سازمان بهداشت و درمان صنعت نفت

دستورالعمل پدافند زیستی

در صنعت نفت

WI-80-01-PD

مدیریت سلامت

پاییز 1405

راهنمای استقرار سند پدافند زیستی در سطح تاسیسات شرکت های صنعتی :

دستورالعمل پدافند زیستی ، جهت استفاده کارکنان بهداشت و درمان، تیم سلامت کار، پزشکان خانواده مراکز درمانی و کارشناسان بهداشت محیط و عمومی، اورژانس های مراکز بیمارستانی، تیم های واکنش سریع بهداشتی و کارشناسان کنترل بیماریهای واگیر

خلاصه پدافند زیستی (پیوست یک)، جهت استفاده کارکنان واحد خدمات عمومی، کارشناسان واحدHSE ، و سایر همکاران مرتبط با پدافند غیر عامل در سطح شرکت صنعتی

ضروریست جهت استقرار سند پدافند زیستی اقدامات زیر انجام شود :

1. موضوع فوق در کمیته مدیریت بحران و پدافند غیر عامل شرکت مطرح و فرآیند اجرای آن برنامه ریزی گردد .
2. از طرف مناطق سازمان نماینده بهداشت و درمان جهت همکاری با مدیریت شرکت معرفی شود.
3. مسئول پدافند زیستی توسط مدیریت ارشد شرکت معرفی و اختیارات کامل جهت اجراء و پیگیری نظام مراقبتهای سندرمیک و رصد و شناسائی موارد مشکوک و محتمل بیماری و سایر اقدامات بهداشتی جهت پیشگیری از بروز بیماری های واگیر و بیوتروریسم (انسان ساخت) را داشته و گزارش اقدامات را برای مدیریت ارشد شرکت ارسال نماید.
4. همکاری مستمر با مسئولین طب صنعتی و کارشناسان بهداشت عمومی و محیط منطقه بهداشت و درمان صنعت نفت، جهت تبادل اطلاعات موارد شناسائی شده مشکوک مبتلا به بیماری مسری در سطح شرکت و جمع بندی گزارشات ارسالی و پیگیری نظارت مستمر بهداشتی بر آب و غذا و اماکن عمومی (ورزشی و خوابگاه ...)صورت پذیرد.
5. مشارکت پزشکان خانواده مناطق سازمان جهت پیگیری موارد ابتلا به بیماریهای واگیر و اقدامات مراقبتی جهت خانواده شاغلین در سطح شهرک های نفت و گاز انجام شود .
6. همکاری واحد فن آوری اطلاعات جهت ایجاد سامانه گزارش دهی برخط برای کارکنانی که دچار علام مشکوک شده اند.
7. همکاری واحدهای امورکارکنان جهت هماهنگی بین شاغلین و مراکز درمانی و پیگیری اقدامات درمانی و یا قرنطینه موارد مشکوک در تاسیسات با نظارت تیم سلامت کار و HSE در منطقه و انتقال به بیمارستان های همجوار منطقه صنعتی انجام شود.
8. تنظیم و عقد تفاهم نامه همکاری با مراکز بیمارستانی همجوار در صورت بروز همه گیری در سطح کارکنان شرکت صنعتی امکان پذیرش بیماران تسهیل گردد.
9. ضروریست جلسات کمیته مدیریت بحران و پدافند غیر عامل به صورتی فصلی در شرکت برگزار شود و گزارشات پیشرفت اقدامات در جلسه بررسی و به صورت سالیانه گزارش بازنگری نظام مراقبت های پدافند زیستی به مدیریت شرکت ارائه گردد.
10. واحدهای روابط عمومی و آموزش شرکت صنعتی برای افزایش سطح سواد سلامت کارکنان به صورت فعال همکاری لازم را داشته باشند و برنامه های آموزشی متناسب با شرایط فصول سال و شیوع بیماریهای واگیر اقدام نمایند.
11. موضوعات مرتبط با پدافند زیستی در سند HSE پیمانکاران در سطح قراردادهای شرکت لحاظ گردد
12. همکاری تمامی کارکنان شرکت صنعتی جهت استقرار طرح، مورد نیاز می باشد لذا معرفی داوطلبین به عنوان امدادگر و پشتیبان اجراء فرآیند نظام مراقبتهای سندرمیک در سطح شرکت می تواند در پیشبرد اهداف نظام مراقبت پدافند زیستی موثر میباشد.
13. ضروریست به صورت فصلی تمرین ها و مانورهای میدانی جهت ارزیابی سطح آمادگی عملکرد واحد های مرتبط شرکت انجام شود.

پدافند زیستی در صنعت نفت

زهرا موسوی مقدم

بهزاد جمشیدی

یوسف امیدی خانی آبادی

محسن فرزین

گروه مهندسی بهداشت محیط، بهداشت و درمان صنعت نفت اهواز

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ای بر اهمیت پدافند زیستی در صنعت نفت

فصل دوم: مروری بر مهمترین تهدیدات زیستی

فصل سوم: تهدیدات زیستی استنشاقی

فصل چهارم: تهدیدات زیستی در آب آشامیدنی

فصل پنجم: تهدیدات زیستی در مواد غذایی

فصل ششم: تهدیدات زیستی در کشاورزی و دام پروری (اگروتروریسم)

فصل هفتم: تهدیدات زیستی ناقلین

فهرست شماره صفحه

تعاریف و اصطلاحات ۵
پدافند زیستی ۵
تهدید زیستی ۵
بحران زیستی ۵
تروریسم ۵
تروریسم زیستی ۵
نظام عملیاتی پدافند زیستی ۶
جنگ زیستی ۶
سلاح زیستی ۶
عوامل زیستی ۶
دامنه تهدیدات زیستی ۷
پیامد زیستی ۷
حمله زیستی ۷
فصل اول: ۸
مقدمه ای بر اهمیت پدافند زیستی در صنعت نفت ۸
اهمیت پدافند زیستی در صنعت نفت ۹
ضرورت پدافند زیستی در صنعت نفت ۱۰
جایگاه واحدهای بهداشت و درمان صنعت نفت در پدافند زیستی ۱۰
نقش واحد مهندسی بهداشت محیط در پدافند زیستی ۱۲
فصل دوم: ۱۵
مهمترین تهدیدات زیستی انسانی ۱۵
تهدیدات زیستی انسانی ۱۶
طبقه بندی مهم ترین عوامل تهدیدات زیستی ۱۸
کرونا ویروس‌ها (عامل عفونت های حاد تنفسی) ۶۴
توکسینهای زیستی ۶۸
فصل سوم: ۷۷
تهدیدات زیستی استنشاقی ۷۷
بیوتروریسم استنشاقی ۷۸
روش های انتشار عوامل زیستی از طریق هوا ۷۹
ویژگی بیوآئروسل ها در بیوتروریسم ۷۹
اقدامات صنعت نفت در حوزه بیوتروریسم استنشاقی ۸۲
اقدامات لازم پس از وقوع بیوتروریسم استنشاقی ۸۵
فصل چهارم: ۸۹
تهدیدات زیستی درآب آشامیدنی ۸۹
بیوتروریسم آب آشامیدنی ۹۰
منابع آبی و تروریسم ۹۰
تهدیدهای عمده بیوتروریستی منابع آبی ۹۴

مدیریت پاتوژن های زیستی آلوده کننده منابع آبی ۹۵
اهمیت پدافند زیستی آب آشامیدنی در صنعت نفت ۱۰۴
اقدامات لازم پس از وقوع بیوتروریسم ناشی از آلودگی آب ۱۱۱
فصل پنجم: ۱۱۵
تهدیدات زیستی در مواد غذایی ۱۱۵
بیوتروریسم غذایی ۱۱۶
مروری بر تهدیدات بیوتروریسم غذایی ۱۱۷
عوامل زیستی مورد استفاده در بیوتروریسم غذایی ۱۱۸
اقدامات انجام شده در صنعت نفت ۱۲۳
اقدامات لازم پس از وقوع بیوتروریسم ناشی از آلودگی غذا ۱۲۴
فصل ششم: ۱۲۹
تهدیدات زیستی در کشاورزی و دام پروری (اگروتروریسم) ۱۲۹
تعریف اگروتروریسم ۱۳۰
مهمترین تهدیدات زیستی موثر بر حوزه کشاورزی کشور ۱۳۱
نقاط ضعف و چالش‌های مقابله با تهدیدات زیستی در حوزه کشاورزی ۱۳۴
تهدیدات زیستی در حوزه دام ۱۳۵
اهمیت پدافند غیر عامل در حوزه دامپزشکی ۱۳۹
انواع بیماری های دام ۱۴۱
مهمترین عوامل بیوتروریسم دامی ۱۵۱
بیوتروریسم در آبزیان ۱۵۲
امنیت و ایمنی زیستی در طیور ۱۵۹
برنامه ایمنی‌زیستی در پرورش طیور ۱۶۲
تهدیدات زیستی ناشی از اگروتروریسم و پیامدهای آن در صنعت نفت ۱۶۶
مدیریت و کنترل اگروتروریسم در شرایط بحران و حوادث غیرمترقبه ۱۶۹
فصل هفتم: ۱۷۸
تهدیدات زیستی ناقلین ۱۷۸
انواع بیماری های ناشی از ناقلین ۱۸۵
تهدیدات زیستی ناشی از ناقلین در صنعت نفت ۱۹۵
مدیریت و کنترل ناقلین در شرایط بحران و حوادث غیرمترقبه ۱۹۹
فصل هشتم: ۲۰۸
سناریوی پدافند زیستی در صنعت نفت ۲۰۸
سناریو نویسی در صنعت نفت ۲۰۹
مراحل اجرای سناریو ۲۱۱
اقدامات تکمیلی و پشتیبان ۲۱۲

تعاریف و اصطلاحات

پدافند زیستی

به مجموعه‌ای از تدابیر و اقدامات شامل رصد و پایش تهدیدات و مخاطرات زیستی، تشخیص و اعلان وضعیت های زیستی، تعیین دارایی ها و سرمایه‌های زیستی کشور، طبقه بندی و سطح بندی آن‌ها، کشف و شناسایی نقاط ضعف وآسیب پذیری زیرساخت های زیستی، تعیین حریم زیرساخت ها، صنایع و مراکز زیستی، آموزش، تمرین و رزمایش‌های زیستی، مدیریت، پشتیبانی، تامین تجهیزات مناسب جهت مقابله با انجام اقدامات در مخاطرات زیستی مانندتهدید منطقه، رفع آلودگی، امداد و نجات و درمان مصدومین زیستی، پاکسازی و بازیابی منطقه آلوده، تخلیه و اسکان اطلاق می شود.

تهدید زیستی

هرنشانه، رویداد یا حادثه طبیعی یا غیرطبیعی با استفاده از عوامل زیستی که موجب تضعیف و نابودی سرمایه-های انسانی و یا آسیب‌های اقتصادی از طریق تخریب و نابودی سرمایه‌های ملی زیستی در کشور گردد، تهدید زیستی محسوب می‌شود.

بحران زیستی

چنانچه بر اثر انتشار عوامل زیستی به واسطه حوادث طبیعی، اقدامات بیوتروریستی و یا حمله زیستی، سرمایه های انسانی و زیست محیطی دچار خسارت گردد و سبب ترس و وحشت بر جامعه شود؛ به نحوی که برطرف کردن آن نیازمند انجام اقدامات اضطراری فوری باشد، بحران زیستی رخ داده است.

تروریسم

بکارگیری زور یا خشونت علیه افراد یا دارایی‌های افراد به صورت غیرقانونی با هدف ایجاد رعب و وحشت، اخاذی وگرفتن باج را تروریسم می‌گویند. هدف تروریسم وارد کردن خسارت به دارایی، جراحت فیزیکی یا آسیب اقتصادی به مردم، دولت یا ساختارهایی از جمله مؤسسات تحقیقاتی است. اشکال کوچک‌تر تروریسم شامل حمله به سامانه حمل ونقل، مراکز خدمات عمومی و زیرساخت‌های مهم از جمله آب و غذا هستند.

تروریسم زیستی

کاربرد عوامل زیستی مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، ناقلین، توکسین‌ها، ژن‌ها، پریون‌ها، هورمون‌ها و موارد مشابه برای اهداف و حملات تروریستی به منظورآسیب زدن، تخریب و از بین بردن سرمایه‌های انسانی و

ملی مانند محصولات دامی وکشاورزی، محیط زیست، منابع طبیعی، آب آشامیدنی و مواد غذایی از طریق ایجاد رعب و وحشت برای حصول موفقیت‌های سیاسی و اجتماعی را تروریست زیستی گویند.

نظام عملیاتی پدافند زیستی

مجموعه تدابیر و اقدامات پدافند زیستی متشکل از تعیین نقش‌ها، وظایف و روابط، نحوه تعامل بخش‌های مختلف عملیات پدافند زیستی، مسئولیت دستگاه‌های اجرایی زیربط، چگونگی تحقق اهداف و اجرای ماموریت در حوزه پدافند زیستی می‌باشد.

جنگ زیستی

استفاده آشکار یا پنهان از تسلیحات زیستی علیه منابع انسانی و یا زیرساخت‌های اقتصادی که توسط یک کشور متخاصم و با هدف وارد نمودن ضربه نظامی، از بین بردن مقاومت، تحمیل خسارات اقتصادی و خدشه‌دار نمودن امنیت ملی کشور انجام می‌گیرد.

سلاح زیستی

هر وسیله‌ای که برای انتشار عمدی عوامل زیستی بیماریزا یا فرآورده های آنها مانند توکسین ها به کار برده میشود، سلاح زیستی یا جنگ افزار بیولوژیک نامیده می شود. این عوامل از طریق انتشار توسط آب، مواد غذایی، حشرات ناقل و یا به شکل افشانه به کار برده می شوند.

عوامل زیستی

به موجودات زیستی به ویژه میکروارگانیزم‌هایی مانند ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها، انگل‌ها، پریون‌ها یا مواد سمی مشتق شده از آن‌ها که به صورت طبیعی یا غیرطبیعی مانند دست‌کاری ژنیتیکی توانایی ایجاد بیماری یا مرگ در انسان، حیوانات و گیاهان و آسیب به محیط زیست را داشته باشد. این عوامل بر دو نوع ۱- عوامل زیستی کلاسیک مانند میکروارگانیزم‌های طبیعی، سموم زیستی، هورمون‌ها و ۲- عوامل زیستی نوین مانند سموم زیستی تغییریافته، عوامل زیستی مصنوعی، بیماری‌های نوپدید، ویروس‌های پنهان، مواد شبیه زیستی خاموش و عوامل زیستی انتخابی می‌باشد.

دامنه تهدیدات زیستی

به طور کلی دامنه تهدیدات زیستی در بخش‌های زیر متمرکز شده است که شامل انسان، دام، گیاهان، محیط زیست و منابع طبیعی، غذا و دارو و آب آشامیدنی می‌باشد.

پیامد زیستی

شامل نتایج، بازتاب و تأثیرات حاصل از حادثه زیستی در مقیاس فردی، محلی، منطقه‌ای، ملی یا جهانی است که ممکن است سبب آلودگی، اختلال، آسیب، تغییر، بیماری یا نابودی در حوزه زیست محیطی یا روند حیاتی موجودات زنده یا سرمایه های زیستی یا تاثیرات تجاری، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی، روانی یا حاکمیتی به صورت مقطعی، بلند مدت یا دائمی شود.

حمله زیستی

عبارت است از پخش کردن عوامل بیولوژیک از جمله ویروس، باکتری و سمومی که موجب بروز بیماری و مرگ در میان انسان ها، حیوانات و نابودی گیاهان می‌شود. تأثیرات حمله بیولوژیکی چهار دسته است:

۱- فیزیکی: بروز بیماری؛ ۲- روانی: بروز ترس و وحشت؛ ۳- اقتصادی: محدودیت سفر و جابجایی، متوقف شدن فعالیت های اقتصادی و کسب و کار؛ ۴-زیست محیطی: آسیب دیدن انسان‌ها، حیوانات، گیاهان و آلوده شدن منابع طبیعی مثل منابع آبی.

فصل اول:

مقدمه ای بر اهمیت پدافند زیستی در صنعت نفت

اهمیت پدافند زیستی در صنعت نفت

در دنیای امروز، تهدیدات زیستی با پیشرفت فناوری و افزایش تعاملات جهانی پیچیده‌تر شده است. بنابراین، پدافندزیستی در صنعت نفت نیازمند رویکردی پویا و چندلایه است که علاوه بر پیشگیری و آمادگی، بر توانایی واکنش سریع و بازسازی تأکید داشته باشد. سرمایه‌گذاری در این حوزه نه‌تنها به حفظ سلامت کارکنان و خانواده آنان وتداوم تولید کمک می‌کند؛ بلکه جایگاه صنعت نفت را به‌عنوان یک بخش کلیدی در امنیت ملی و اقتصادی کشور تقویت می‌کند. این اقدامات، درکنار ایجاد فرهنگ سازمانی مبتنی برایمنی زیستی، می‌تواند به کاهش آسیب‌پذیری‌ها و افزایش تاب‌آوری این صنعت در برابر تهدیدات زیستی منجر شود. پدافند زیستی یکی ازجنبه‌های مهم پدافند غیرعامل است که به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که هدف آن کاهش آسیب‌پذیری‌ها و ارتقای آمادگی در برابر تهدیدات زیستی، از جمله بیماری‌های واگیر، حملات بیولوژیکی و حوادث ناشی از عوامل زیستی است. در صنعت نفت، که یکی از بخش‌های استراتژیک و حیاتی کشور به شمار می‌رود، پدافند زیستی در حوزه بهداشت و درمان اهمیت دوچندانی پیدا می‌کند. این اهمیت از آنجا ناشی می‌شود که کارکنان صنعت نفت، به‌ویژه در مناطق عملیاتی و دورافتاده، در معرض خطرات مختلف زیستی قرار دارند. وجود محیط‌های پرجمعیت کاری، تعاملات گسترده بین‌المللی، و شرایط خاص اقلیمی، زمینه‌ساز انتشار عوامل زیستی مانند ویروس‌ها، باکتری‌ها و دیگر پاتوژن‌ها است. از این رو، طراحی و اجرای برنامه‌های جامع پدافند زیستی در حوزه بهداشت و درمان صنعت نفت می‌تواند نقش بسزایی در حفظ سلامت کارکنان و خانواده آنها، تداوم تولید، و کاهش خسارات ناشی از تهدیدات زیستی داشته باشد.

اقداماتی همچون ارتقای سطح آگاهی کارکنان، بهبود زیرساخت‌های بهداشتی، توسعه سیستم‌های پایش و هشدار سریع و تقویت توانمندی‌های واکنش سریع در برابر حوادث زیستی از جمله راهبردهای کلیدی در این حوزه محسوب می‌شوند. هدف نهایی این اقدامات، تضمین پایداری عملیاتی و حفظ سرمایه انسانی در صنعت نفت است که نقشی حیاتی در امنیت اقتصادی و انرژی کشور ایفا می‌کند. پدافند زیستی در بهداشت و درمان صنعت نفت نه‌تنها به معنای مقابله با تهدیدات زیستی ناشی از عوامل طبیعی یا عمدی است، بلکه شامل مدیریت وکاهش خطرات مرتبط با بیماری‌های شغلی و عفونت‌های ناشی از محیط‌های کاری نیز می‌شود. صنعت نفت به دلیل ماهیت خاص فعالیت‌های خود، از جمله تراکم نیروی انسانی در مناطق عملیاتی، استفاده از تجهیزات و فناوری‌های پیشرفته و حضور در محیط‌های جغرافیایی متنوع، در معرض تهدیدات زیستی گوناگونی قرار دارد. این تهدیدات می‌توانند شامل شیوع بیماری‌های عفونی، ورود عوامل بیولوژیکی ناشناخته و حتی حملات زیستی هدفمند باشند.

