطحی شامل چشمه‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌هاست که برای ذخیره آن‌ها باید از سدها استفاده کرد. منابع آب زیرزمینی نیز با حفر چاه قابل دسترسی است. به‌طور کلی حفاظت از منابع آب به‌دلیل گستردگی فراوان آن‌ها، بسیار دشوار است (بیطرفان و همکاران، ۱۳۹۴: ۷۴). آلوده کردن آب رودخانه‌های ورودی به سدها به‌دلیل در دسترس بودن عموم و عدم حفاظت از آن‌ها، بسیار سهل و آسان است و معمولاً نیز بخش‌هایی آسیب پذیرترند که به‌خوبی حفاظت نمی‌شوند، البته آلوده شدن منابع آب به میزان سمی بودن 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 به‌وسیله آلوده کردن سدها و چشمه‌ها به تیفوئید و سایر مواد بیماری‌زا بوده‌است (سالیوانت، ۱۳۸۹: ۳۱۵). همچنین در سال ۱۹۹۳ آلودگی منابع آب شهر میلوآکی در آمریکا با میکروارگانیسم کریپتوسپوریديوم ۳۵۰۰۰۰ نفر را تحت تأثیر قرار داد (مظفری، ۱۳۸۹: ۴۶). در سال ۲۰۰۰ آلوده کردن آب رودخانه نوار غزه توسط صهیونیست‌ها (بیگدلو و ملکوتی‌خواه، ۱۳۹۱: ۸۸) و در سال ۲۰۱۵ آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی کشور یمن با انتشار گازهای سمی توسط جنگنده‌های سعودی نیز گزارش شده‌است.

• تصفیه‌خانه آب

مهم‌ترین جزء در فرایند تأمین آب شرب، بدون شک تصفیه‌خانه‌های آب موجود است که وظیفه 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. از این رو اولین نقطه‌ای که امکان تزریق مواد آلاینده در آن زیاد است، تصفیه‌خانه‌ها هستند. ورود سموم و عوامل بیماری‌زای خطرناک به فرایند تصفیه آب و یا مخازن آب تصفیه‌شده، می‌تواند از طریق عوامل تروریست، کارکنان ناراضی و یا تأمین‌کنندگان مواد شیمیایی تصفیه‌خانه صورت گیرد. به‌طوری‌که با حذف و غیرفعال کردن سامانه‌های تصفیه شیمیایی آب، مثل بستن شیرهای تزریق ماده گندزدا و یا افزودن بیش از اندازه مواد شیمیایی در حین تصفیه و به‌دنبال آن افزودن عوامل بیماری‌زا به آب، عواقب خطرناکی به‌دنبال خواهد داشت. همچنین اختلال در تزریق گاز کلر، می‌تواند عواقب وخیمی را نیز در پی داشته باشد (انجم‌روز، ۱۳۹۵: ۷۸-۷۹)؛ بنابراین اولین گام در بررسی درجه اهمیت فرایند آب‌رسانی، بررسی عملکرد تصفیه‌خانه آب است.

• آلوده‌سازی مخازن ذخیره آب و ایستگاه‌های

پمپاژ

مخازن ذخیره آب به‌دلیل حجم بالای آب ذخیره‌شده در آن‌ها که تأمین بخش قابل‌توجهی از آب موردنیاز را برعهده دارد، از اهمیت بالایی برخوردار است. خطر آلوده شدن 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^۱ که در سال ۱۹۸۴ با استفاده از چند بطری باکتری سالمونلا اقدام به آلوده کردن مخزن آب در تعدادی از رستوران‌های دالس، اورگون کردند که سبب شیوع یک بیماری در

تهیه آب مشروب سالم می‌شود (شاه‌حسینی، ۱۳۸۱: ۶۳۲).

یافته‌های میدانی

با توجه به جدیدبودن موضوع تهدیدات زیرساخت‌های شهری در مقابل تهدیدات بیوتروریستی در بخش مطالعه کتابخانه‌ای تلاش شده است مهم‌ترین تهدیدات در هر کدام 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 درباره سوابق حملات تروریستی در کشورهای مختلف جنبه محرمانه داشته و فقط در حد تیترا خبری نقل می‌شود؛ از این رو همانند پژوهش‌های مرسوم دیگر، امکان بررسی دقیق و ذکر مستندات و مصادیق وجود ندارد. سؤال اول پژوهش به بررسی وضعیت هر کدام از عناصر و بخش‌های زیرساخت آب در مقابل حملات بیوتروریستی بر مبنای دو معیار «میزان آسیب‌پذیری» و «احتمال تهدید (وقوع)» اختصاص داشت. بر این اساس و همچنان که در بخش روش تحقیق توضیح داده شد، براساس پرسشنامه طراحی شده پژوهش که توسط کارشناسان و صاحب‌نظران تکمیل شده بود، 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 به موقع (دوره کمون طولانی)، ایجاد ترس و اضطراب عمومی و فراگیر از جمله عوامل مؤثر بر برآورد میزان آسیب‌پذیری و احتمال وقوع تهدیدات بیوتروریستی در زیرساخت آب به‌شمار می‌روند که در قالب جدول زیر آمده است:

بیش از ۷۵۰ مورد شد که در حالت عادی در طول سال به بیشتر از ۵ مورد نمی‌رسید (ام کلارک و حکیم، ۱۳۹۴: ۴۷). نمونه دیگر در سال ۱۹۹۳ آلوده کردن آب شهر سلیمانیه عراق به دستور فرماندهان ارشد عراقی در زمان شورش مردم علیه صدام بود که سبب شیوع گسترده بیماری در بین مردم شد (بخشی، ۱۳۹۴: ۱۱۲).

• شبکه توزیع

شبکه‌های توزیع آب در شهر شامل شبکه انشعابی یا شاخه‌ای، شبکه حلقوی یا مداری و شبکه مختلط است. گستردگی و پراکندگی، یکی از خصوصیات ذاتی شبکه‌ها محسوب می‌شود که موجب دشوار شدن فعالیت‌های حفاظتی و بهره‌برداری می‌شود و آن‌ها را در برابر حملات بیوتروریستی بسیار آسیب‌پذیر کرده است. در مسیر شبکه، معمولاً ایستگاه پمپاژ، ایستگاه گلرزی، مخزن ذخیره و شیرهای آتش‌نشانی قرار دارند. آلوده‌سازی شبکه‌های آب‌رسانی از طریق 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^۱ معروف است، صورت گیرد (خیراندیش و هاشمی، ۱۳۹۳: ۴۱). یکی دیگر از روش‌های مؤثر آسیب‌رساندن که باعث گمراهی کارکنان سازمان آب می‌شود، اضافه کردن عامل بیولوژیک در زمان کنترل و تشخیص آلودگی‌های بیولوژیک آب است. به این ترتیب خراب‌کاری در مرحله کنترل و تشخیص به وجود می‌آید. این کار باعث می‌شود که مأموران آب را غیرقابل استفاده اعلام کنند و در نتیجه شهر دچار مشکلات فراوانی در ارتباط با

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 آئروسول‌ها)										
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 آنبوه و ذخیره‌سازی بالا)										
	میانگین										

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

همچنان که در جدول زیر نشان داده شده‌است، بر مبنای 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 خیلی کم 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 خیلی کم 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 در نهایت 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 خیلی کم 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

همچنان که در جدول زیر نشان داده شده‌است، بر مبنای 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 خیلی کم 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 خیلی کم 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

(۳،۱۷)، مخازن آب (۳،۱۷)، فرایند تصفیه (۳،۱۲) و در نهایت 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