ضرورت پدافند زیستی در صنعت نفت

یکی از چالش‌های کلیدی در این صنعت، تضمین سلامت و ایمنی نیروی کار به‌عنوان اصلی‌ترین سرمایه سازمانی است. شیوع یک بیماری عفونی یا رخداد یک بحران زیستی درمناطق عملیاتی می‌تواند به کاهش بهره‌وری، توقف فعالیت‌های تولیدی و خسارات اقتصادی گسترده منجر شود. علاوه بر این، وابستگی صنعت نفت به نیروی انسانی متخصص و ماهر، اهمیت حفاظت از سلامت کارکنان و خانواده آنان را نیز دوچندان می‌کند. همچنین، صنعت نفت به دلیل ارتباط نزدیک با بازارهای جهانی و تبادل بین‌المللی کالا و نیروی انسانی، ممکن است به‌عنوان یکی از نقاط ورودی عوامل زیستی به کشور عمل کند. بنابراین، پیشگیری از این تهدیدات و کنترل سریع آن‌ها از اهمیت راهبردی برخوردار است. اهداف اجرایی پیشگیرانه پدافند زیستی در صنعت نفت را می توان بصورت موارد ۱ تا ۶ ارائه شده در زیر برشمرد.

۱-پایش و شناسایی زودهنگام خطرات که شامل ایجاد سیستم‌های نظارتی پیشرفته برای پایش محیط‌های کاری و شناسایی عوامل زیستی خطرناک در مراحل اولیه می باشد.

۲-آموزش و فرهنگ‌سازی از طریق افزایش سطح آگاهی کارکنان و مدیران درباره تهدیدات زیستی و نحوه مقابله با آن‌ها از طریق برنامه‌های آموزشی و مانورهای عملیاتی می باشد.

۳-توسعه زیرساخت‌های بهداشتی از طریقتجهیز مناطق عملیاتی به امکانات بهداشتی پیشرفته و ارائه خدمات درمانی سریع و مؤثر می تواند به از دیگر اهداف پیشگیرانه پدافند زیستی در صنعت نفت باشد.

۴-مدیریت بحران با طراحی و اجرای برنامه‌های جامع مدیریت بحران برای واکنش سریع و هماهنگ در برابر حوادث زیستی صورت می پذیرد.

۵-تحقیقات و نوآوری شامل حمایت از پژوهش‌های علمی برای شناسایی و توسعه روش‌های نوین پیشگیری، شناسایی و درمان عوامل زیستی که می‌تواند تاثیرات مخرب را تا حد زیادی کاهش دهد.

۶-همکاری بین‌بخشی از طریق ایجاد هماهنگی میان سازمان‌های مرتبط از جمله وزارت بهداشت، پدافند غیرعامل و سایر نهادهای داخلی و حتی بین‌المللی برای تقویت اقدامات مشترک نیز موثر می‌باشد.

جایگاه واحدهای بهداشت و درمان صنعت نفت در پدافند زیستی

سازمان بهداشت و درمان صنعت نفت بعنوان متولی بهداشت و سلامت کارکنان این صنعت و خانواده آنان، خط مقدم و مجری پدافند زیستی می‌باشد. گروه‌بندی واحدهای بهداشت و درمان در پدافند زیستی به منظور سازماندهی بهتر و ایجاد هماهنگی مؤثر در مواجهه با تهدیدات زیستی انجام می‌شود. این گروه‌بندی بر اساس

وظایف و مأموریت‌های هر واحد صورت می‌گیرد که به بهینه‌سازی منابع، افزایش هماهنگی و کاهش زمان واکنش در مقابله با تهدیدات زیستی کمک می‌کند. هر واحد با ایفای نقش تخصصی خود می‌تواند در ایجاد یک سیستم جامع و مؤثر برای پدافند زیستی در صنعت نفت سهیم باشد. هدف نهایی این تقسیم‌بندی، تضمین سلامت کارکنان و پایداری فعالیت‌های عملیاتی در برابر تهدیدات زیستی می‌باشد. در ادامه، نقش مجموعه سازمان بهدشت و درمان صنعت نفت را میتوان بصورت ذیل تقسیم بندی کرد.

۱-مدیریت و هماهنگی: از طریق طراحی و تدوین سیاست‌ها، راهبردها و برنامه‌های پدافند زیستی در صنعت نفت؛ هماهنگی بین واحدهای مختلف بهداشت و درمان؛ مدیریت بحران و سایر بخش‌های مرتبط؛ برگزاری جلسات هماهنگی و مانورهای عملیاتی برای آمادگی در برابر تهدیدات زیستی؛ و ارزیابی و نظارت بر عملکرد سایر واحدها در حوزه پدافند زیستی.

۲-پیشگیری و آموزش: تدوین و اجرای برنامه‌های آموزشی برای کارکنان و خانواده درباره تهدیدات زیستی و نحوه پیشگیری از آن‌ها؛ ترویج فرهنگ بهداشت فردی و سازمانی در میان کارکنان؛ ارائه دستورالعمل‌های بهداشتی؛ پیشگیری و واکسیناسیون.

۳-پایش و نظارت: پایش مداوم عوامل زیستی در محیط‌های کاری و خانوارهای تحت پوشش، از جمله ویروس‌ها، باکتری‌ها و دیگر پاتوژن‌ها؛ استفاده از سیستم‌های هشدار سریع برای شناسایی تهدیدات زیستی در مراحل اولیه؛ نظارت بر کیفیت آب، غذا، هوا و سایر منابع حیاتی در مناطق عملیاتی؛ تهیه و ارائه گزارش‌های منظم درباره وضعیت زیستی محیط کار و محیط های مسکونی تحت پوشش؛ شناسایی و ارزیابی ریسک‌های زیستی در محیط‌های کاری و خانوارهای تحت پوشش.

۴-درمان و امداد: ارائه خدمات درمانی فوری به خانواده‌ها و کارکنان آسیب‌دیده یا مبتلا به عوامل زیستی؛ تجهیز و آماده‌سازی مراکز درمانی برای مقابله با شیوع بیماری‌های واگیر؛ تأمین و ذخیره‌سازی داروها و تجهیزات پزشکی موردنیاز برای شرایط اضطراری؛ و اعزام تیم‌های پزشکی به مناطق آلوده برای کنترل و درمان بیماران.

۵-مدیریت بحران: طراحی و اجرای برنامه‌های عملیاتی برای واکنش سریع به حوادث زیستی؛ مدیریت قرنطینه و ایزوله کردن مناطق آلوده؛ هماهنگی با سازمان‌های داخلی و بین‌المللی در شرایط بحران؛ ارزیابی میزان خسارات و برنامه‌ریزی برای بازسازی و بازگشت به شرایط عادی.

۶-تحقیق و توسعه: انجام پژوهش‌های علمی برای شناسایی عوامل زیستی جدید و روش‌های مقابله با آن‌ها؛ توسعه فناوری‌ها و ابزارهای نوین برای پیشگیری، پایش و درمان تهدیدات زیستی؛ همکاری با مراکز تحقیقاتی

داخلی و بین‌المللی برای تبادل دانش و تجربیات؛ و ارائه گزارش‌های تحقیقاتی به واحد مدیریت برای بهبود برنامه‌های پدافند زیستی.

۷-ارتباطات و اطلاع‌رسانی: اطلاع‌رسانی سریع و دقیق به کارکنان و مدیران درباره تهدیدات زیستی و اقدامات لازم؛ ایجاد کانال‌های ارتباطی برای تبادل اطلاعات در شرایط بحران؛ مدیریت شایعات و جلوگیری از انتشار اطلاعات نادرست در مواقع حساس؛ و ارائه آموزش‌های عمومی از طریق رسانه‌ها و ابزارهای ارتباطی.

۸-آمادگی و پشتیبانی: تأمین و ذخیره تجهیزات و مواد موردنیاز برای مقابله با تهدیدات زیستی مانند ماسک، لباس‌های ایمنی و مواد ضدعفونی‌کننده؛ مدیریت زنجیره تأمین داروها و واکسن‌ها در شرایط اضطراری؛ ارائه خدمات حمل و نقل برای انتقال سریع تجهیزات، بیماران و تیم‌های امدادی؛ و نگهداری و آماده‌سازی امکانات و زیرساخت‌های بهداشتی.

نقش واحد مهندسی بهداشت محیط در پدافند زیستی

واحد بهداشت محیط به عنوان یکی از ارکان اصلی واحدهای بهداشت و درمان صنعت نفت، با تمرکز بر پیشگیری، شناسایی و کنترل عوامل زیستی در محیط‌های کاری، نقش حیاتی در کاهش خطرات زیستی ایفا می‌کند. این واحد وظایف گسترده‌ای در زمینه پایش محیطی، کنترل عوامل بیماری‌زا و ارتقای بهداشت عمومی دارد و در مناطقی که صنعت نفت از نظر دامنه تحت پوشش گسترده بوده و وسعت کاری زیادی دارد نقش برجسته‌تری را ایفا می‌کند چرا که بازرسی از اماکن و محل‌های تهیه و توزیع غذا نیاز به برنامه ریزی‌های بیشتر و طی مسافت‌های طولانی‌تری دارد. بعنوان مثال واحد بهداشت محیط سازمان بهداشت و درمان اهواز بیش از چندین شرکت نفتی با واحد های مختلف عملیاتی، ستادی، خدماتی و بهداشتی را تحت پوشش دارد. از این‌رو بعنوان یک عنصرکلیدی در پیشگیری و کنترل تهدیدات زیستی چه در سازمان بهداشت و درمان و چه در مجموعه صنعت نفت به شمار می‌آید. نقش‌ها و وظایف واحد بهداشت محیط در زمینه پدافند زیستی در سازمان بهداشت و درمان نفت را می توان به‌صورت زیر برشمرد:

۱- پایش و نظارت بر عوامل زیستی

این فرایند از طریق پایش کیفیت هوای محیط کار، با هدف شناسایی و کنترل عوامل بیماری‌زا مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها انجام می‌شود. همچنین، پایش آب و فاضلاب با هدف نظارت بر کیفیت آب آشامیدنی و مدیریت بهداشتی فاضلاب، به‌منظور پیشگیری از شیوع بیماری‌های مرتبط با آب صورت می‌گیرد. کنترل مواد

غذایی نیز از طریق بررسی کیفیت و سلامت مواد غذایی مصرفی و شناسایی آلودگی‌های زیستی انجام می‌شود. علاوه بر این، منابع احتمالی آلودگی در خاک، آب و تجهیزات مورد ارزیابی و شناسایی قرار می‌گیرند.

۲- پیشگیری از شیوع بیماری‌های عفونی

تدوین پروتکل‌های بهداشتی از طریق ارائه دستورالعمل‌ها و الزامات بهداشتی، با هدف کاهش تماس کارکنان و خانواده‌های آنان با عوامل زیستی خطرناک انجام می‌شود. همچنین، نظارت و کنترل ناقلین بیماری شامل پایش و کنترل حشرات و جوندگانی است که می‌توانند ناقل بیماری‌های عفونی باشند. مدیریت پسماندهای زیستی نیز با نظارت بر فرایند جمع‌آوری، تفکیک و دفع ایمن پسماندهای زیستی، به‌منظور جلوگیری از انتشار و گسترش عوامل بیماری‌زا صورت می‌گیرد.

۳- ارزیابی ریسک‌های زیستی

تحلیل خطرات زیستی با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک‌های مرتبط با عوامل زیستی در محیط‌های عملیاتی و مسکونی انجام می‌شود. در ادامه، با توجه به نتایج ارزیابی، راهکارهای مناسب برای کاهش ریسک و پیشگیری از بروز و گسترش عوامل زیستی ارائه می‌شود. همچنین، تهیه گزارش‌های محیطی و ارائه گزارش‌های دوره‌ای از وضعیت بهداشت محیط به مدیران و مسئولان پدافند زیستی، نقش مهمی در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی برای پیشگیری و کنترل مخاطرات زیستی دارد.

۴- آموزش و آگاهی‌بخشی

آموزش کارکنان و خانواده‌های آنان از طریق برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی، با هدف افزایش آگاهی افراد در زمینه شناسایی و پیشگیری از عوامل زیستی انجام می‌شود. همچنین، فرهنگ‌سازی در زمینه بهداشت محیط با هدف ارتقای سطح آگاهی و رعایت اصول بهداشتی در میان کارکنان و خانواده‌های آنان صورت می‌گیرد تا از رفتارهای پرخطر و پیامدهای ناشی از آن‌ها پیشگیری شود. اطلاع‌رسانی مستمر و ارائه اطلاعات به‌روز درباره تهدیدات زیستی و روش‌های پیشگیری و مقابله با آن‌ها نیز از دیگر اقدامات مهم در این زمینه است.

۵- مدیریت بحران در شرایط اضطراری زیستی

پاسخ سریع به حوادث زیستی از طریق مشارکت در عملیات مدیریت بحران و انجام اقدامات لازم برای کنترل شیوع عوامل زیستی در شرایط اضطراری صورت می‌گیرد. در این شرایط، ایزوله‌سازی مناطق آلوده و اجرای

اقدامات لازم برای محدود کردن انتشار عوامل زیستی در محیط‌های کاری و مسکونی تحت پوشش، اهمیت ویژه‌ای دارد. همچنین، همکاری و هماهنگی با سایر واحدها، از جمله واحدهای درمانی، پشتیبانی و مدیریت بحران، به‌منظور مدیریت مناسب شرایط اضطراری و کاهش پیامدهای ناشی از حوادث زیستی ضروری است.

۶- توسعه زیرساخت‌های بهداشتی

طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌های بهداشتی با هدف ایجاد و توسعه زیرساخت‌های پایدار برای مدیریت آب، فاضلاب و پسماندهای زیستی انجام می‌شود. همچنین، تجهیز محیط‌های کاری به امکانات بهداشتی مناسب، از جمله دستگاه‌های تصفیه آب و سیستم‌های تهویه مناسب، می‌تواند نقش مهمی در ارتقای سطح بهداشت محیط و کاهش خطرات ناشی از عوامل زیستی داشته باشد.

۷- همکاری داخلی و بین‌المللی

همکاری با سازمان‌های مرتبط از طریق تعامل با وزارت بهداشت، سازمان محیط‌زیست و سایر نهادهای مرتبط، با هدف تبادل اطلاعات، هماهنگی اقدامات و اجرای برنامه‌های مشترک انجام می‌شود. همچنین، استانداردسازی و به‌کارگیری استانداردهای ملی و بین‌المللی در حوزه بهداشت محیط، به‌منظور ارتقای سطح اقدامات پیشگیرانه، افزایش آمادگی و بهبود مدیریت مخاطرات زیستی مورد توجه قرار می‌گیرد.

فصل دوم:
مهمترین تهدیدات زیستی انسانی

تهدیدات زیستی انسانی

تهدیدات زیستی به مجموعه‌ای از عوامل و مخاطراتی اطلاق می‌شود که می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم سلامت و زندگی انسان‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. برخی از این عوامل به‌صورت مستقیم موجب بروز بیماری و اختلال در سلامت انسان می‌شوند و برخی دیگر با ایجاد آسیب در جمعیت‌های حیوانی و گیاهی، پیامدهای ثانویه‌ای برای سلامت، امنیت و رفاه انسان به همراه دارند. این تهدیدات عمدتاً ناشی از عوامل زیستی مختلفی همچون ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و سموم زیستی هستند. منشأ ایجاد یا انتشار این عوامل می‌تواند طبیعی، تصادفی و غیرعمدی یا در برخی شرایط، عمدی باشد. ازاین‌رو، شناسایی مسیرهای انتقال و انتشار عوامل زیستی، یکی از موضوعات مهم در برنامه‌ریزی و مدیریت تهدیدات زیستی محسوب می‌شود.

گسترش سریع ارتباطات، افزایش جابه‌جایی افراد و کالاها، توسعه شبکه‌های حمل‌ونقل و افزایش تعامل میان جوامع مختلف موجب شده است که عوامل زیستی بتوانند در مدت‌زمان کوتاهی از یک منطقه به منطقه‌ای دیگر منتقل شوند. در چنین شرایطی، یک عامل بیماری‌زا ممکن است در ابتدا در محدوده‌ای جغرافیایی مشاهده شود، اما در صورت فراهم بودن شرایط مناسب برای انتقال، به مناطق دیگر نیز گسترش پیدا کند. بنابراین، شناخت راه‌های انتقال عوامل زیستی و اتخاذ اقدامات مناسب برای کنترل آن‌ها، نقش مهمی در کاهش احتمال بروز و گسترش بیماری‌های عفونی دارد. عوامل زیستی می‌توانند از مسیرهای مختلفی منتقل شوند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

۱- انتقال از طریق هوا (آئروسل‌ها):

یکی از مسیرهای انتقال برخی عوامل بیماری‌زا، انتشار آن‌ها از طریق هوا و ذرات معلق در آن است. برخی ویروس‌ها و باکتری‌ها می‌توانند در قالب ذرات بسیار ریز در هوا منتشر شوند و در صورت استنشاق توسط افراد، موجب انتقال عامل بیماری‌زا شوند. میزان و سرعت انتشار این عوامل می‌تواند تحت تأثیر عواملی مانند تهویه محیط، تراکم افراد، شرایط محیطی و مدت‌زمان حضور افراد در یک فضای مشترک قرار گیرد. به همین دلیل، توجه به کیفیت هوای محیط و رعایت اصول مناسب تهویه، از اقدامات مهم در کاهش خطر انتقال عوامل بیماری‌زای هوابرد به شمار می‌رود.

۲- تماس مستقیم یا غیرمستقیم با مایعات بدن:

تماس با مایعات بدن افراد آلوده نیز می‌تواند یکی از مسیرهای انتقال برخی عوامل بیماری‌زا باشد. خون، بزاق، مدفوع و سایر مایعات بدن ممکن است در شرایط خاص حاوی عوامل عفونی باشند و تماس مستقیم با آن‌ها یا تماس غیرمستقیم از طریق وسایل و محیط آلوده، زمینه انتقال بیماری را فراهم کند. ازاین‌رو، رعایت اصول بهداشت فردی، استفاده صحیح از تجهیزات حفاظت فردی در شرایط موردنیاز و مدیریت مناسب مواد و وسایل آلوده، در کاهش احتمال انتقال عوامل بیماری‌زا اهمیت دارد.