میانگین	شاخص					میانگین	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در منابع تأمین آب شهری (رودخانه، سد)
	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد		
۳/۸۸	۲۷	۱۲	۱۲	۵	۴	فراوانی	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در منابع تأمین آب شهری (رودخانه، سد)
	۴۵	۲۰	۲۰	۸،۳	۶،۷	درصد	
۳/۳۲	۱۳	۱۶	۱۳	۱۳	۵	فراوانی	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در منابع تأمین آب شهری (رودخانه، سد)
	۲۱،۷	۲۶،۷	۲۱،۷	۲۱،۷	۸،۳	درصد	
۳/۴۲	۱۵	۱۷	۱۳	۸	۷	فراوانی	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در منابع تأمین آب شهری (چاه، قنات)
	۲۵	۲۸،۳	۲۱،۷	۱۳،۳	۱۱،۷	درصد	
۳/۰۵	۱۰	۱۲	۱۷	۱۳	۸	فراوانی	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در منابع تأمین آب شهری (چاه، قنات)
	۱۶،۷	۲۰	۲۸،۳	۲۱،۷	۱۳،۳	درصد	
۳/۸۲	۲۱	۱۹	۱۱	۶	۳	فراوانی	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در فرایند تصفیه آب شهری
	۳۵	۳۱،۷	۱۸،۳	۱۰	۵	درصد	
۳/۱۲	۱۲	۱۵	۱۲	۱۰	۱۱	فراوانی	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در مخازن آب تصفیه‌شده شهر
	۲۰	۲۵	۲۰	۱۶،۷	۱۸،۳	درصد	
۳/۸۷	۲۴	۱۷	۹	۶	۴	فراوانی	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) انتشار سموم بیولوژیک در مخازن آب تصفیه‌شده شهر
	۴۰	۲۸،۳	۱۵	۱۰	۶،۷	درصد	
۳/۱۷	۱۲	۱۵	۱۲	۱۳	۸	فراوانی	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) حملات بیوتروریستی به شبکه توزیع آب شهری
	۲۰	۲۵	۲۰	۲۱،۷	۱۳،۳	درصد	
۳/۹	۲۸	۱۴	۹	۲	۷	فراوانی	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) حملات بیوتروریستی به شبکه توزیع آب شهری
	۴۹،۷	۲۳،۳	۱۵	۳،۳	۱۱،۷	درصد	
۳/۱۷	۱۴	۱۵	۱۱	۷	۱۳	فراوانی	میزان آسیب‌پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) حملات بیوتروریستی به شبکه توزیع آب شهری
	۲۳،۳	۲۵	۱۸،۳	۱۱،۷	۲۱،۷	درصد	

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

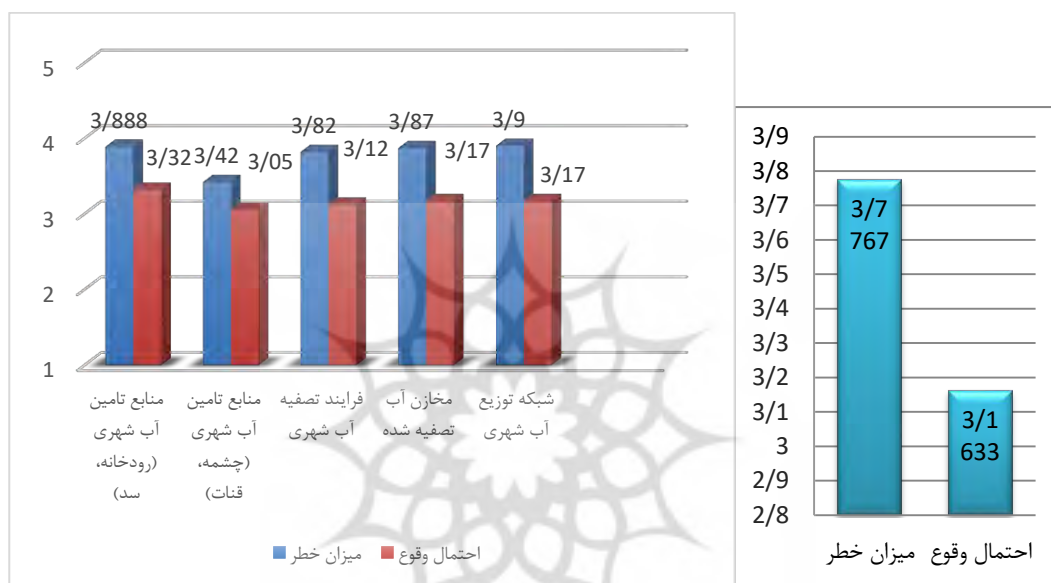
سؤال دوم این پژوهش نیز بدین شرح است: میزان آسیب‌پذیری و احتمال تهدید حملات بیوتروریستی در کدام‌یک از عناصر زیرساخت منابع آب شهری بیشتر است؟ نظرات کارشناسان دربارهٔ بیشترین میزان آسیب‌پذیری و احتمال وقوع حملات بیوتروریستی در بخش‌های مختلف زیرساخت آب شهری در قالب جداول و نمودارهای زیر به تصویر کشیده شده‌است. همچنان‌که در جدول و نمودار زیر مشهود است، با توجه به میانگین به‌دست‌آمده بیشترین میزان خطر حملات بیوتروریستی به زیرساخت منابع آب شهری در

قسمت شبکه توزیع آب شهری با میزان خطر ۳/۹ است، در حالی که کمترین میزان خطر مربوط به منابع تأمین آب شهری (چاه و قنات) با میزان خطر ۳/۳۲ است. و مطابق با نظر پاسخگویان بیشترین احتمال وقوع افزودن سموم بیولوژیک به زیرساخت منابع آب در قسمت تأمین منابع آب شهری با احتمال ۳/۳۲ است و پس از آن شبکه توزیع و مخازن آب تصفیه‌شده با ضریب ۳/۱۷ و فرایند تصفیه با احتمال ۳/۱۲ قرار دارد.

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

مؤلفه	میزان آسیب پذیری (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 تصفیه آب شهری	۳/۸۲	۳/۱۲
مخازن آب تصفیه شده شهر	۳/۸۷	۳/۱۷
شبکه توزیع آب شهری	۳/۹۰	۳/۱۷
منابع آب شهری	۳/۷۷۶۷	۳/۱۶۳۳

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)



نمودار ۱. مقایسه میزان آسیب پذیری (خطر) و احتمال تهدید (وقوع) حملات بیوتروریستی در عناصر زیرساخت آب شهری

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

نتیجه گیری

شهروندان یک کشور محسوب می‌شود و با گذر زمان نه تنها از این نوع تهدیدات کاسته نشده است، بلکه در عصر کنونی با جهانی شدن پدیده شوم تروریسم نیز مواجه هستیم. در بین شیوه‌های مختلف تروریستی، استفاده از عوامل بیولوژیک کشنده و بیماری‌زا در قالب «بیوتروریسم» از اهمیت بیشتری برخوردار است؛ به دلیل در دسترس بودن راحت این گونه مواد و گستره تأثیرگذاری بسیار زیاد آن و میزان خطری که برای عموم مردم می‌تواند ایجاد کند.

تهدیدشناسی جزئی تفکیک ناپذیر از فعالیت سازمان‌های اطلاعاتی و امنیتی به عنوان متولیان ایجاد فضای آرام در جامعه برای رشد ابعاد مختلف زیست شهروندان محسوب می‌شود و در این فرایند مهم، تکیه بر داشته‌های ثابت و به روز نشدن داده‌ها خطر منفعل شدن و جاماندن از روندی را در پی دارد که گروه‌های خراب‌کار در آن به سرعت پیش می‌روند (بیگدلو و ملکوتی‌خواه، ۱۳۹۱: ۷۹). تهدیدات تروریستی از جمله تهدیدات اساسی برای بقا و حیات