۳- انتقال از طریق حاملین زنده:

برخی از عوامل بیماری‌زا می‌توانند از طریق موجودات زنده، از جمله حشرات، پرندگان و سایر حیوانات، جابه‌جا و منتقل شوند. در این میان، برخی حشرات و بندپایان می‌توانند نقش ناقل را در چرخه انتقال بیماری ایفا کنند و عوامل بیماری‌زا را از یک میزبان به میزبان دیگر منتقل نمایند. همچنین، تماس انسان با برخی حیوانات آلوده یا محیط‌های آلوده به ترشحات و مواد دفعی آن‌ها می‌تواند در انتقال برخی عوامل بیماری‌زا مؤثر باشد. بنابراین، پایش جمعیت ناقلین و کنترل مناسب آن‌ها و همچنین رعایت اصول بهداشتی در مواجهه با حیوانات، از اقدامات مؤثر در کاهش این نوع مخاطرات محسوب می‌شود.

۴- انتقال از طریق غذا یا آب آلوده:

آب و مواد غذایی آلوده می‌توانند به‌عنوان یکی از مسیرهای مهم انتقال عوامل بیماری‌زا مطرح باشند. مصرف آب یا مواد غذایی که در مراحل تولید، نگهداری، انتقال یا توزیع به عوامل بیماری‌زا آلوده شده‌اند، می‌تواند موجب بروز بیماری در افراد شود. آلودگی ممکن است در اثر رعایت نکردن اصول بهداشتی، استفاده از منابع آب نامناسب، نگهداری غیربهداشتی مواد غذایی یا تماس آن‌ها با منابع آلوده ایجاد شود. بنابراین، نظارت بر کیفیت آب آشامیدنی، کنترل بهداشت مواد غذایی و رعایت اصول بهداشتی در فرایند تهیه، نگهداری و توزیع مواد غذایی، از اقدامات اساسی برای پیشگیری از بیماری‌های منتقله از آب و غذا محسوب می‌شود.

۵- انتقال از طریق تماس با سطوح آلوده:

برخی ویروس‌ها و باکتری‌ها می‌توانند برای مدت مشخصی بر روی سطوح مختلف باقی بمانند و در صورت تماس افراد با سطوح آلوده، امکان انتقال آن‌ها فراهم شود. میزان ماندگاری این عوامل بر روی سطوح به نوع عامل بیماری‌زا، جنس سطح، شرایط محیطی و سایر عوامل مؤثر بستگی دارد. در چنین شرایطی، رعایت بهداشت دست‌ها، پاک‌سازی و ضدعفونی مناسب سطوحی که به‌طور مکرر لمس می‌شوند و جلوگیری از تماس غیرضروری با سطوح آلوده، می‌تواند در کاهش احتمال انتقال عوامل بیماری‌زا مؤثر باشد.

طبقه بندی مهم ترین عوامل تهدیدات زیستی

عوامل زیستی مؤثر در بیوتروریسم یا به‌کارگیری تسلیحات زیستی، شامل عوامل عفونی و سمومی با منشأ میکروبی هستند که تاکنون بیش از ۱۲۰۰ نوع مختلف از آن‌ها شناخته شده است. این عوامل شامل پریون‌ها، ویروس‌ها، میکروارگانیسم‌ها، از جمله باکتری‌ها و قارچ‌ها، برخی تک‌یاخته‌ها و پرسلولی‌ها و همچنین سموم مرتبط با آن‌ها هستند که می‌توانند دارای ویژگی‌هایی همچون حساسیت‌زایی، بیماری‌زایی و کشندگی باشند.

اندازه بسیار کوچک برخی از این عوامل، که در حدود یک میکرون یا کمتر است، امکان انتشار و باقی‌ماندن آن‌ها را در هوا برای مدت‌زمان مشخصی فراهم می‌کند. این ویژگی می‌تواند موجب شود که عوامل زیستی در شرایط مناسب، برای ساعت‌ها و حتی یک روز یا بیشتر در محیط باقی بمانند. برخی از این عوامل قادرند از سدهای دفاعی و سازوکارهای فیلتراسیون دستگاه تنفسی فوقانی عبور کرده و وارد بخش‌های عمقی‌تر دستگاه تنفسی شوند و در شرایط خاص، به بافت ریه و جریان خون دسترسی پیدا کنند.

تهدیدات زیستی تنها به آسیب مستقیم به انسان‌ها محدود نمی‌شوند، بلکه در برخی موارد می‌توانند علیه حیوانات، محصولات و منابع غذایی نیز به کار گرفته شوند. آسیب به جمعیت‌های دامی، محصولات کشاورزی یا زنجیره تأمین مواد غذایی می‌تواند پیامدهای اقتصادی و اجتماعی قابل‌توجهی ایجاد کرده و در نهایت بر معیشت و اقتصاد یک کشور تأثیر بگذارد. از این‌رو، شناسایی و ارزیابی عوامل زیستی و بررسی پیامدهای احتمالی آن‌ها، یکی از موضوعات مهم در برنامه‌ریزی برای مقابله با تهدیدات زیستی محسوب می‌شود.یکی از این دسته بندی ها توسط مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری های آمریکا [۱] ارائه شده است که با هدف افزایش آمادگی و توان مقابله با تهدیدات زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این طبقه‌بندی، عوامل میکروبی مورد

[۱] Centers for Disease Control and Prevention (CDC)

استفاده در تسلیحات زیستی بر اساس معیارهایی مانند سهولت انتشار، میزان بیماری‌زایی و کشندگی، تأثیر بر جامعه و میزان ایجاد ترس و نگرانی عمومی، در سه گروه A، B و C دسته‌بندی می‌شوند.

با توجه به شرایط و الزامات موجود در صنعت نفت، می‌توان از این چارچوب طبقه‌بندی به‌عنوان مبنایی برای شناسایی و اولویت‌بندی مخاطرات زیستی استفاده کرد و متناسب با سطح تهدید، اقدامات لازم را برای مدیریت بهینه پدافند زیستی در سازمان بهداشت و درمان برنامه‌ریزی و اجرا نمود.

گروه A: عوامل تهدیدات زیستی با پتانسیل بالای انتقال و تأثیر اجتماعی

اعضای این گروه دارای ویژگی‌های خاصی هستند که موجب می‌شود به‌عنوان تهدیدات زیستی جدی و خطرناک با میزان خطر بالا شناخته شوند. این عوامل قابلیت انتقال نسبتاً آسان از فردی به فرد دیگر را دارند و می‌توانند از طریق مسیرهای مختلفی از جمله هوا، تماس مستقیم و همچنین آب و غذا منتقل شوند. برخورداری از چنین ویژگی‌هایی سبب می‌شود این عوامل در صورت گسترش، به تهدیداتی بالقوه در سطح گسترده و حتی جهانی تبدیل شوند. بیماری‌های ناشی از این عوامل نیز در بسیاری از موارد می‌توانند با میزان بالای مرگ‌ومیر همراه باشند و به دلیل ایجاد آثار سریع و شدید بر سلامت افراد، در مدت‌زمان کوتاهی به بحران‌های جدی بهداشتی تبدیل شوند. علاوه بر پیامدهای مستقیم جسمی و بهداشتی، شیوع این بیماری‌ها و انتشار عوامل مذکور می‌تواند موجب ایجاد ترس و وحشت عمومی در جامعه شود. نگرانی از گسترش بیماری، احتمال ابتلا و پیامدهای ناشی از آن، می‌تواند سطح اضطراب و نگرانی افراد را افزایش داده و بر رفتارهای اجتماعی تأثیرگذار باشد. از سوی دیگر، گسترش این عوامل ممکن است ظرفیت نظام سلامت و خدمات اجتماعی را با فشار قابل‌توجهی مواجه سازد و موجب افزایش نیاز به خدمات درمانی، مراقبتی و حمایتی شود. در صورت تداوم و گسترش بحران، فشار واردشده بر زیرساخت‌های بهداشتی و اجتماعی می‌تواند به اختلال در روند عادی فعالیت‌های جامعه منجر شود و عملکرد برخی نهادها و خدمات عمومی را تحت تأثیر قرار دهد؛ در نتیجه، پیامدهای ناشی از چنین تهدیداتی می‌تواند فراتر از حوزه سلامت بوده و ابعاد اجتماعی و عمومی گسترده‌ای پیدا کند.

باسیلوس آنتراسیس [1](عامل بیماری سیاه زخم)

باسیلوس آنتراسیس، عامل بیماری سیاه زخم، یک باکتری میله‌ای شکل گرم مثبت است که در محیط‌های معمولی به خوبی رشد می‌کند ولی در محیط‌های نامساعد ایجاد هاگ می‌نماید. هاگ نسبت به شرایط نامناسب محیطی مقاوم بوده و طولانی مدت می‌تواند در هوا و به ویژه خاک زنده بماند. این باکتری در گروه عوامل زیستی بسیار خطرناک قرار دارد و احتمال انتشار عمدی اسپورهای آن و آلودگی آب و مواد غذایی از طریق بیوتروریسم وجود دارد. بیماری باکتریایی سیاه‌زخم یا آنتراکس، به‌طور ویژه گیاه‌خوارانی مانند گوسفند، بز و گاو را مبتلا می‌کند و انسان نیز ممکن است به‌صورت تصادفی یا عمدی به آن مبتلا شود. به‌طورکلی، مهم‌ترین انواع سیاه‌زخم شامل سیاه‌زخم ریوی، گوارشی، اِدِم بدخیم و مننگوآنسفالیت سیاه زخمی است. شکل ۲-۱ بیمار مبتلا به سیاه زخم و تصویر باکتری باسیلوس آنتراسیس را نشان می‌دهد.

سیاه‌زخم ریوی یا تنفسی در مراحل اولیه ممکن است با علائمی عمومی و غیراختصاصی بروز کند و به همین دلیل، تشخیص آن در این مرحله می‌تواند برای پزشک دشوار باشد. علائم اولیه بیماری ممکن است شباهت زیادی به سرماخوردگی یا آنفولانزا داشته باشد و شامل تب و لرز، خستگی، سرفه خشک، بی‌قراری، تعریق، درد عضلانی، سردرد و سرگیجه باشد. با این‌حال، تفاوت مهمی میان سیاه‌زخم تنفسی و سرماخوردگی ویروسی وجود دارد؛ به‌طوری‌که در سرماخوردگی معمولاً آب‌ریزش بینی و ترشحات تنفسی مشاهده می‌شود درحالی‌که این علائم در سیاه‌زخم تنفسی وجود ندارد. با پیشرفت بیماری، علائم شدیدتری مانند تنگی نفس، درد قفسه‌سینه، درد شکم، استفراغ و سایر اختلالات سیستمیک ممکن است ایجاد شود. در بررسی‌های تصویربرداری از قفسه‌سینه نیز ممکن است گشادشدگی مدیاستن و بزرگ‌شدن غدد لنفاوی مشاهده شود که از یافته‌های مهم در ارزیابی بیماری به‌شمار می‌رود.

در مراحل پیشرفته بیماری، وضعیت بالینی بیمار ممکن است به‌سرعت وخیم شود و طی ۴ تا ۹ روز پس از آلودگی، عوارض شدیدی مانند سیانوز، شوک و کما ایجاد شود که در نهایت می‌تواند به مرگ بیمار منجر گردد. در مراحل پایانی بیماری، تعداد باکتری‌ها در خون ممکن است به مقادیر بسیار بالایی برسد و تأخیر در شروع درمان آنتی‌بیوتیکی می‌تواند پیامدهای نامطلوبی به‌دنبال داشته باشد. اگرچه درمان آنتی‌بیوتیکی می‌تواند موجب کاهش یا ازبین‌رفتن باکتری‌های موجود در خون شود، لزوماً قادر به خنثی‌کردن آثار سموم ترشح‌شده توسط باکتری نیست. بنابراین، حتی پس از کاهش بار باکتریایی، خطر بروز عوارض شدید و مرگ همچنان وجود دارد. در برخی موارد، فاصله زمانی میان بروز علائم شدید بیماری و مرگ بسیار کوتاه است و ممکن

---

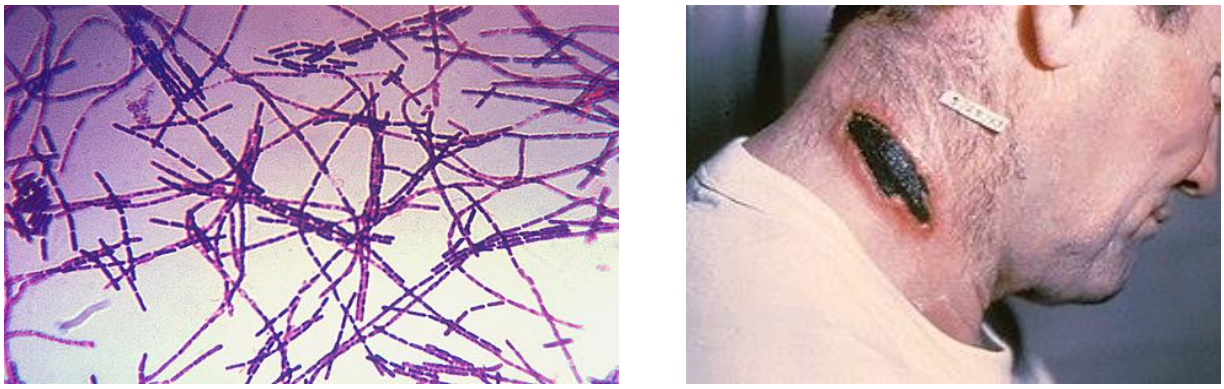
1 Bacillus anthracis

است حدود یک روز طول بکشد. گزارش‌ها نیز نشان داده‌اند که میزان مرگ‌ومیر در موارد درمان‌نشده می‌تواند بالا باشد. سیاه‌زخم تنفسی در مراحل پیشرفته ممکن است با درگیری شدید ریوی و بروز ذات‌الریه هموراژیک همراه شود که از عوارض شدید بیماری محسوب می‌شود. سایر اشکال بالینی این بیماری شامل سیاه‌زخم گوارشی، ادم بدخیم و مننگوآنسفالیت سیاه‌زخمی است که هرکدام می‌توانند با تظاهرات و عوارض بالینی متفاوتی همراه باشند. سیاه‌زخم گوارشی معمولاً ۱ تا ۹ روز پس از مصرف گوشت یا غذای آلوده با علائمی مانند درد شکم، تهوع، استفراغ، تب و اسهال آغاز می‌شود و میزان مرگ‌ومیر آن ۱۱ درصد است. در حالیکه در اِدِم بدخیم، زخم اولیه مشخص نیست، اما تورم شدیدی در محل ورود باسیل مشاهده می‌شود. مننگوانسفالیت سیاه‌زخمی به دنبال عفونت باکتریایی، به‌ویژه در موارد اِدِم بدخیم، رخ می‌دهد و با علائمی مانند التهاب مننژ و مغز همراه است. در این شرایط، مایع نخاعی چرکی بوده و حاوی تعداد زیادی باسیل سیاه‌زخم است. در صورت عدم درمان، خطر مرگ بسیار بالا خواهد بود. طبق توصیه‌های مرکز کنترل بیماری‌های آمریکا در سال ۲۰۰۳، آنتی‌بیوتیک‌های سیپروفلوکساسین و داکسی‌سایکلین بهترین درمان برای سیاه‌زخم تنفسی محسوب می‌شوند.

امروزه، باسیلوس آنتراسیس به‌عنوان یکی از سلاح‌های بسیار قدرتمند بیولوژیکی شناخته می‌شود زیرا اسپورهای باسیل سیاه‌زخم در برابر عوامل محیطی به ویژه در برابر گرما و سرمای شدید پایداری بالایی دارند و در شرایط مساعد می‌توانند برای چندین سال زنده بمانند. در سال ۱۹۷۹ یک اپیدمی سیاه زخم در بین شهروندان سوردولفسک[1] در فاصله ۱۴۰۰ کیلومتری شرق مسکو رخ داد. حداقل ۶۴ نفر در این اپیدمی جان باختند؛ همچنین دام‌های زیادی در این منطقه و به شعاع ۵۰ کیلومتری از آن در نتیجه ابتلا به سیاه زخم تلف شدند. متعاقب آن، روزنامه‌ها ومجلات عمده غربی نیز انتشارآئروسل‌هایی محتوی اسپورهای باکتری باسیلوس-آنتراسیس در این منطقه را گزارش دادند. مقامات شوروی سابق بر این گفته خود پافشاری کردندکه شیوع سیاه زخم مذکور، فقط ناشی از مصرف گوشت‌های آلوده خریداری شده از بازار سیاه بوده است. در نهایت بعد از فروپاشی جماهیرشوروی، مسکو پذیرفت که تأسیسات مذکور بخشی از یک برنامه تسلیحات بیولوژیک مخرب بوده و اپیدمی مذکور در نتیجه نشت اتفاقی اسپورهای سیاه زخم ازاین تاسیسات رخ داده است. درنهایت مشخص شد که کمربند باریکی از موارد مشترک سیاه زخم انسانی و حیوانی در این منطقه، حاصل نشت آئروسل هایی بوده است که از تأسیسات نظامی مربوطه منشأ گرفته و توسط باد پراکنده گردیده است. در سال ۲۰۰۱ و فقط شش روز پس از حادثه ۱۱ سپتامبر، ارسال نامه های حاوی اسپورهای سیاه زخم به تعدادی از

[1] Sverdlovsk Oblast

سناتورها و مدیران رسانه‌های گروهی در آمریکا، نهایتاً به مرگ پنج نفر و آلودگی ۲۲ نفر انجامید و بار دیگر توجهات را به خطرات مرگ‌بار انواعی از حوادث بیوتروریستی جلب کرد.



شکل ۲-۱: بیمار مبتلا به سیاه زخم (راست) و تصویر باکتری باسیلوس آنتراسیس (چپ).

یرسینیا پستیس[1](عامل طاعون)

باکتری یِرسینیاپستیس از سرده یرسینیا عامل بیماری طاعون می‌باشد. این باکتری یک باسیل گرم منفی و کوکوباسیل است که در رنگ‌آمیزی گیمسا[2] رنگ‌پذیری بیشتری در دو انتهای سلول از خود نشان می‌دهد. طاعون می‌تواند بر اساس علائم به سه شکل کلی در انسان ظاهر شود. طاعون خیارکی یا بوبونیک متداول‌ترین حالت طاعون است که طی نیش کک یا گازگرفتگی توسط موش آلوده به باسیل پدید می‌آید. شکل دیگر که طاعون عفونتی خون نام دارد سریعا در خونِ بیمار گسترش و منتشر می‌گردد و اندوتوکسین باکتری موجب لخته یا انعقاد داخل عروقی منتشر یافته [3]، می‌شود. شکل سوم طاعون ریوی یا پنومونیک نسبت به طاعون خیارکی نادر است اما به شدت واگیر و به مراتب کشنده‌تر است. این حالت هنگامی رخ می‌دهد که باسیل یرسینیا پستیس مستقیماً از راه ریه وارد بدن می‌شود.

طاعون ریوی می‌تواند از طریق راه تنفسی، از بیماری که به طاعون خیارکی دچار است به فرد سالم منتقل شود. ابتلا به بیماری از راه تماس با مایعات و لباس‌های آلوده به باسیل یا تنفس ذرات مرطوب معلق در هوا که با عطسه یا سرفه بیماران به محیط بیرون راه می‌یابند، رخ می‌دهد. در طاعون خیارکی، دوره کمون ۱ تا ۳ روز است، درحالی‌که در طاعون ریوی این دوره کوتاه‌تر است. علائم اولیه طاعون ممکن است غیراختصاصی بوده

1 Yersinia pestis
2 Giemsa
3 Disseminated Intravascular Coagulation (DIC)

و شامل تب ناگهانی، لرز، کسالت و بی‌حالی، درد عضلانی، سردرد، گلو درد، اسهال، استفراغ، حساسیت و تورم غدد لنفاوی، و اختلالات کلیوی و قلبی باشد. در طاعون ریوی، افراد از طریق تنفس ذرات آلوده مبتلا شده و علائم اولیه آن شبیه به ذات‌الریه است و ممکن است با خلط خونی همراه باشد (شکل ۲-۲).

مکانیسم انتشار بیماری از طریق ورود باکتری به عروق وغدد لنفاوی می باشد و باعث تورم و دردناک شدن آن‌ها می گردد. در برخی موارد، باکتری وارد جریان خون شده و سپتی‌سمی ایجاد می کند. اگر باکتری از طریق خون به ریه‌ها برسد، طاعون ریوی ایجاد می‌شود که از این مرحله، بیماری می‌تواند مستقیماً از انسان به انسان منتقل شود. با پیشرفت بیماری، فرد ممکن است دچار شوک، هذیان‌گویی و کما شود. در صورت عدم درمان، طاعون خیارکی می‌تواند کشنده باشد و میزان مرگ‌ومیر آن حدود ۵۰ درصد است. اما طاعون ریوی بسیار کشنده‌تر بوده و میزان مرگ‌ومیر آن به ۱۰۰ درصد نیز می‌رسد. وجود باکتری طاعون در نمونه‌های خلط، خون یا ترشحات غدد لنفاوی، نشانه مهمی برای تشخیص بیماری محسوب می‌شود. علائم در غدد لنفاوی کشاله ران مشخص‌تر بوده ولی غدد لنفاوی گردنی و تحت فکی نیز ممکن است گرفتار شوند.

برای کار با نمونه‌های بالینی، آزمایش‌های کشت باکتری‌شناسی و بررسی‌های آزمایشگاهی مرتبط با طاعون، استفاده از تجهیزات ایمنی سطح ۳ توصیه می‌شود (بر اساس سطح بندی گروه های خطر و سطوح ایمنی زیستی در آزمایشگاه ها). همچنین، در مواردی که احتمال تولید ذرات معلق وجود دارد مانند مطالعه کک‌های آلوده یا بررسی مقاومت آنتی‌بیوتیکی، رعایت ایمنی زیستی سطح ۴ ضروری است. در مواجهه با بیمار مبتلا به هر نوع طاعون، رعایت اصول استاندارد ایمنی برای جلوگیری از آلودگی محیط و وسایل ضروری است. اقدامات پیشگیرانه شامل شست‌وشوی دست‌ها به‌طور مداوم، استفاده از دستکش، گان و ماسک محافظ صورت برای تمامی افراد در تماس با بیمار، ضدعفونی کردن تجهیزات و محیط‌های آلوده می‌باشد. علاوه بر این، در مناطق بومی، تأسیس مراکز کنترل جمعیت کک‌ها از روش‌های مؤثر در مهار شیوع طاعون است زیرا کک‌ها ناقل اصلی بیماری محسوب می‌شوند.

پیشگیری و کنترل طاعون از طریق کنترل جمعیت جوندگان و کک‌ها انجام می شود. سم‌پاشی محیط‌های آلوده برای جلوگیری از انتقال بیماری به انسان و حیوانات، استفاده از کنترل‌کننده‌های رشد جمعیت کک مانند پیرپروکسیفن و بازرسی و نظارت بر مناطق با جمعیت بالای جوندگان از مهمترین روش های پیشگیری این بیماری هستند. در برخی موارد، استفاده مکرر از ترکیبات انتخابی جونده‌کش‌ها در طول فصل فعالیت طاعون ضروری است. با در نظر گرفتن ویژگی‌های رفتاری جوندگان، می‌توان از روش‌هایی مانند کاربرد سموم برای لانه‌های زیرزمینی یا استفاده از طعمه‌های سمی برای مبارزه با آن‌ها بهره برد. به‌عنوان مثال، با وارد کردن گاز

دی‌سولفید کربن یا سیانید به درون لانه‌های جوندگان می‌توان آن‌ها را از بین برد. همچنین، استفاده از طعمه‌های حاوی مواد ضدانعقاد می‌تواند به کاهش جمعیت جوندگان خانگی و وحشی کمک کند. هنگام استفاده از سموم، رعایت اصول ایمنی برای حفاظت از سلامت انسان و سایر موجودات مفید بسیار مهم است. در صورت بروز طاعون در حیوانات، باید اقدامات پیشگیرانه‌ای برای جلوگیری از انتقال بیماری به انسان انجام شود. این اقدامات شامل استفاده از دستکش، محافظ چشم و ماسک تنفسی است. ضدعفونی محیط‌های آلوده یکی دیگر از راه های کنترل این بیماری می باشد. بسیاری از مواد ضدعفونی‌کننده مانند سفیدکننده‌های خانگی می‌توانند باکتری یرسینیا پستیس را به‌سرعت از بین ببرند. همچنین، دامپزشکان، زیست‌شناسان و سایر افراد در معرض خطر باید علاوه بر اطلاعات کافی درباره بیماری و علائم آن، به تجهیزات و داروهای لازم برای اقدامات فوری دسترسی داشته باشند. در مناطق اندمیک طاعون، باید از تماس جوندگان وحشی با خانه‌ها و حیوانات خانگی جلوگیری کرد. همچنین، اجرای برنامه‌های دفع جوندگان از اطراف منازل و اماکن عمومی و کنترل جمعیت آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. اقدامات پیشگیرانه فردی مانند پوشیدن لباس‌های بلند، چکمه و دستکش در مناطق آلوده، استفاده از حشره‌کش‌های مؤثر مانند دیت[1]یا پرمترین و جلوگیری از تماس حیوانات خانگی با کک‌های آلوده نیز باید در نظر گرفته شود. بر اساس آخرین تحقیقات CDC، آنتی بیوتیک‌های استرپتومایسین، جنتامایسین، داکسی‌سایکلین، سیپرو فلوکساسین و کلرامفنیکل برای درمان طاعون توصیه می‌شوندکه این داروها بسته به نوع طاعون و شرایط بیمار به کار گرفته می‌شوند. در برخی نمونه‌های بالینی، مواردی از مقاومت چندگانه نسبت به استرپتومایسین که با واسطه پلاسمید ایجاد شده، گزارش شده است. این امر نگرانی‌هایی را درباره افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در باکتری یرسینیا پستیس به‌ویژه در محیط‌های آزمایشگاهی، به همراه داشته است.

آموزش عمومی و اقدامات بهداشتی از قبیل آگاهی‌بخشی به مردم درباره راه‌های انتقال بیماری و اهمیت کنترل موش‌ها، کاهش جمعیت جوندگان با مسموم کردن آن‌ها و بهبود بهداشت محیط، کنترل موش‌ها در مکان‌هایی مانند زباله‌دان‌ها، انبارها و آشغال‌دانی‌ها، واکسیناسیون افراد در معرض خطر مانند کارکنان آزمایشگاه‌های مرتبط با طاعون و آموزش جوامع محلی درباره روش‌های انتقال بیماری و اقدامات بهداشتی پیشگیرانه نیز در کنترل این بیماری اهمیت زیادی دارد. تاریخچه بیماری طاعون به زمانی بازمی‌گردد که موش‌های خانگی وارد زندگی انسان شدند. از آن زمان، در طول قرون مختلف، پاندمی‌های متعددی از طاعون که به مرگ سیاه[2]

1 Deet
2 Black death

معروف است، در آسیا و اروپا رخ داده است و بارها در طول تاریخ باعث بحران‌های شدید اقتصادی، اجتماعی و سیاسی شده‌است. از دوران باستان تا کشف علت این بیماری در سال ۱۸۹۴ دست‌کم سه بار پاندمی طاعون، سراسر اروپا، آسیا و آفریقا را فراگرفته است. این بیماری در قرن چهاردهم بخش‌های مختلف اروپا را تحت تأثیر قرار داد و منجر به مرگ میلیون ها نفر گردید. آخرین پاندمی طاعون در سال ۱۸۷۱ از آسیای مرکزی آغاز شد و به سراسر جهان گسترش یافت.



شکل ۲-۲: بیمار مبتلا به طاعون (راست) و تصویر باکتری یِرسینیا پستیس (چپ).

کلستریدیوم بوتولینوم [1](عامل بوتولیسم)

کلستریدیوم بوتولینوم میکروارگانیسمی میله‌ای شکل از فرمان‌روی پروکاریوت‌هاست. یک باکتری بی هوازی اجباریست بطوریکه اکسیژن برای سلول این باکتری کشنده است و قادر به دوام بقای خود در محیط‌های هوازی نیست. با این حال این باکتری قادر به تحمل مقادیر اندک اکسیژن به واسطه وجود آنزیم سوپراکسید دیسموتاز [2] است. این آنزیم به عنوان راهکار دفاعی در برابر اکسیژن استفاده می‌شود. فرایند تولید توکسین توسط کلستریدیوم بوتولینوم فقط در طی فرایندِ هاگزایی که در محیط‌های بی‌هوازی رخ می‌دهد، انجام می‌شود. به همین دلیل نیز غذاهای کنسرو شده‌ای که حرارت کافی ندیده‌اند محل مناسبی برای ترشح توکسین این باکتری به حساب می‌آیند.

نوروتوکسین کلستریدیوم بوتولینوم یک عامل مهارکننده عصبی - ماهیچه‌ای بسیار قوی می‌باشد که از طریق مهار آزاد شدن انتقال دهنده عصبی استیل کولین از انتهای اعصاب محیطی باعث ایجاد فلج شل می‌شود. این سم

1 Clostridium botulinum
2 Superoxide dismutase (SOD)

در برابر آنزیم های گوارشی انسان مقاوم است و به همین دلیل می تواند پس از ورود به دستگاه گوارش، سالم مانده و در روده جذب و وارد جریان خون شود. سم بوتولیسم در دمای حداقل ۸۰ درجه سانتی گراد در مدت زمان ۱۵ دقیقه از بین می‌رود.

انتقال فرد به فرد این بیماری نادر است، اما استنشاق سم بوتولیسم می‌تواند سبب بروز علائم بیماری در مدت زمان کوتاهی پس از مواجهه گردد. دوزهای پایین و مداوم سم می‌تواند باعث طولانی‌تر شدن دوره بیماری به شکل مزمن شود. بطورکلی علائم بوتولیسم شامل علائم عصبی (فلج مخچه‌ای همراه با مشکلات بینایی مانند تاری دید، دوبینی و گشاد شدن مردمک)، شل شدن عضلات بدن و اختلال در بلع و گفتار، فلج عضلانی دوطرفه که از پایین به بالا گسترش می‌یابد و اختلال تنفسی است که ممکن است منجر به ایست تنفسی شود (شکل ۲-۳).

تشخیص بوتولیسم دشوار و زمان‌بر است و ممکن است با بیماری‌های دیگری مانند سندرم گیلن‌باره یا میاستنی گراویس اشتباه گرفته شود. برای تشخیص قطعی، انجام چندین آزمایش تخصصی ضروری است که این روند ممکن است چند روز طول بکشد، درحالی‌که بیمار نیازمند درمان فوری است. تشخیص نهایی این بیماری به تأیید وجود سم بوتولیسم در خون بیمار بستگی دارد. در برخی موارد، تست‌های آنتی‌ژن-آنتی‌بادی نیز می‌توانند کمک‌کننده باشند. در مواردی که بیماری از طریق مصرف غذای آلوده منتقل شده باشد، سم بوتولیسم یا باکتری عامل بیماری را می‌توان در نمونه‌های غذایی باقی‌مانده شناسایی کرد.

اقدامات پیشگیری از بوتولیسم شامل جوشاندن آب آلوده به سم این باکتری در دمای بالای ۸۰ درجه سانتیگراد، پختن مواد غذایی، تصفیه آب و مدفوع با سیستم تصفیه قدرتمند مکانیکی، شستن مکرر دست ها با صابون یا الکل، تماس نداشتن با ادرار و مدفوع آلوده از طریق دهان و بستن زخم و ضد عفونی کردن آن است. علاوه بر این‌ها عسل به دلیل وجود مقدار کمی سم بوتولیسم برای کودکان زیر چهار سال مناسب نمی‌باشد. در آخر نیز باید توجه کرد که مدفوع، ادرار، خون، اسهال و استفراغ نیز ممکن است دارای سم و باکتری بوتولیسم باشند و باید اقدامات بهداشتی در خصوص این موارد نیز رعایت گردد. طبق دستورالعمل CDC در سال ۱۹۴۳، درمان اولویت‌دار برای بوتولیسم شامل استرپتومایسین[1] و جنتامایسین[2] است.

بوتولیسم شدید یک بیماری جدی و بالقوه کشنده در انسان و حیوانات است و در شکل طبیعی آن، از طریق مصرف غذای آلوده منتقل می‌شود. تا پیش از سال ۱۹۴۱ میلادی، میزان مرگ‌ومیر ناشی از این بیماری حدود

1 Streptomycin
2 Gentamicin

۱۱ درصد بود و به‌خوبی در متون پزشکی توصیف شده است. قوی‌ترین سم شناخته‌شده تاکنون، توکسین بوتولیسم است، به‌طوری که استنشاق یک گرم از آن می‌تواند منجر به مرگ یک میلیون نفر شود. این قدرت فوق‌العاده ناشی از ویژگی‌های آنزیمی این توکسین است. بااین‌حال، در برخی کشورهای صنعتی، از این توکسین به‌عنوان دارو برای درمان بیماری‌هایی مانند دوبینی، میگرن، کمردرد مزمن، آسیب‌های عصبی وفلج مغزی استفاده می‌شود. با این‌وجود، مایه تأسف است که درحالی‌که این سم به‌عنوان دارویی ارزشمند در پزشکی مجوز مصرف دریافت کرده است، به‌طور هم‌زمان به‌عنوان یک جنگ‌افزار زیستی نیز مورد استفاده قرارگرفته است. به دلیل سمیت بسیار بالای توکسین‌های بوتولینوم، یکی از نخستین عوامل شناخته شده به عنوان سلاح زیستی به شمار می‌روند. استفاده از نوروتوکسین‌های بوتولینوم به عنوان سلاح زیستی توسط کشورهای زیادی مانند ژاپن، آلمان، ایالت متحده آمریکا، روسیه و عراق افزایش یافته است. حزب بعث عراق تا اواخر سال ۱۹۹۰ صد بمب ۴۰۰ پوندی از عامل بوتولیسم و ۱۴ هزار لیتر بوتولینوم برای پرکردن سیزده موشک اسکاد با برد بیش از ۶۰۰ کیلومتر تولید کرده بود.



شکل ۲-۳: بیمار مبتلا به بوتولیسم (راست) و تصویر باکتری کلستریدیوم بوتولینوم (چپ).

فرانسیسلا تولارنسیس[1](عامل تولارمی)

فرانسیسلا تولارنسیس یک باکتری هوازی کوکوباسیل کوچک، گرم منفی و دارای کپسول نازک پلی‌ساکاریدی است. این باکتری بدون اسپور، غیر متحرک، و عامل ایجاد تولارمی است که شکل پنومونی آن

1 Francisella tularensis

اغلب بدون اقدامات درمانی، کشنده است. تولارمی[1] یا تب خرگوش[2]، بیماری ناشایع ناشی از فرانسیسلا تولارنسیس است. این باکتری قادر به آلوده کردن بیش از ۱۰۰ گونه از جانوران مانند انسان، جوندگان، ماهیان و حشرات است اما خرگوش وکَنه درماسنتوراَندرسونی[3] به‌عنوان منابع اصلی بیماری شناخته شده اند. این باکتری در طبیعت می‌تواند به مدت چندین هفته در دمای پایین در لاشه جانوران، خاک و آب زنده بماند. درآزمایشگاه، فرانسیسلا تولارنسیس به‌صورت میله‌های کوچک (۰/۲ × ۰/۲ µm) ظاهر می‌شود و در دمای ۳۷-۳۵ درجه سانتی‌گراد بهترین رشد را دارد. علائم و نشانه‌های بیماری به شدت بیماری‌زایی و راه ورود عامل عفونی بستگی دارد. عفونت‌های پوستی یا مخاطی معمولاً منجر به زخم‌های غده‌ای (گلن‌دولر) در محل ورود باکتری می‌شوند. از دیگر علائم، غدد لنفاوی دردناک و چرکی است. در برخی موارد، محل ورود باکتری مشخص نیست و تنها درگیری موضعی غدد لنفاوی مشاهده می‌شود. شکل ۲-۴ بیمار مبتلا به تولارمی و تصویر باکتری فرانسیسلا تولارنسیس را نشان می دهد.

انواع عفونت زایی تولارمی شامل ایجاد عفونت از طریق دهان (گلودرد شدید یا فارنگیت دردناک و لنفادنوپاتی گردنی یا تورم غدد لنفاوی گردن) و ایجاد عفونت گوارشی(درگیری گره‌های لنفاوی مزانتر و درد شکمی، اسهال و استفراغ) می باشد. علائم عمومی در تمام موارد تولارمی شامل تب و لرز متناوب، بی‌قراری و درد عضلانی و مفصلی است. اگر زخم‌های غده‌ای ناشی از سویه‌های ویروالانس عامل تولارمی درمان نشوند، احتمال مرگ بیمار وجود دارد. میزان مرگ‌ومیر تولارمی حدود ۱ درصد است و معمولاً ۱تا ۳ هفته پس از ابتلا رخ می‌دهد. بیمارانی که از مرگ نجات می‌یابند، ممکن است تا ۹ ماه بعد، برای بهبودی کامل زمان نیاز داشته باشند. در صورت عدم درمان، پنومونی چرکی از سویه‌های ویروالانس تولارمی به وجود آمده که کشنده هستند و میزان مرگ‌ومیر آن بین ۳۰ تا ۶۰ درصد گزارش شده است. ورود باکتری به جریان خون باعث عفونت سیستمیک شدید می‌شود. در موارد شدید، سپتی‌سمی ناشی از سویه‌های تیپ A اغلب کشنده است. عفونت سیستمیک با منشأ نامشخص می‌تواند به تولارمی تیفوئیدی منجر شود.