تجزیه و تحلیل قرار گرفت. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که باکتری‌ها و توکسین‌های سیاه‌زخم، بروسلوزیس، سالمونلاتیفی، آنترتوکسین 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 زنده ماندن به مدت 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 بیوتروستی در زیرساخت آب نیز نتایج پژوهش نشان می‌دهد، بین میزان خطر و احتمال وقوع حملات بیوتروستی در بخش‌های مختلف زیرساخت آب شهری تفاوت وجود دارد. با توجه به اینکه آلوده کردن حجم زیاد آب قبل از تصفیه‌خانه ممکن است مؤثر نباشد، معمولاً طی عملیات خراب‌کاری، آلوده‌سازی مخازن آب و شبکه 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 بیوتروستی در این زیرساخت برابر با ۳/۱ بوده است. همچنین بیشترین میزان خطر حملات بیوتروستی به عناصر زیرساخت آب شهری به ترتیب در قسمت شبکه توزیع آب شهری، بخش تأمین آب (چاه، رودخانه، سد)، بخش تصفیه است. همچنین براساس یافته‌های میدانی پژوهش، بیشترین احتمال وقوع اقدامات بیوتروستی در زیرساخت آب شهری به ترتیب در قسمت تأمین منابع آب شهری (رودخانه، سد)، مخازن آب تصفیه‌شده و شبکه توزیع آب شهری است. در پایان این نکته لازم به ذکر است که وضعیت نامنی در جهان روبه‌گسترش است و به‌نوعی با جهانی شدن تروریسم روبه‌رو هستیم. برخلاف دهه‌های گذشته تروریسم غالب «تروریسم

بیوتروسیسم نتیجه بهره‌گیری از عوامل بیولوژیک است که با پرورش میکروب‌ها، مقاوم‌سازی آن‌ها و انتشار از طریق هوا، آب و مواد غذایی و ابزارهای پرکاربرد صورت می‌گیرد. به دلیل ویژگی‌های خاص این نوع اقدامات تروریستی به خصوص قدرت کشندگی، توان بیماری‌زایی بالا، پتانسیل مسلح‌سازی، مسری بودن، دوره کمون، عدم تشخیص سریع، دردسترس بودن مواد بیولوژیک، تکثیر آسان در آزمایشگاه‌های خانگی، استفاده 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. به دلیل اینکه عناصر و بخش‌های مختلف این زیرساخت عمده‌تأ از نظر حفاظتی دارای کاستی‌ها و نواقص متعددی هستند و از طرفی استفاده از مواد سمی و بیولوژیک در این زیرساخت می‌تواند موجب وسعت آلودگی و ایجاد نگرانی گسترده در سطح جامعه شود. علاوه بر این نقش بی‌بدیل آب در زندگی روزمره شهروندان و حیات شهری موجب می‌شود هرگونه اختلال در سیستم عرضه آب شهری به سرعت به یک بحران امنیتی تبدیل شود. در این پژوهش به منظور بررسی آسیب‌پذیری عناصر زیرساخت آب شهری در برابر حملات بیوتروستی، ابتدا مهم‌ترین مواد بیولوژیک خطرناک که در این‌گونه اقدامات بیوتروستی 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

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

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

پیش‌نویس ضوابط طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی، (۱۳۹۰). نشریه شماره ۳۸۰-الف، وزارت نیرو، معاونت امور آب و آبفا، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا.

توکلی، حمیدرضا؛ صراف‌پور، رضا؛ صمدی، محمد، (۱۳۸۴). «آب، غذا و بیوتروریسم»، فصلنامه طب نظامی، شماره ۷ (۱)، صص ۷۵-۸۲.

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

حسینی دوست، 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 مواد غذایی، فصلنامه دانشگاه علوم پزشکی لرستان، دوره نوزدهم، شماره ۳، صص ۱-۱۱.