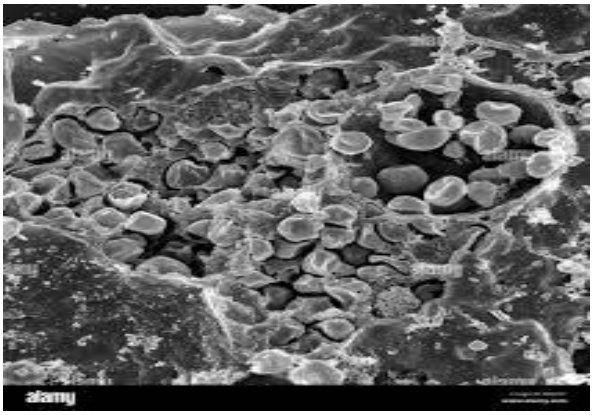
تشخیص بیماری تولارمی از طریق مشاهده مستقیم نمونه‌های کلینیکی و شناسایی باکتری‌های کوچک، گرم منفی و به‌طور ضعیف رنگ‌پذیر، استفاده از ایمونوفلورسانس مستقیم برای تشخیص سریع، آزمون واکنش زنجیره‌ای پلیمراز[4] و تشخیص آنتی‌ژن با روش الایزا وکشت و جداسازی ارگانیسم در محیط غنی از سیستئین

1 Tularemia
2 Rabbit fever
3 Dermacentor andersoni
4 Polymerase chain reaction (PCR)

مانند محیط سیستئین براث، محیط تیوگلیکولات براث، ژلوز حاوی عصاره قلب و سیستئین و تعیین تیتر آنتی‌بادی تشخیصی است.

پیشگیری از تولارمی به ویژه در مناطق آلوده بسیار مهم است و شامل استفاده از محافظت در برابر حشرات (استفاده از دافع حشرات مانند دیت و پوشیدن لباس‌های مناسب برای جلوگیری از گزش حشرات)، حفاظت در برابر تماس با حیوانات آلوده (دوری از تماس با حیوانات وحشی و استفاده از دستکش و وسایل ایمنی هنگام برخورد با حیوانات یا بافت‌های آلوده) و استفاده از آب و غذای بهداشتی می‌شود (اطمینان از اینکه آب و گوشت مصرفی سالم است و به درستی در دمای مناسب پخته می‌شود). درمان تولارمی بر اساس دستورالعملCDC در سال ۱۹۴۳ شامل استرپتومایسین به‌عنوان داروی خط اول پیشنهاد شده است. جنتامایسین نیز به‌عنوان جایگزین توصیه می‌شود. سایر آمینوگلیکوزیدها نیز برای ۱۴ روز به‌صورت مداوم تجویز می‌شوند.

فرانسیسلا تولارنسیس به‌دلیل دوز عفونی کم، سهولت انتشار توسط آئروسل و ویرولانس بالا، به همراه سایر عوامل بالقوه بیوتروریسم مانند یرسینیا پستیس، باسیلوس آنتراسیس و ویروس ابولا به‌عنوان یک عامل خطر بیولوژیک ردیف ۱ توسط دولت ایالات متحده طبقه‌بندی می‌شود. به لحاظ اپیدمیولوژی این بیماری در سال ۱۹۱۱ به عنوان بیماری شبه طاعون جوندگان توصیف و سپس به عنوان یک بیماری بالقوه شدید و کشنده در انسان مطرح شد. اپیدمی های آن در دهه های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ به دنبال مصرف آب آلوده در اروپا و شوروی سابق درانسان و نوع حیوانی آن در ایالات متحده به وقوع پیوست. بزرگ ترین طغیان ثبت شده ناشی از تولارمی استنشاقی در سال ۱۹۶۷-۱۹۶۶ در یک منطقه کشاورزی در سوئد بوده است. این بیماری در تمام قسمت های آمریکای شمالی و نواحی زیادی از اروپا، شوروی سابق و چین و ژاپن شایع است. تاکنون شواهد رسمی و مشخصی مبنی بر استفاده گسترده یا موفقیت‌آمیز تولارمی به عنوان سلاح بیولوژیک در حملات تروریستی وجود ندارد. با این حال، به دلیل ویژگی‌های خاص این باکتری (سرعت انتقال، مرگ و میر قابل کنترل، قابلیت تولید به صورت آئروسل)، همواره در فهرست عوامل بیولوژیک خطرناک قرار گرفته است.




شکل ۲-۴: بیمار مبتلا به تولارمی (راست) و تصویر باکتری فرانسیسلا تولارنسیس (چپ).

ویروس واریولا ماژور[1](عامل آبله)

ویروس واریولا ماژور عامل بیماری آبله است که یکی از ویروس‌های پاکس ویروس می‌باشد و از سال‌ها پیش به‌عنوان یک تهدید بهداشتی و حتی به‌عنوان سلاح بیولوژیک مورد توجه قرار گرفته است. بیماری آبله با آبله‌مرغان متفاوت است و عامل آن ویروس واریسلا زوستر[2] از خانواده هرپس‌ویروس‌ها می‌باشد.

ویروس واریولا بزرگ و آجری شکل است و تقریباً ۳۰۲ تا ۳۵۰ نانومتر است. چهار ارتوپاکس ویروس می توانند در انسان ایجاد عفونت کنند که شامل واریولا، واکسینیا، آبله گاوی و آبله میمون می‌باشند. ویروس واریولا فقط انسان‌ها را در طبیعت آلوده می‌کند، اگرچه نخستی‌ها و سایر حیوانات در یک محیط آزمایشی آلوده شده‌اند. ویروس‌های واکسینیا، آبله گاوی و آبله میمون می‌توانند هم انسان و هم سایر حیوانات را در طبیعت آلوده کنند. آبله به دو شکل دیده می‌شود که شامل واریولای ماژور شدیدترین و شایع‌ترین شکل آن است و با بثورات شدیدتر و تب بالاتری همراه است. واریولای مینور شیوع کمتری دارد، که باعث بیماری با شدت کمتر می‌گردد. پس از دوره کمون ۱۰ تا ۱۴ روزه که بدون علائم بالینی است، بیماری آبله به‌طور ناگهانی آغاز می‌شود. علائم اولیه شامل تب شدید، بی‌قراری، سردرد، ضعف و ناتوانی، درد شدید پشت است و در موارد نادر علائم شامل درد شکم و استفراغ می باشد. در مراحل پیشرفت بیماری بروز راش‌های ماکولوپاپولر[3] پس از قطع تب، شروع ضایعات از مخاط دهان، صورت، دست‌ها، جلوی بازوها وگسترش راش‌ها به کل بدن (الگوی تشخیصی مهم) رخ می‌دهدکه این گسترش از مرکز به اطراف می باشد. تکامل ضایعات به ترتیب به شکل ماکول (لکه‌های قرمز کوچک)، پاپول (برآمدگی‌های برجسته)، وزیکول (تاول‌های پر از مایع) و پستول (ضایعات چرکی) است (شکل ۲-۵). پس از ۱۰ تا ۱۴ روز، پستول‌ها خشک شده و دلمه

1 Variola major
2 Varicella Zoster
3 Maculopapular rash

می‌بندند. اسکارهای باقی‌مانده طی چند هفته به تدریج محو می‌شوند. میزان مرگ‌ومیر آبله ماژور بین ۳۰ تا ۵۰ درصد می باشد.

برای پیشگیری از آبله، واکسیناسیون مؤثرترین روش است. واکسن آبله که حاوی ویروس زنده ضعیف‌شده است، سیستم ایمنی بدن را تحریک می‌کند تا آنتی‌بادی‌های لازم برای مقابله با ویروس را تولید کند. علاوه بر این، رعایت بهداشت فردی مانند شستن مرتب دست‌ها، استفاده از ماسک در محیط‌های شلوغ و اجتناب از تماس نزدیک با افراد مبتلا می‌تواند خطر انتقال را کاهش دهد. در صورت شیوع بیماری، قرنطینه کردن افراد مبتلا و رعایت فاصله‌گذاری اجتماعی نیز از راه‌های مهم پیشگیری هستند.

آبله از زمان‌های بسیار قدیم در جوامع انسانی شناخته شده بود و اسناد تاریخی از شیوع آن در دوران مصر باستان و همچنین چین و هند وجود دارد. ویروس واریولا ماژور موجب تب بالا، بثورات پوستی و ضایعات تاول‌دار در بدن انسان می‌شود. پس از مدت‌ها تحقیق، در سال ۱۹۸۰ سازمان جهانی بهداشت [1] اعلام کرد که بیماری آبله به‌طورکامل ریشه‌کن شده است که یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای بهداشتی بشر به شمار می‌آید. پس از ریشه‌کن شدن آبله، برخی کشورها تحقیقات در زمینه سلاح‌های بیولوژیک را همچنان ادامه داده‌اند و با ترکیب فناوری‌های نوین و انجام آزمایش‌های مختلف، پتانسیل‌های خطرناک ویروس‌های مختلف از جمله ویروس واریولا را بررسی کرده‌اند. علاوه بر این، مراکز تحقیقاتی مختلف نیز همچنان ویروس واریولا ماژور را تحت شرایط امنیتی بسیار بالا نگهداری می‌کنند تا برای آمادگی در برابر تهدیدات بیولوژیکی و تولید واکسن‌ها و درمان‌های احتمالی استفاده شود.



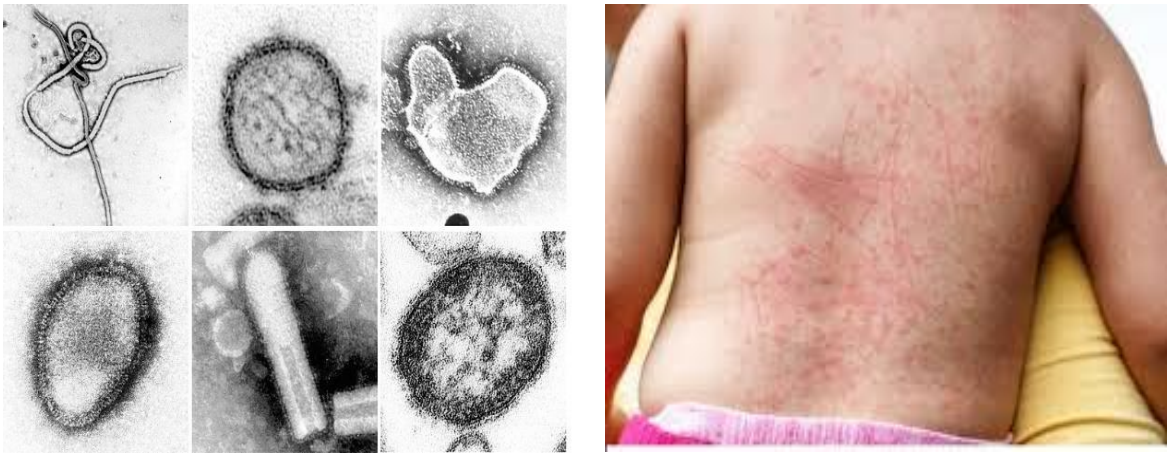


شکل ۲-۵: بیمار مبتلا به آبله (راست) و تصویر ویروس واریولا ماژور (چپ).

1 World Health Organization (WHO)

RNA-ویروس‌ها (عامل تب‌های خون‌ریزی‌دهنده ویروسی[1])

تب‌های خون‌ریزی‌دهنده ویروسی گروه متنوعی از بیماری‌های حیوانی و انسانی هستند که در آن تب و خونریزی نشان دهنده ابتلا به این نوع عفونت ویروسی است. این ویروس ها جزو RNA-ویروس‌ها[2] یا ویروس‌هایی که ژنوم یا ماده ژنتیکی آن‌ها از نوع RNA است. بیماری‌های قابل توجه انسانی ناشی از ویروس‌های RNA شامل بیماری ویروسی ابولا، سارس، هاری، سرماخوردگی، آنفلوانزا، هپاتیت C، هپاتیت E، تب نیل غربی، فلج اطفال، سرخک، ویروس T و بیماری کروناویروس ۲۰۱۹ (کووید-۱۹) است. تب‌های خون‌ریزی‌دهنده ویروسی می‌تواند توسط پنج خانواده مجزا شامل خانواده‌های فیلوویریده[3]، فلاوی‌ویریده[4]، ویرویس‌های میله‌ای[5] و چندین خانواده از راسته بانیاویرالز[6] مانند آرناویریده[7] و هانتاویریده[8] ایجاد شوند. در شکل ۲-۶ یک بیمار مبتلا به تب خونریزی دهنده ویروسی و تصویر برخی از RNA-ویروس‌ها ارائه شده است.



شکل ۲-۶: بیمار مبتلا به تب خونریزی دهنده ویروسی (راست) و تصویر برخی از آرایِ ویروس‌ها (چپ).

1 Viral hemorrhagic fevers (VHFs)
2 RNA virus
3 Filoviridae
4 Flaviviridae
5 Rhabdoviridae
6 Bunyavirales
7 Arenaviridae
8 Hantaviridae

مهمترین عوامل تب های خونریزی دهنده ویروسی که می توانند در بیوتروریسم مورد استفاده قرار گیرند شامل موارد زیر می باشد:

۱-تب لاسا:

تب لاسا یک بیماری ویروسی که اولین بار در سال ۱۹۶۹ در نیجریه شناسایی شد. این بیماری توسط موش‌های بالغ آلوده (به‌ویژه موش‌های گونه ماستومیس ناتالنسیس[1]) منتقل می‌شود که در منطقه‌های غربی و مرکزی آفریقا رایج هستند. تب لاسا در ابتدا از طریق تماس مستقیم با ادرار، مدفوع یا بزاق موش‌های آلوده به انسان منتقل می‌شود. به‌طور خاص، ویروس لاسا از طریق تماس با مایعات بدن بیمار نیز قابل انتقال است و به همین دلیل در برخی موارد از آن به‌عنوان یک پتانسیل بیوتروریستی یاد شده است.

علائم بالینی تب لاسا پس از دوره کمون که معمولاً ۶ تا ۲۱ روز طول می‌کشد، به‌طور ناگهانی ظاهر می‌شوند و شامل تب بالا، سردرد شدید، درد عضلانی و مفصلی، درد قفسه سینه و پشت، خستگی و ضعف شدید، گلودرد، تهوع و استفراغ، اسهال، دشواری در تنفس و در برخی موارد بیمار ممکن است دچار خونریزی از دهان، بینی، لثه‌ها و دستگاه گوارش شود. علائم شدیدتر ممکن است شامل نارسایی کبد، کلیه و اختلالات عصبی باشد. در نهایت، برخی از بیماران ممکن است دچار کما یا مرگ شوند، به‌ویژه در مواردی که درمان به موقع صورت نگیرد.

تشخیص تب لاسا معمولاً با استفاده از آزمایش‌های سرولوژیکی برای شناسایی آنتی‌بادی‌های ضد ویروس لاسا در خون بیمار، PCR برای شناسایی مواد ژنتیکی ویروس در خون و فرم‌های تشخیصی تصویربرداری (مانند سی‌تی‌اسکن) برای شناسایی تغییرات در ارگان‌ها (به ویژه کبد و کلیه‌ها) انجام می شود.

پیشگیری از تب لاسا شامل کنترل موش‌ها (جلوگیری از تماس با موش‌های آلوده و انجام اقدامات بهداشتی برای کاهش جمعیت موش‌ها در مناطق پرخطر) و آموزش به مردم در مورد نحوه جلوگیری از تماس با موش‌ها، رعایت بهداشت فردی و استفاده از وسایل محافظتی در مناطق پرخطر می باشد. در حال حاضر هیچ واکسنی برای تب لاسا وجود ندارد، اما تحقیقات در این زمینه ادامه دارد. درمان حمایتی و ضد ویروسی می‌تواند به بهبود وضعیت بیمار کمک کند. روش‌های درمانی عبارتند از داروهای ضد ویروسی مانند ریباویرین[2] که یکی از داروهای اصلی است که اگر در مراحل ابتدایی بیماری تجویز شود می‌تواند به کاهش شدت بیماری و پیشگیری از مرگ کمک کند.

---

1 Mastomys natalensis

2 Ribavirin

درمان حمایتی (مایعات و الکترولیت‌ها برای مقابله با کم‌آبی بدن، پشتیبانی تنفسی در صورت نیاز به تنفس مصنوعی و مراقبت ویژه در واحد مراقبت‌های ویژه[1] برای بیماران دچار نارسایی اعضا یا شوک) و درمان خونریزی و عفونت‌ها از طریق خونرسانی و داروهای ضدعفونی‌کننده می‌تواند مفید باشد.

در زمینه بیوتروریسم، برخی مطالعات پیشنهاد کرده‌اند که ویروس‌هایی مانند تب لاسا می‌توانند به‌عنوان سلاح‌های بیولوژیک مورد استفاده قرار گیرند، زیرا این بیماری به راحتی از طریق تماس با مایعات بدن یا حتی هوا منتقل می‌شود و توانایی ایجاد اپیدمی یا پاندمی گسترده‌ای را دارد.

۲-ابولا [2]

ویروس ابولا در سال ۱۹۷۶، پس از وقوع دو اپیدمی شدید تب هموراژیک در جمهوری دموکراتیک کنگودر نزدیکی رودخانه ابولا شناسایی شد. ویروس ابولا، که به‌طور عمده از طریق تماس با مایعات بدن افراد آلوده منتقل می‌شود به‌عنوان یکی از تهدیدات زیستی جدی مورد توجه قرار گرفته است. این ویروس به دلیل خصوصیات خاص خود، از جمله توانایی ایجاد آئروسل‌های کوچک و قابلیت بالای انتقال و عفونت در دسته‌بندی عوامل بیوتروریستی قرار دارد.

بیماری ناشی از ویروس ابولا دارای دوره‌ی نهفتگی بین ۱ تا ۲۱ روز است. این بیماری معمولاً با حمله ناگهانی تب شروع می‌شود که اغلب با سایر علائم عمومی مانند میالهی (احساس ضعف شدید)، سردرد، تهوع، استفراغ، درد شکم، اسهال، درد قفسه سینه، سرفه و گلودرد همراه است. یکی از ویژگی‌های خطرناک بیماری ابولا شیوع سریع و شدت علائم آن است که می‌تواند به شدت، سلامت فرد مبتلا را تهدید کند.

درحالیکه تحقیقات بالینی و آزمایش‌های مختلفی روی داروهای ضد ویروسی و درمان‌های تجربی برای مقابله با این بیماری انجام شده است، هنوز درمان قطعی و مؤثری برای ویروس ابولا پیدا نشده است. مهم‌ترین اقدامات عبارتند از حفظ و تنظیم الکترولیت‌ها، نگهداری عملکرد کلیه‌ها، و مدیریت خونریزی و شوک که در کاهش مرگ‌ومیر نقش دارند. جایگزینی فاکتورهای انعقادی و پلاک‌های خونی نیز از جمله درمان‌های ضروری در موارد ابتلا به بیماری است. در مواقعی که شواهدی از کواگولاسیون داخل عروقی منتشر [3] وجود داشته باشد، درمان با داروهایی مانند هپارین یا داروهای ضد لخته‌سازی دیگر ضروری می‌شود.

---

[1] Intensive care unit (ICU)

[2] Ebola Virus

[3] Disseminated intravascular coagulation (DIC)

۳-ویروس ماربورگ[1]

ویروس ماربورگ، که به عنوان یکی از اعضای خانواده فیلوویروس‌ها شناخته می‌شود در سال ۱۹۶۷ میلادی، در پی وقوع چندین مورد شیوع بیماری شدید تب هموراژیک در شهر ماربورگ درآلمان شناسایی شد. این بیماری مشابه به بیماری ابولا است و در ابتدا در نتیجه تماس با میمون‌ها در آزمایشگاه‌های تحقیقات پزشکی و یا تماس با مایعات بدن انسان‌های آلوده در محیط‌های پزشکی، به سرعت شیوع پیدا کرد. در واقع، این ویروس به دلیل شباهت‌های بسیاری که با ویروس ابولا دارد، به عنوان تهدید زیستی مورد توجه قرار گرفته است.

ویروس ماربورگ به شدت واگیر و کشنده است و می‌تواند با سرعت بسیار زیادی در جوامع گسترش یابد. انتقال آن عمدتاً از طریق تماس مستقیم با مایعات بدن فرد مبتلا (از جمله خون، بزاق، ادرار، و مدفوع) صورت می‌گیرد. ویروس ماربورگ به‌طور خاص به مخاط‌ها و غشای‌های مرطوب بدن حمله می‌کند و می‌تواند باعث آسیب‌های جدی به بافت‌های داخلی شود.

بیماری ناشی از ویروس ماربورگ دوره نهفتگی نسبتا کوتاهی دارد که بین ۲ تا ۲۱ روز متغیر است. معمولاً علائم اولیه بیماری با تب ناگهانی، سردرد شدید، درد عضلانی، بی‌حالی و درد شکم شروع می‌شود. در مراحل بعدی، فرد مبتلا دچار استفراغ شدید، اسهال آبکی، خونریزی داخلی و خارجی و اختلالات عملکردی شدید می‌شود. ویروس ماربورگ به دلیل تأثیر شدیدی که بر سیستم ایمنی و عملکردهای حیاتی بدن دارد، می‌تواند به نارسایی ارگان‌ها منجر شده و در نهایت باعث مرگ فرد مبتلا شود. میزان مرگ‌ومیر در مواردی که درمان مناسب و فوری انجام نشود، می‌تواند به ۹۰ درصد برسد.

تا به امروز، درمان قطعی برای ویروس ماربورگ وجود ندارد. به همین دلیل، بیشتر درمان‌ها به صورت حمایتی و برای کاهش علائم بیماری انجام می‌شود. از جمله این درمان‌ها می‌توان به مراقبت‌های ویژه پزشکی، جبران کمبود مایعات و الکترولیت‌ها، و مدیریت خونریزی‌ها اشاره کرد. تحقیقات بالینی همچنان در حال بررسی درمان‌های ضد ویروسی مانند ریبورین، پلاسمای بهبود یافته از افرادی که به بیماری مبتلا شده و بهبود یافته‌اند و همچنین واکسیناسیون‌های احتمالی برای پیشگیری از شیوع این ویروس هستند.

[1] Marburg Virus

۴-ویروس تب دره ریفت[1]

بیماری تب دره ریفت توسط ویروس تب دره ریفت ایجاد میشود که از جنس فلبوویروس[2] است. این خانواده از ویروس‌ها شامل ویروس‌های RNA دار با ژنوم تک رشته ای و قطعه‌بندی شده هستند. ویروس‌های این خانواده معمولاً توسط بندپایان مانند پشه ها منتقل می‌شوند. ویروس تب دره ریفت به دلیل توانایی ایجاد بیماری شدید در انسان و حیوانات و همچنین پتانسیل شیوع گسترده، به عنوان یک عامل مهم در بهداشت عمومی شناخته می‌شود. تب دره ریفت یک بیماری ویروسی است که عمدتاً حیوانات را تحت تأثیر قرار میدهد، اما میتواند به انسان نیز منتقل شود. این بیماری توسط ویروس تب دره ریفت ایجاد می‌شود و معمولاً از طریق نیش پشه‌های آلوده یا تماس مستقیم با خون، بافت یا مایعات بدن حیوانات آلوده (مانند گاو، گوسفند و بز) به انسان منتقل می‌شود. همچنین، انتقال از طریق استنشاق ذرات آلوده در آزمایشگاه یا محیط‌های کشتارگاهی نیز ممکن است.

تب دره ریفت به دلیل توانایی بالای انتقال و ایجاد بیماری شدید در انسان و حیوانات، به عنوان یک عامل بالقوه در بیوتروریسم مورد توجه قرار گرفته است. ویروس تب دره ریفت میتواند به صورت آئروسل (ذرات معلق در هوا) منتشر شود و در صورت استفاده مخرب، میتواند باعث شیوع گسترده و تلفات قابل توجهی شود. در حال حاضر، درمان خاصی برای تب دره ریفت وجود ندارد و درمان عمدتاً حمایتی است. این شامل کنترل تب، کاهش درد و مدیریت عوارضی مانند هپاتیت یا خونریزی است. در موارد شدید، ممکن است نیاز به بستری در بیمارستان و مراقبت‌های ویژه باشد. برای پیشگیری، کنترل پشه ها با استفاده از حشره کش‌ها و پشه بندها، واکسیناسیون دام‌ها، رعایت بهداشت فردی (مانند استفاده از تجهیزات محافظتی در تماس با حیوانات) و پختن کامل گوشت و شیر توصیه می‌شود.

۵-تب خونریزی دهنده کریمه کنگو[3]

ویروس کریمه-کنگو یک ویروس خطرناک و کشنده است که باعث بیماری تب خونریزی دهنده کریمه-کنگو می‌شود. از این بیماری به عنوان یک بیماری مشترک انسان و دام[4] نام برده می‌شود. بیماری ابتدا در شبه جزیره کریمه تشخیص داده شد و در بین سربازان و افراد غیر نظامی بروز کرد لذا، آن را تب هموراژیک کریمه نامیدند. دوره کمون بیماری، به چگونگی راه ورود ویروس به بدن وابسته است به طوری که اگرانسان در اثر

1 Rift valley fever virus
2 Phlebovirus
3 Crimean Congo Haemorrhagic Fever -CCHF
4 Zoonosis

نیش کنه آلوده شود. دوره نهفتگی معمولاً کوتاه و بین ۴ تا ۹ روز خواهد بود. اگر انسان از طریق خون یا بافت-های آلوده، بیمار شده باشـد این دوره ممکن است تا ۴۹ روز نیز به درازا بکشد.

شواهد موجود نشان می‌دهدکه ویروس تب خونریزی دهنده کریمه کنگو توسط برخی از کشورها به عنوان سلاح زیستی مورد توجه قرار گرفته است و آن را به شکل افشانه ها، طراحی وآماده نموده‌اند. شواهد اپیدمیولوژیک سیر انتقال بیماری در برخی از بیماران مبتلای بعضی از کشورهای جهان، حکایت از آن دارد که احتمال انتقال ویروس مذکور از طریـق هوا نیز به طور قطعی رد نشده است. در نتیجه، رعایت اصول ایمنی و توصیه‌های بهداشتی در حد ممکن میتواند از ریسک ابتلا بکاهد. تشخیص ویروس تب خونریزی دهنده کریمه کنگو تحت رعایت مـوازین ایمنی و با رعایت احتیـاط‌های بهداشتی در آزمایشگاه‌های مرجع صورت می‌گیرد. جدول ۲-۱ دسته بندی عوامل زیستی گروه A و راهکارهای پیشگیری و کنترل آن را در محیط های صنعتی نفت به شکل خلاصه بیان کرده است.

جدول ۲-۱: خلاصه دسته بندی عوامل زیستی گروه A و روش های پیشگیری و کنترل آن در محیط صنعتی

نام بیماری/نام عامل	عامل بیماری	راه احتمالی ورود به بدن	علائم	راهکار پیشگیری و کنترل صنعت نفت
سیاه‌زخم (باسیلوس آنتراسیس)	باکتری اسپورزا، مقاوم در محیط	گرد و غبار آلوده در انبارها یا خاک، تماس با پوست حیوانات یا چرم، استنشاق اسپور در محیط بسته	تب، تاول/زخم سیاه پوستی، تنگی نفس، شوک	ضدعفونی منظم انبارها و سطوح، استفاده از ماسک و دستکش، آموزش شناسایی علائم
طاعون (یرسینیا پستیس)	باکتری منتقل‌شونده از جوندگان و ککک‌ها	وجود جوندگان در اطراف کمپ‌ها، تماس با حیوانات آلوده، انتقال تنفسی در فضاهای بسته	تب بالا، ورم غدد لنفاوی، تنگی نفس در فرم ریوی	کنترل جوندگان و حشرات، مدیریت پسماند، ضدعفونی محیط، پایش تب کارکنان
بوتولیسم (سم کلستریدیوم بوتولینیوم)	سم باکتریایی (نوروتوکسین قوی)	مصرف کنسرو یا غذای بسته‌بندی‌شده آلوده در کمپ‌ها و سکوها	ضعف عضلانی، دوبینی، اختلال بلع، اختلال تنفس	کنترل دقیق مواد غذایی و کنسروها، نگهداری در دمای مناسب، آموزش کارکنان آشپزخانه
تولارمی (فرانسیلا تولارنسیس)	باکتری (بسیار عفونی)	تماس با حیوانات وحشی یا خاک آلوده، نیش حشرات، استنشاق آئروسل آلوده	تب ناگهانی، زخم پوستی، تورم غدد لنفاوی	ضدعفونی ابزار، کنترل حشرات، استفاده از لوازم حفاظت فردی در محیط‌های باز، آموزش کارکنان
آبله (واریولا ماژور)	ویروسDNA دار	انتقال تنفسی یا تماس مستقیم با فرد بیمار	تب بالا، بثورات جلدی، دانه‌های آبله، درد و ضعف بدن	واکسیناسیون اضطراری در شیوع، قرنطینه موارد مشکوک، استفاده از ماسک
تب‌های خون‌ریزی دهنده ویروسی (لاسا، ابولا، ماربورگ، تب دره ریفت، تب کریمه–کنگو)	ویروسRNA دار	تماس با خون یا ترشحات آلوده، گزش ناقلین(پشه/کنه)، تماس با حیوانات آلوده، در برخی شرایط آئروسل	تب ناگهانی، خون ریزی زیرجلدی یا داخلی، شوک، نارسایی چنداندامی	کنترل ناقلین، استفاده از لوازم حفاظت فردی در کارهای دارای، تماس با خون/بافت، تهویه و ضدعفونی منظم، هماهنگی با مراکز بهداشت

گروه B: عوامل تهدیدات زیستی با پتانسیل متوسط انتقال و تأثیرات بهداشتی

اعضای این گروه، اگرچه به اندازه گروه اول خطرناک و کشنده نیستند، اما همچنان می‌توانند تهدیدات جدی برای سلامت عمومی به شمار روند (با خطر متوسط). این عوامل به راحتی از طریق مسیرهای مختلف مانند آب و غذا منتشر می‌شوند. بنابراین، شیوع آن‌ها ممکن است به‌ویژه در جوامع با شرایط بهداشتی ضعیف، گسترش یابد. کنترل منابع آب و غذا می‌تواند تأثیر زیادی در پیشگیری از شیوع این بیماری‌ها داشته باشد. علی‌رغم اینکه این عوامل می‌توانند منجر به بیماری‌های جدی شوند، معمولاً نرخ مرگ و میر پایین‌تری دارند. بیشتر افراد مبتلا به این بیماری‌ها ممکن است بدون نیاز به درمان‌های شدید بهبود یابند. تشخیص بیماری‌های ایجاد شده توسط این عوامل نیازمندآزمایش‌های ویژه یا تجزیه و تحلیل‌های تخصصی است. این ویژگی می‌تواند زمان‌بر باشد و در صورت عدم تشخیص سریع، ممکن است عواقب منفی به دنبال داشته باشد. بیماری‌های این گروه معمولاً نیاز به نظارت‌های پس از درمان دارند تا از بازگشت یا گسترش آن‌ها جلوگیری شود. همچنین، اقدامات پیشگیرانه و مراقبتی باید در طول زمان ادامه یابد.

کوکسیلا بورنتی[1](عامل تب کیو[2])

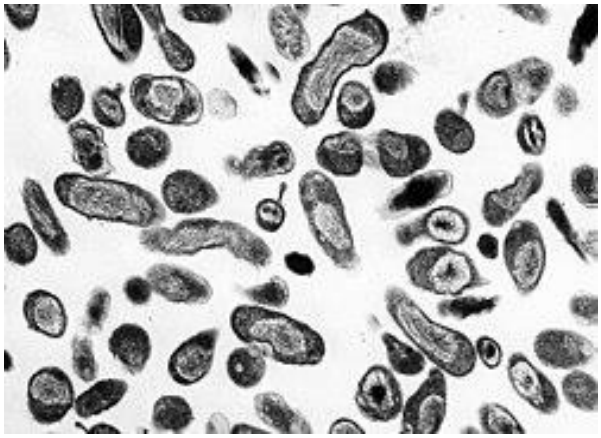
کوکسیلا بورنتی یک ارگانیسم چند شکلی و انگل اجباری درون سلولی است. شکل اسپوردار آن نسبت به خشکی و عوامل محیطی بسیار مقاوم است و در سلول‌های عفونی شده ایجاد می‌شود. این شکل از باکتری عامل تب کیو، در آب و غذا ماه‌ها زنده می‌ماند و برای انسان فوق العاده عفونی است.

تب کیو یک بیماری عفونی است که در سراسر جهان وجود دارد. این باکتری یکی از عوامل بیماری‌زای مشترک بین انسان و دام است. بنابراین، میزبان آن حیوانات مختلفی از جمله دام‌های اهلی (گاو، گوسفند و بز)، سگ ها، گربه ها، جوندگان، شامپانزه‌ها و نیز پرندگان وحشی هستند. راه اصلی انتقال بیماری به انسان، از طریق تنفس ذرات گرد و خاک، ذرات معلق در هوا، آئروسل‌های تولیدشده از منابع آب و ترشحات عفونی حیوانات اهلی می باشد. دوره کمون بیماری معمولا ۱۴ تا ۴۳ روز است. بیماری تب کیو به صورت ناگهانی و با تب، لرز، تعریق، سردرد، بی اشتهایی، بیقراری، درد عضله و نیز درد قفسه سینه همراه است. همچنین ممکن است سرگیجه، استفراغ و اسهال وجود داشته باشد. میزان مرگ ومیر معمولاً کمتر از یک درصد گزارش شده است. تشخیص میکروزیستی و جداسازی ارگانیسم عامل بیماری از خون یا مواد دیگر، روش تشخیص قطعی است. اما این روش برای پرسنل آزمایشگاه خطرناک است. روش PCR آزمون اختصاصی و سریع دیگری برای

1 Coxiella burnetii
2 Q fever

تشخیص ارگانیسم عامل بیماری در خون و یا در نمونه بافت‌های پارافینه شده است. در تمام موارد، از جمله آزمایش نمونه‌های کلینیکی یا انجام آزمون‌های سرولوژی، استفاده از وسایل و تجهیزات ایمنی سطح ۳ توصیه شده است. همچنین برای انتقال، جابجایی و کشت باکتریولوژیک و جداسازی ارگانیسم از نمونه‌ها، رعایت شرایط ایمنی زیستی سطح ۹ توصیه شده است. در استرالیا واکسن غیرفعال شده با فرمالین برای پرسنل آزمایشگاه و سایر افراد در معرض خطر، تهیه و در دسترس قرار دارد. در صورتی‌که در ابتدای بیماری و قبل از ظهور علائم، تتراسیکلین‌ها به همراه داکسی‌سیکلین تجویز شود، ممکن است مؤثر واقع شده و بیماری بهبود یابد.





شکل ۲-۷: بیمار مبتلا به تب کیو (راست) و تصویر باکتری کوکسیلا بورنتی (چپ).

گونه‌های بروسلا [1](عامل بروسلوز)

عامل بروسلوز گونه‌های مختلفی از سرده باکتریایی بروسلا هستند. این باکتری‌ها، کوکوباسیل‌های میله‌ای شکل، گرم منفی، کوچک، هوازی و غیرمتحرک هستند که فاقد پوشینه و هاگ (اسپور) می‌باشند. این باکتری‌ها انگل داخل سلولی هستند. بیماری بروسلوز یا تب مالت، بیماری عفونی مزمن مشترک میان انسان و حیوانات است که معمولاً از طریق مصرف شیر، کره، پنیر و یا محصولات گوشتی حیوانات آلوده به انسان منتقل می‌شود. این بیماری روی اعضای خونساز بدن مانند مغز استخوان، کبد و طحال تاثیر می‌گذارد. عوامل مولد بروسلوز را جزء عوامل ناتوان کننده طبقه بندی می‌کنند زیرا عفونت ناشی از استنشاق افشانه‌های حاوی بروسلا باعث ایجاد علائم و عوارض متعددی می‌شود ولی با میزان مرگ ومیر پایین همراه است. حیوانات اهلی و

1 Brucellae spp

وحشی متفاوتی از جمله گاو، گوسفند، بز، خوک، شتر، گاومیش و نیز پستانداران دریایی به عنوان میزبان بروسلاها ذکر شده‌اند. شروع حمله‌های بیماری تب مالت ممکن است تدریجی یا شدید و با علائم بالینی متعدد باشد. تب مواج، لرز، خستگی، افسردگی، درد پاها، درد کمر، تعریق زیاد، سردرد و کاهش اشتها، علائم جلدی و نیز اثر بیماری در بافت‌های نرم ممکن است شامل ضایعات تماسی، راش و آبسه‌های بافت نرم باشد. بزرگی کبد و طحال همراه با تحلیل سایر اندام‌ها ممکن است در برخی بیماران مشاهده شود. بیماران درمان نشده، معمولاً پس از ۳ تا ۹ ماه بهبود یابند اما ممکن است عود بیماری برای سال‌ها وجود داشته باشد و با عوارض کبدی، طحالی، استخوانی، ادراری-تناسلی، قلبی- عروقی و نیز عصبی همراه باشد. طبق سفارشات دارویی CDC، معمولاً درمان به صورت ترکیب داکسیسایکلین[1] و ریفامپین[2] در طول ۱ تا ۲ هفته انجام می‌شود. تشخیص میکروبیولوژی یا بیوشیمیایی با جداسازی عامل بیماریزا از خون، مغزاستخوان، سایر بافت‌ها و نمونه-های محیطی امکان‌پذیر است. باکتری بروسلا به دلیل سهولت استفاده درمناطق جنگی، به شدت مورد توجه قرار گرفته و در عرض کمتر از چند دقیقه، تشخیص صورت می‌گیرد. اخیراً ارزش تشخیصی PCR با استفاده از پرایمر اختصاصی شرح داده شده است. از نظر رعایت شرایط ایمنی زیستی در آزمایشگاه، عقیده بر این است که نمونه‌های مشکوک به بروسلا باید درآزمایشگاه‌های مجهز به وسایل و تجهیزات سطح ۹ تحت بررسی قرار گیرند.



شکل ۲-۸: بیمار مبتلا به بروسلوز (راست) و تصویر باکتری بروسلا (چپ).