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 کنگره انجمن ژئوپلیتیک ایران «جغرافیای سیاسی شهر»، دانشگاه خوارزمی، تهران.

دولتی» با نقش‌آفرینی حکومت‌ها نیست، بلکه امروزه با ظهور بازیگران جدید غیردولتی در عرصه‌های مختلف، از جمله اقدامات تروریستی روبه‌رو هستیم. در این بین منطقه خاورمیانه و جنوب غرب آسیا به دلیل فضای استراتژیک ناامن بیشتر در معرض چنین اقدامات تروریستی است، از این‌رو لازم است برای مدیریت بحران و در قالب 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 بیوتروریسم و امنیت شهری» در رشته جغرافیای سیاسی در دانشگاه فردوسی مشهد است. نگارندگان وظیفه خود می‌دانند که از حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه تشکر کنند.

منابع

آندرولی، کارپنتر؛ گریگز، بنجامین، (۱۳۸۷). مبانی طب داخلی سسیل (بیماری‌های عفونی و بیوتروریسم)، اندیشه رفیع، 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، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای سیاسی، دانشگاه فردوس مشهد.

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

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

قاضی‌زاده، علیرضا، (۱۳۸۷). تعیین مبانی پدافند غیرعامل در تأسیسات آب‌رسانی شهری، پایان‌نامه 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، حیانت، شهرآب اب‌صالح، آینده‌سازان، تهران.

کاظم‌نیا، محمدرضا؛ رستمی، عبدالرضا، (۱۳۸۹). واژگان پدافند غیرعامل (انگلیسی به فارسی)، مؤسسه مهندسیین 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 توسعه پایدار- تهران.

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

گلابچی‌گیلانی، محمد، (۱۳۸۸). بررسی سامانه‌های 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 زمینه کنترل کیفیت آب شرب در شرکت‌های آب‌بار ایران، دومین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب

زرقاتی، سیده‌ادی؛ اعظمی، هادی، (۱۳۹۰). تحلیل ملاحظات دفاعی-امنیتی در آمایش و مکان‌گزینی مراکز و استقرارگاه‌های نظامی با تأکید بر خراسان رضوی، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، سال پانزدهم، شماره ۲، صص ۱۶۱-۱۴۱.

زرقاتی، سیده‌ادی؛ اعظمی، هادی، (۱۳۸۹). تحلیل ملاحظات دفاعی-امنیتی در آمایش کلان شهر مشهد با تأکید بر تهدیدات تروریستی، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، سال هشتم، شماره ۱۴، صص ۷۱-۹۶.

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

زرقاتی، سیده‌ادی؛ امینی، مرضیه؛ رضانی، مهناز، (۱۳۹۶). تحلیل اصول و ملاحظات امنیتی در زیرساخت حمل و نقل شهری در کلان‌شهرهای ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال سی و دوم، شماره سوم، شماره‌پیاپی ۱۲۶، صص ۸۸-۹۹.

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، ترجمه حسنسواری، مجله حقوقی بین‌المللی، سال سی و ششم، دوره بیستم، شماره 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، مجله علمی پژوهشی دانشکده علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران، سال هفتم، شماره ۴، صص ۲۲۹-۳۰۷.

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

Department of Health. (January 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 Biological Threat to U.S. Water Supplies: Toward a National Water Security Policy. Bioscurity and Bioterrorism: Biodefence Strategy, Practice and science, Volume 4, Number 2, 147-157.

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

ایران، اصفهان، انجمن آب و فاضلاب ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان.

مظفری، عبدالله، (۱۳۸۹). مدیریت بحران در سامانه‌های آبرسانی با رویکرد ایمن‌سازی در برابر زلزله، خانیان، تهران.

معصوم‌بیگی، حسین، (۱۳۸۲). آشنایی با عوامل بیولوژیک، اسپندهنر، تهران.

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