1 doxycycline
2 rifampin

بورخولدریا مالئی[1](عامل مشمشه[2])

بورخولدریامالئی عامل بیماری مشمشه یا گلاندرز می‌باشد. بولخولدریامالئی یک باکتری گرم منفی کوچک، غیر متحرک و بدون رنگدانه می‌باشد که در اکثر محیط‌های باکتری‌شناسی به آرامی رشد می‌نماید. مخازن بیماری در طبیعت شامل اسب، الاغ و قاطر است. راه انتقال بیماری از طریق بینی، دهان و غشای مخاطی ملتحمه چشم و با استنشاق از طریق ریه و در نهایت، پوست آسیب دیده است. دوره نهفتگی بیماری ۱۴ تا ۴۱ روز پس از استشمام ذرات میکروب است. علائم بالینی شامل تب، لرز، تعریق، درد عضلانی، سردرد، التهاب پرده جنب، درد قفسه سینه، بزرگی غده‌های لنفاوی گردنی، بزرگی طحال و ضایعات جلدی منتشر پاپولی [3] و پوسچولی[4] می‌باشد. به خاطر شباهت علائم بالینی بیماری مشمشه با برخی بیماری‌های دیگر، نمی‌توان فقط با توجه به نشانه‌های بالینی به‌طور قطع این بیماری را تشخیص داد. بنابراین برای شناسایی بیماری نیاز است که ازآزمایش‌های مشخصی استفاده شود. تاکنون هیچ دارویی برای درمان قطعی حیوانات مبتلا به مشمشه یا هیچ واکسن مؤثری برای پیشگیری ازآن وجود ندارد. بنابراین، مهمترین راه‌های کنترل و مبارزه با این بیماری شامل شناسایی مشکلات بالینی و حذف حیوانات آلوده است. همچنین رعایت بهداشت مانند ضدعفونی کردن محیط محل نگهداری حیوانات و تجهیزات نیز بسیار با اهمیت است.

کشورهای زیادی موفق شده‌اند با رعایت این موارد مشمشه را ریشه‌کن کنند، اما اگر قوانین بهداشتی رعایت نشود و اسب‌ها به طور غیرمنظم جابجا شوند، همیشه خطر شیوع مشمشه بخصوص درمناطقی که قبلاً عاری ازاین بیماری بوده‌اند، وجود دارد. در ایران، برای کنترل این بیماری، هر سال حدود ۱۷۰۰۰ مورد از حیوانات توسط سازمان دامپزشکی کشور مورد آزمایش قرار می‌گیرند.

بیماری مشمشه از دوران باستان شناخته شده است، و بقراط حدود ۴۲۵ سال قبل از میلاد مسیح آن را توصیف کرده است. مشمشه همچنین یک مشکل مهم برای استفاده غیرنظامی از اسب‌ها بوده است. در بیمارستان دامپزشکی مدرسه ملی دامپزشکی آلفورت در قرن هجدهم، مشمشه شایع‌ترین بیماری در بین بیماران اسبی و محتمل‌ترین بیماری برای مرگ آن‌ها بوده است. باتوجه به میزان بالای مرگ و میر در انسان در اثر ابتلا به این بیماری و تعداد کم ارگانیسم‌های مورد نیاز برای ایجاد عفونت، بورخولدریامالئی به عنوان یک عامل بالقوه جنگ بیولوژیکی یا بیوتروریسم در نظر گرفته می‌شود. همانطور که ارگانیسم نزدیک به آن، بورخولدریا

1 Burkholderia mallei
2 Glanders
3 Papule
4 Pustule

سودومالئی[1]، عامل بیماری ملیوئیدوز نیز به همین صورت است. در طول جنگ جهانی اول، اعتقاد بر این بود که مشمشه به طور عمدی توسط عوامل آلمانی برای آلوده کردن تعداد زیادی از اسب‌ها و قاطرهای روسی در جبهه شرقی پخش شده است. عوامل دیگری نیز تلاش کردند تا این بیماری را در ایالات متحده و آرژانتین معرفی کنند. این امر بر کاروان ارتش و تدارکات و همچنین بر حرکت توپخانه که به اسب و قاطر وابسته بودند، تأثیر گذاشت. موارد انسانی در روسیه با عفونت‌ها در دوران جنگ جهانی اول و بعد از آن افزایش یافت. ژاپنی‌ها عمداً اسب‌ها، غیرنظامیان و اسیران جنگی را در مؤسسه واحد ۷۳۱ پینگ‌فانگ (چین) و تأسیسات واحد ۱۰۰ در طول جنگ جهانی دوم با بورخولدریامالئی آلوده کردند. ایالات متحده این عامل را به عنوان یک سلاح بیولوژیکی احتمالی مورد مطالعه قرار داد، اما آن را به سلاح تبدیل نکرد. علاقه ایالات متحده به گلاندرز تا دهه ۱۹۵۰ ادامه یافت، با این تفاوت که این باکتری در آزمایشگاه، تمایل بالایی به از دست دادن قدرت بیماری‌زایی خود داشت و همین امر، استفاده از آن را به عنوان سلاح دشوار می‌کرد. بین سال‌های ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۴، ظاهراً اتحاد جماهیر شوروی در طول جنگ شوروی و افغانستان از بورخولدریامالئی به عنوان سلاح استفاده کرده است.





شکل ۲-۹: بیمار مبتلا به مشمشه (راست) و تصویر باکتری بورخولدریامالئی (چپ).

[1] B. pseudomallei

کلستریدیوم پرفرنژنس[1](عامل قانقاریا[2])

کلستریدیوم پرفرنژنس یک باکتری بی‌هوازی، گرم مثبت و میله‌ای شکل است که عامل اصلی قانقاریا گازی محسوب می‌شود. این باکتری از طریق زخم‌های آلوده، جراحات ناشی از جنگ، تصادفات یا آلودگی‌های غذایی منتقل شده و می‌تواند موجب عفونت‌های شدید، نکروز بافتی و حتی مرگ شود. کلستریدیوم پرفرنژنس به دلیل ویژگی‌هایی می‌تواند به عنوان یک عامل بیولوژیکی دربیوتروریسم مورد استفاده قرار گیرد. این ویژگی ها عبارتند از تولید توکسین‌های قوی، قابلیت انتشار سریع، مقاومت نسبی به برخی شرایط محیطی و ایجاد آلودگی غذایی که می تواند سبب مسمومیت غذایی شود. این باکتری سموم قوی مانند آلفاتوکسین [3] (فسفولیپاز C) و انتروتوکسین[4] تولید می‌کند که موجب تخریب بافتی و اختلال شدید در عملکرد اندام‌ها می‌شود. همچنین توانایی رشد سریع در شرایط بی‌هوازی باعث می‌شود که عفونت به‌سرعت گسترش پیدا کند و درمان دشوار باشد. این باکتری می‌تواند در خاک، گرد و غبار و زباله‌های حیوانی زنده بماند و هاگ‌های آن در شرایط نامساعد پایدار باشند. کلستریدیوم پرفرنژنس از طریق غذاهای آلوده مانند گوشت‌های نیم‌پز می‌تواند منجر به مسمومیت‌های شدید و فلج موقت شود، که این موضوع در بیوتروریسم غذایی مهم است.

عوارض و علائم ناشی از حمله بیوتروریستی با کلستریدیوم پرفرنژنس شامل درد شدید و ناگهانی در محل عفونت، تورم، تاول‌های پر از گاز و تغییر رنگ سیاه یا سبز در بافت‌های آلوده، ترشح مواد بدبو از زخم، شوک، تب و نارسایی چند ارگان و مرگ در صورت عدم درمان سریع می باشد.

بطور کلی مهمترین راه های پیشگیری و مقابله با حملات بیوتروریستی ناشی از کلستریدیوم پرفرنژنس عبارتند از کنترل کیفیت غذاها و پیشگیری ازآلودگی غذایی، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های وسیع‌الطیف در مراحل اولیه آلودگی، پاک‌سازی زخم‌ها در اسرع وقت برای جلوگیری از تکثیر باکتری و پایش محیط‌های حساس مانند بیمارستان‌ها و مراکز نظامی هستند. در جنگ‌های جهانی گذشته، پژوهش‌هایی برای استفاده از این باکتری به‌عنوان یک سلاح بیولوژیکی انجام شده است، زیرا باعث ایجاد عفونت‌های شدید زخم و مرگ سریع قربانیان می‌شود.

---

1 Clostridium perfringens
2 Gangrene
3 α-toxin
4 enterotoxin





شکل ۲-۱۰: بیمار مبتلا به قانقاریا (راست) و تصویر باکتری کلستریدیوم پرفرنژنس (چپ).

انتروتوکسین B وآلفا ویروس ها (عامل مسمومیت‌های غذایی)

۱-انتروتوکسین B استافیلوکوکی[1] و کاربرد در بیوتروریسم

انتروتوکسین B استافیلوکوکی سم بسیار قدرتمندی است که توسط باکتری گرم مثبت استافیلوکوکوس اورئوس تولید می‌شود و عامل اصلی برخی مسمومیت‌های غذایی شدید است. این توکسین از جمله مهم‌ترین سوپرآنتی‌ژن‌هایی است که می‌تواند با تحریک بیش از حد سیستم ایمنی، منجر به التهاب گسترده در بدن شود. ویژگی‌های که انتروتوکسین B استافیلوکوکی را به‌عنوان یک عامل بیوتروریستی مطرح می کند شامل سمیت بالا در مقادیر کم (تنها چند نانوگرم می‌تواند علائم شدیدی ایجاد کند)، پایداری آن در محیط (در برابر گرما و فرآیندهای معمول پخت‌وپز مقاوم است)، قابلیت انتشار آن از طریق هوا (می‌تواند به‌عنوان یک آئروسل در حملات بیوتروریستی مورد استفاده قرار گیرد) و ایجاد علائم سریع و شدید در اثر استنشاق یا بلعیدن آن طی چند ساعت می باشد. از علائم ناشی از مسمومیت با این بیماری می‌توان به مسمومیت غذایی (تهوع، استفراغ، اسهال، درد شکم) و در صورت استنشاق به تب شدید، سرفه، ناراحتی تنفسی و در موارد شدیدتر نارسایی تنفسی اشاره کرد. در موارد بسیارشدید بیمار دچار شوک و نارسایی چند ارگان می گردد. پیشگیری و مقابله با این عامل بیوتروریستی شامل کنترل کیفی مواد غذایی برای جلوگیری از رشد استافیلوکوکوس اورئوس، تشخیص سریع و درمان حمایتی (مایعات و الکترولیت‌ها) و پیشگیری از انتشار آئروسل‌های آلوده در محیط‌های عمومی و نظامی می باشد.

علائم ناشی از این عامل بیماری زا شامل اختلالات گوارشی (مانند تهوع، استفراغ، اسهال و درد شکم) در صورت بلع، و در صورت استنشاق علائمی نظیر تب شدید، سرفه، تنگی نفس و در موارد حاد، نارسایی تنفسی

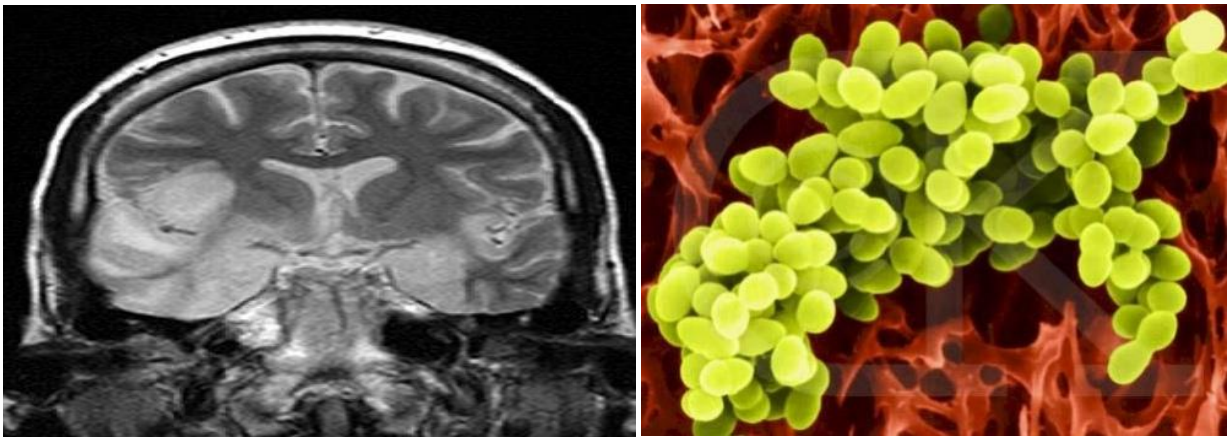
[1] Staphylococcal Enterotoxin B (SEB)

است. در شدت‌های بسیار بالا، بیمار ممکن است دچار شوک و نارسایی چندارگانی[1] گردد. راه‌کارهای پیشگیری و مقابله با این تهدید بیوتروریستی شامل نظارت برکیفیت مواد غذایی جهت مهار رشد استافیلوکوکوس اورئوس، تشخیص سریع بالینی، ارائه درمان‌های حمایتی (جایگزینی مایعات و الکترولیت‌ها) و مدیریت انتشار آئروسل‌های آلوده در محیط‌های عمومی و نظامی است.

۲-آلفاویروس‌ها

آلفاویروس‌ها گروهی از ویروس‌های خانواده توگاوایریده[2] هستند که از طریق ناقلین حشرات (مانند پشه‌ها) منتقل می‌شوند و برخی از آن‌ها به‌دلیل ویژگی‌های خاص، به‌عنوان تهدیدهای بالقوه درجنگ‌های بیولوژیکی و بیوتروریسم شناخته می‌شوند. ویروس‌های مهم این خانواده شامل ویروس انسفالیت اسبی ونزوئلایی[3]، ویروس انسفالیت اسبی شرقی[4] و ویروس انسفالیت اسبی غربی[5] هستند.

از دلایل استفاده از آلفاویروس‌ها در بیوتروریسم می توان به قابلیت انتشار از طریق ذرات آئروسل، سرعت بالای انتقال به انسان از طریق پشه‌های آلوده، ایجاد بیماری‌های شدید عصبی مانند آنسفالیت و فقدان واکسن مؤثر برای برخی از این ویروس‌ها اشاره کرد. علائم بیماری ناشی از آلفاویروس‌ها عبارتند از تب بالا، لرز، ضعف، سردرد شدید و علائم شبیه آنفولانزا و در موارد شدید ایجاد آنسفالیت، تشنج، کما و نهایتا مرگ می باشد.



شکل ۲-۱۱: تصویر رادیوگرافی سر بیمار مبتلا به آنسفالیت ناشی از آلفا ویروس ها (راست) و تصویر باکتری استافیلوکوک اورئوس (چپ).

1 Multi-organ failure
2 Togaviridae
3 Venezuelan Equine Encephalitis - VEE
4 Eastern Equine Encephalitis - EEE
5 Western Equine Encephalitis - WEE

بطورکلی هر دو عامل انتروتوکسین B استافیلوکوکی و آلفاویروس‌ها تهدیدهای بالقوه‌ای در بیوتروریسم هستند. انتروتوکسین B استافیلوکوکی می‌تواند از طریق غذا و هوا به‌عنوان یک سم قوی مورد استفاده قرار گیرد، در حالی که آلفاویروس‌ها از طریق حشرات ناقل قابلیت انتشار گسترده ای دارند. کنترل بیولوژیکی، نظارت دقیق، و تحقیقات در حوزه واکسن و درمان از جمله راهکارهای کلیدی برای مقابله با این تهدیدها هستند. در کل راه‌های پیشگیری و کنترل این تهدیدات بیوتروریستی شامل کنترل جمعیت پشه‌ها برای جلوگیری از انتشار ویروس، توسعه واکسن‌های مؤثر و روش‌های درمانی جدید و نظارت بر بیماری‌های ناشی از آلفاویروس‌ها در مناطق پرخطر می باشد.

ویبریوکلرا [1](عامل وبا[2])

ویبریوکلرا یک باکتری گرم منفی، میله‌ای شکل و متحرک است که عامل بیماری وبا می‌باشد (شکل ۲-۱۲). این بیماری یک عفونت شدید روده‌ای است که منجر به اسهال آبکی شدید، کم‌آبی بدن و مرگ در صورت عدم درمان می‌شود. ویبریوکلرا می‌تواند منابع آب و مواد غذایی را به‌راحتی آلوده کرده و باعث شیوع گسترده بیماری شود. بدون درمان، میزان مرگ‌ومیرناشی از وبا می‌تواند تا ۵۰ درصد برسد، به‌ویژه در مناطقی که دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی محدود است. دوره کمون این بیماری کوتاه است (چند ساعت تا ۵ روز) و می‌تواند به‌سرعت گسترش یابد و سبب بحران‌های بهداشتی شود. همچنین شیوع ناگهانی وبا در یک منطقه می‌تواند باعث اختلال اجتماعی، فرارجمعیت و فروپاشی زیرساخت‌های بهداشتی شود. در گذشته، برخی ارتش‌ها از آلودگی عمدی منابع آب به ویبریوکلرا برای تضعیف دشمن استفاده کرده‌اند این موارد دلایل بالقوه استفاده از باکتری عامل بیماری وبا در بیوتروریسم می باشند.

علائم بیماری شامل اسهال آبکی شدید مشابه "آب برنج"، استفراغ، کم‌آبی شدید بدن (افت فشار خون، تشنگی، ضعف شدید) و گرفتگی عضلات می باشند و در موارد شدید شوک، نارسایی کلیوی و مرگ در عرض چند ساعت ایجاد می گردد. مرحله اولیه درمان وبا، جبران سریع مایعات و الکترولیت‌ها با محلول نمکی خوراکی[3] و در موارد شدید استفاده ازآنتی‌بیوتیک‌ها مانند داکسی‌سایکلین، آزیترومایسین یا سیپروفلوکساسین می باشد. قرنطینه بیماران برای جلوگیری از گسترش بیماری دارای اهمیت زیادی می باشد.

1 Vibrio cholerae
2 Cholera
3 Oral rehydration therapy (ORS)

ویبریوکلرا به دلیل قابلیت انتشار سریع و آسان، سرعت شیوع بالا و اثرات ویرانگر بر جامعه، می‌تواند یک تهدید جدی در بیوتروریسم باشد. تقویت نظارت بر منابع آب، بهداشت عمومی و آمادگی برای پاسخگویی سریع از مهم‌ترین راه‌های مقابله با این تهدید است. بطور کلی پیشگیری و مقابله با حمله بیوتروریستی وبا شامل ضدعفونی منابع آب با استفاده از کلر، جوشاندن آب و فیلترهای تصفیه ایمن‌سازی مواد غذایی، جلوگیری از مصرف غذای آلوده یا خام و واکسیناسیون در مناطق پرخطر با استفاده از واکسن‌های خوراکی مانند دکورال[1] و شانکول[2] و آمادگی سیستم بهداشتی نظارت بر منابع آب و مواد غذایی در شرایط بحرانی می باشد.



شکل ۲-۱۲: بیمار مبتلا به وبا (راست) و تصویر باکتری ویبریو کلرا (چپ).

گونه های سالمونلا [3] (عامل مسمومیت غذایی سالمونلایی)

سالمونلا جنسی از باکتری‌های گرم منفی، میله‌ای شکل و متحرک از خانواده انتروباکتریاسه[4] است. این باکتری‌ها به‌طور گسترده در طبیعت وجود دارند و می‌توانند باعث طیف وسیعی از بیماری‌ها در انسان و حیوانات شوند. از جمله این بیماری‌ها می‌توان به مسمومیت‌های غذایی، گاستروانتریت (التهاب معده و روده)، تب تیفوئید و انتریت (التهاب روده) اشاره کرد. سالمونلا از طریق مصرف آب یا غذای آلوده، تماس با حیوانات آلوده یا انتقال انسان به انسان (در موارد خاص) وارد بدن شده و می‌تواند عوارض جدی برای سلامت عمومی ایجاد کند (شکل ۲-۱۳). مهم‌ترین گونه بیماری‌زای سالمونلا درانسان، سالمونلا انتریکا است که شامل دو گروه اصلی زیرگونه تیفوئیدی و غیرتیفوئیدی می‌شود. عوامل تیفوئیدی شامل باکتری‌هایی است که باعث

1 Dukoral
2 Shanchol
3 Salmonella spp
4 Enterobacteriaceae

بیماری‌های سیستمیک شدید مانند تب تیفوئید و تب پاراتیفوئید می‌شوند. سالمونلا تیفی[1] عامل اصلی تب تیفوئید است. این بیماری با علائمی مانند تب بالا، ضعف، سردرد، درد شکم، اسهال یا یبوست و بثورات پوستی همراه است که در صورت عدم درمان، ممکن است عوارض جدی مانند سوراخ شدن روده، خونریزی داخلی یا مرگ ایجاد نماید. انتقال این باکتری معمولاً از طریق آب یا مواد غذایی آلوده صورت می‌گیرد. سالمونلا پاراتیفی[2] نیز عامل تب پاراتیفوئید است که علائمی مشابه تب تیفوئید، اما معمولاً با شدت کمتر ایجاد می‌کند.

زیرگونه‌های غیرتیفوئیدی بیشتر با مسمومیت‌های غذایی و گاستروانتریت مرتبط هستند و شامل این مواردمی‌شوند:

الف - سالمونلا تیفی‌موریوم[3] که یکی از شایع‌ترین علل مسمومیت غذایی در جهان است که با علائمی چون اسهال آبکی، تب، درد شکم و استفراغ بروز می‌کند. برخی از سویه‌های این باکتری به آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم بوده و روند درمان را دشوار می‌سازند. ب- سالمونلا انتریتیدیس[4] که این سویه اغلب از طریق تخم‌مرغ و گوشت ماکیان آلوده منتقل شده و موجب مسمومیت غذایی با علائمی مانند اسهال، تب و درد شکم می‌شود. ج- سالمونلا هایدلبرگ[5] است که این گونه هم در انسان و هم در دام‌ها بیماری‌زا است و برخی سویه‌های آن مقاومت چندگانه به آنتی‌بیوتیک‌ها از خود نشان می دهند. و د-سالمونلا نیوپورت [6] که این گونه نیز به دلیل مقاومت به چندین آنتی‌بیوتیک، نگرانی‌های بهداشتی جدی ایجاد کرده است.

بطور کلی علائم عفونت با سالمونلا بسته به نوع گونه و شدت بیماری متفاوت است. همان گونه که در بالا اشاره گردید در موارد مسمومیت غذایی اسهال شدید و آبکی (گاهی خونی)، تب، لرز، درد عضلانی، استفراغ و کم‌آبی شدید بدن و در موارد تب تیفوئید تب مداوم و بالا (تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد)، بزرگی کبد و طحال، ضعف شدید و نهایتاً در موارد پیشرفته، این بیماری باعث سوراخ شدن روده یا شوک سپتیک می گردد.

برای جلوگیری از شیوع سالمونلا، انجام اقدامات پیشگیرانه و کنترلی ضروری است. نخستین و مهم‌ترین گام، رعایت بهداشت موادغذایی است که شامل پخت کامل تخم‌مرغ و گوشت، شست‌وشوی دقیق میوه‌ها و سبزیجات، و جلوگیری از آلودگی متقاطع در آشپزخانه می‌شود؛ این اقدامات ساده می‌توانند خطر انتقال باکتری را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهند. دومین اقدام مهم، شناسایی و قرنطینه بیماران است. افراد مبتلا باید از دیگران

1 Salmonella Typhi
2 S. Paratyphi A, B, C
3 S. Typhimurium
4 S. Enteritidis
5 S. Heidelberg
6 S. Newport

جدا شوند تا از انتقال بیماری پیشگیری گردد. سومین راهکار، واکسیناسیون افراد است؛ استفاده از واکسن تب تیفوئید برای مسافرانی که عازم مناطق پرخطر هستند یا در این نواحی سکونت دارند، توصیه می‌شود. چهارمین اقدام، تصفیه آب و ارتقای بهداشت عمومی جامعه است که شامل دسترسی به آب آشامیدنی سالم و دفع اصولی فاضلاب می‌شود؛ این امر به‌ویژه در مناطقی با زیرساخت‌های بهداشتی ضعیف، بسیار حائز اهمیت است. پنجمین گام، پایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی است؛ مدیریت مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در انسان و دام جهت جلوگیری از ظهور سویه‌های مقاوم باکتریایی، ضروری است. با اجرای این راهکارها می‌توان خطر شیوع سالمونلا و عوارض ناشی از آن را به‌طورقابل‌توجهی کاهش داد. بطور کلی گونه‌های مختلف سالمونلا، به‌ویژه سالمونلا تیفی و سالمونلا تیفی‌موریوم، به دلیل سرعت انتشاربالا، انتقال آسان از طریق آب و مواد غذایی، مقاومت دارویی به آنتی بیوتیک‌ها، توانایی ایجاد بیماری‌های گسترده و اثرات شدیدی که بر سلامت عمومی دارا هستند، می‌توانند در حملات بیوتروریستی مورد استفاده قرار بگیرند. پیشگیری از آلودگی مواد غذایی و بهبود سیستم‌های نظارتی از مهم‌ترین راه‌های مقابله با این تهدید است. درطول تاریخ، مواردی از انتشار عمدی سالمونلا به‌منظور آلوده‌سازی منابع غذایی گزارش شده است. برای نمونه، در سال ۱۹۸۴ میلادی، گروهی در ایالت اورگن آمریکا سالادهای رستوران‌های محلی را با سالمونلا تیفی موریوم آلوده کردند که به مسمومیت بیش از ۷۵۰ نفر انجامید. این رویداد تاریخی گویای آن است که این پاتوژن می‌تواند به‌سادگی جهت ایجاد بحران‌های گسترده در سلامت عمومی مورد سوءاستفاده قرار گیرد.



شکل ۲-۱۳: بیمار مبتلا به مسمومیت سالمونلایی (راست) و تصویر باکتری سالمونلا (چپ).

شیگلا دیسانتریه [1](عامل مسمومیت غذایی شیگلایی)

شیگلا دیسانتریه یک باکتری گرم منفی، میله‌ای شکل و غیرمتحرک از خانواده انتروباکتریاسه[2] است که عامل شیگلوز یا اسهال خونی باکتریایی (دیسانتری) محسوب می‌شود. شیگلا دیسانتریه یک باکتری خطرناک است که به دلیل ویژگی‌های خاص خود می‌تواند به عنوان یک تهدید بیوتروریستی جدی مطرح شود (شکل ۲-۱۴). این باکتری قادر به تولید شیگاتوکسین[3] است، سم خطرناکی که باعث نکروز سلول‌های روده، خونریزی شدید و نارسایی کلیه می‌شود. انتقال آن نیز بسیارآسان است و می‌تواند از طریق آب، غذا و تماس مستقیم بین افراد منتقل شود. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که آلودگی عمدی منابع آب و مواد غذایی به شیگلا دیسانتریه، به سرعت منجر به شیوع گسترده بیماری شود. علاوه بر این، برخی سویه‌های این باکتری به چندین آنتی‌بیوتیک مقاوم شده‌اند که درمان را دشوارتر می‌کند. میزان عفونت‌زایی آن نیز بسیار بالا است به‌طوری که فقط ۱۰ تا ۱۰۰ باکتری برای ایجاد عفونت کافی می‌باشند. این ویژگی‌ها شیگلا دیسانتریه را به یک عامل بیولوژیکی ایده‌آل برای استفاده در حملات بیوتروریستی تبدیل می‌کند. همچنین، این باکتری می‌تواند در جمعیت‌های آسیب‌پذیر مانند کودکان، سالمندان و افراد دارای نقص ایمنی، باعث مرگ‌ومیر بالا به دلیل کم‌آبی شدید، شوک و نارسایی کلیوی شود.

علائم بیماری ناشی از شیگلا دیسانتریه، که به آن شیگلوز یا اسهال خونی باکتریایی گفته می‌شود، شامل اسهال خونی شدید همراه با مخاط و چرک، تب و لرز، دردهای شکمی شدید، تهوع و استفراغ و کم‌آبی شدید بدن است. در موارد حاد، این بیماری می‌تواند منجر به نارسایی کلیوی و شوک توکسیک شود. دوره کمون این بیماری معمولاً ۱ تا ۷ روز پس از آلودگی است.

برای پیشگیری و کنترل شیوع شیگلا دیسانتریه، رعایت بهداشت فردی مانند شستن دست‌ها با آب و صابون، ضدعفونی منابع آب و مواد غذایی (مانند جوشاندن آب و پخت کامل غذا)، شناسایی و قرنطینه افراد آلوده و استفاده از آنتی‌بیوتیک‌هایی مانند سیپروفلوکساسین یا آزیترومایسین در موارد شدید ضروری است. همچنین، درمان کم‌آبی بدن با استفاده از محلول‌های ORS یا محلول نمکی خوراکی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است.

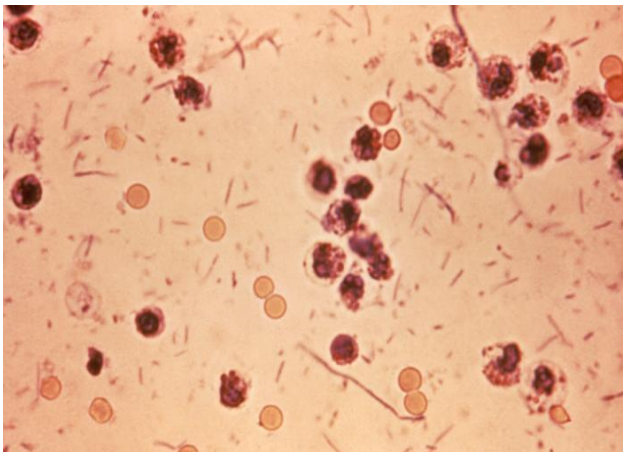
شیگلا دیسانتریه به دلیل ویژگی‌هایی مانند انتقال آسان، نیاز به دوز عفونی کم، تولید سم قوی و مقاومت آنتی‌بیوتیکی، یک عامل بیولوژیکی خطرناک محسوب می‌شود که می‌تواند در مدت‌زمان کوتاه باعث شیوع

---

1 Shigella dysenteriae
2 Enterobacteriaceae
3 Shiga toxin

گسترده بیماری شود. بنابراین، بهداشت عمومی، نظارت دقیق و کنترل سریع شیوع از مهم‌ترین راهکارهای مقابله با این تهدید هستند. در طول جنگ جهانی دوم، ژاپن برنامه‌های تحقیقاتی برای استفاده از شیگلا و سایر عوامل بیولوژیکی به‌عنوان سلاح داشت. واحد ۷۳۱ ژاپن آزمایش‌هایی را روی انسان‌ها انجام داد که شامل شیگلا نیز می‌شد. همچنین در دوران جنگ سرد، اتحاد جماهیر شوروی و ایالات متحده تحقیقاتی را در مورد استفاده از عوامل بیولوژیکی، از جمله شیگلا، انجام دادند. اگرچه شواهد مستقیمی از استفاده عملی از شیگلا در حملات بیوتروریسم وجود ندارد، اما این باکتری به‌عنوان یک گزینه بالقوه در نظر گرفته میشود. این باکتری می‌تواند به‌طور عمدی منابع آب و غذا را آلوده کند و از طریق انتقال فردبه‌فرد، به‌ویژه در مناطق شلوغ مانند اردوگاه‌های پناهجویان، زندان‌ها و مدارس، شیوع گسترده‌ای ایجاد کند. مرگ‌ومیر بالا در کودکان و سالمندان نیز می‌تواند باعث ایجاد وحشت عمومی شود.





شکل ۲-۱۴: نمای شماتیک دستگاه گوارش بیمار مبتلا به مسمومیت شیگلایی (راست) و تصویر باکتری شیگلا (چپ).

اشریشیاکلی[1] (عامل مسمومیت غذایی ا-کلای)

اشریشیا کلی یک باکتری گرم منفی، میله‌ای شکل و متحرک از خانواده انتروباکتریاسه است که به‌طور طبیعی در روده انسان و حیوانات زندگی می‌کند. برخی سویه‌های آن بیماری‌زا بوده و می‌توانند موجب مسمومیت غذایی شدید، نارسایی کلیه و حتی مرگ شوند (شکل ۲-۱۵). این سویه‌های بیماری‌زا به چند دسته تقسیم می‌شوند که هرکدام ویژگی‌ها و علائم خاص خود را دارند.

اشریشیا کلی انتروهموراژیک به‌ویژه سروتیپ معروف E.coli-O157:H7 یکی از خطرناک‌ترین گونه‌هاست که با تولید شیگاتوکسین باعث اسهال خونی شدید، نارسایی کلیه و سندرم همولیتیک اورمیک می‌شود. این

1 Escherichia coli

باکتری می‌تواند به‌راحتی از طریق مواد غذایی و آب آلوده منتقل شود و حتی با دوز عفونی کم (کمتر از ۱۰۰ باکتری) افراد را آلوده کند. اشریشیا کلی انتروتوکسی‌ژنیک نیز یکی دیگر از گونه‌های مهم است که با تولید توکسین‌های گرماپایدار و گرما ناپایدار، باعث اسهال شدید آبکی و به‌ویژه اسهال مسافرتی می‌شود. این گونه اغلب در کمپ‌های پناهجویان و بین نظامی‌ها شیوع پیدا می‌کند. اشریشیا کلی انتروپاتوژنیک نیز عامل اسهال مزمن در نوزادان و کودکان خردسال است و معمولاً از طریق تماس فردی یا آب آلوده منتقل می‌شود. اشریشیا کلی انتروایواسیو نیز علائمی مشابه شیگلا دیسانتریه ایجاد می‌کند و باعث اسهال خونی شدید و التهاب روده می‌شود. در نهایت، اشریشیا کلی انتروآگرگاتیو می‌تواند باعث اسهال طولانی‌مدت، به‌ویژه در افراد دارای نقص ایمنی شود. اشریشیا کلی به دلیل ویژگی‌هایی مانند انتقال آسان از طریق آب و غذا، توانایی ایجاد نارسایی کلیه و مرگ (به‌ویژه در سالمندان وکودکان)، مقاومت برخی سویه‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها و پتانسیل مهندسی ژنتیکی برای افزایش سمیت، می‌تواند به عنوان یک عامل بیوتروریسم مورد استفاده قرارگیرد. علائم عفونت با اشریشیا کلی بیماری‌زا شامل اسهال آبکی یا خونی شدید، استفراغ، تهوع، کرامپ شکمی و تب خفیف تا متوسط است. درموارد شدید، مانند عفونت با اشرشیاکلی مولد انتروهموراژیک، ممکن است نارسایی کلیوی، کم‌خونی همولیتیک و تخریب پلاکت‌ها رخ دهد. دوره کمون این عفونت معمولاً ۱ تا ۱۰ روز است.

برای پیشگیری و کنترل شیوع اشریشیا کلی، رعایت بهداشت مواد غذایی و منابع آب (مانند پخت کامل گوشت و شستن سبزیجات)، شستن دست‌ها برای جلوگیری از انتقال فردبه‌فرد، شناسایی سریع موارد آلوده و قرنطینه بیماران ضروری است. در عفونت‌های ناشی از اشرشیاکلی مولد انتروهموراژیک، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها توصیه نمی‌شود، زیرا ممکن است تولید شیگاتوکسین را افزایش دهد. درمان کم‌آبی بدن با استفاده از محلول‌های ORS یا محلول نمکی خوراکی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. اشریشیا کلی انتروهموراژیک و سایر سویه‌های بیماری‌زا به دلیل انتقال آسان، سمیت بالا و توانایی ایجاد بحران‌های بهداشتی شدید، می‌توانند در بیوتروریسم استفاده شوند. بنابراین، تقویت بهداشت عمومی، کنترل مواد غذایی و تحقیقات روی واکسن و روش‌های درمانی جدید برای مقابله با این تهدیدات ضروری است.



شکل ۲-۱۵: بیمار مبتلا به مسمومیت غذایی ناشی از ا.کلی (راست) و تصویر باکتری اشریشیاکلی (چپ).

ریکتزیا پرووازکی[1](عامل تیفوس اپیدمیک[2])

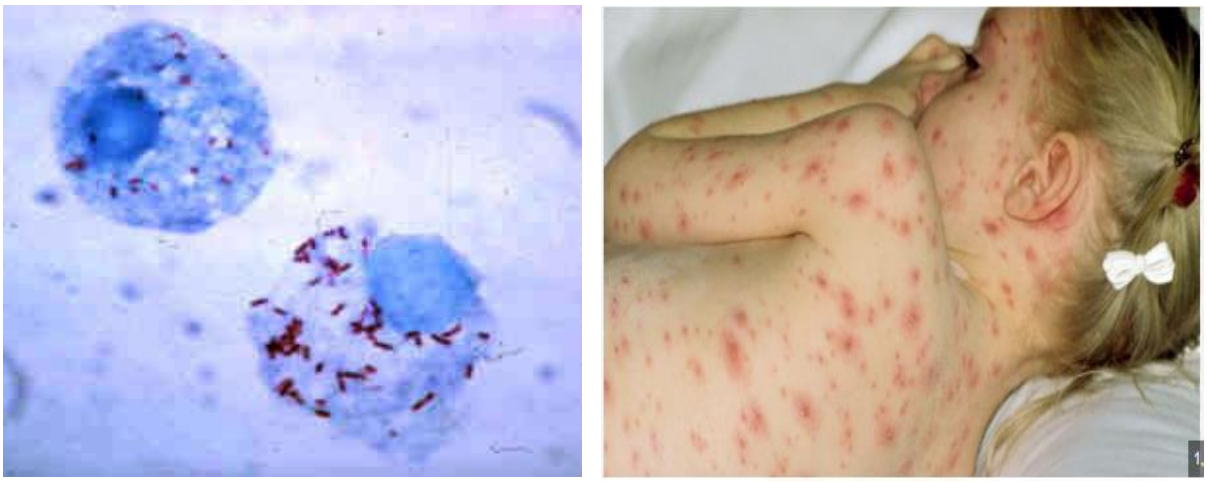
ریکتزیا پرووازکی یک باکتری گرم‌منفی، داخل سلولی اجباری و کوکوباسیل (شکل میله‌ای کوتاه) است. این باکتری متعلق به خانواده ریکتزیاسه[3] است. ریکتزیا پرووازکی به دلیل توانایی ایجاد بیماری شدید و مرگ‌ومیر بالا، به عنوان یک عامل بالقوه در بیوتروریسم نیز شناخته می‌شود. این باکتری می‌تواند به صورت آئروسل منتشر شود و در صورت استفاده مخرب، باعث شیوع گسترده و تلفات قابل توجهی گردد (شکل ۲-۱۶). بنابراین، این عامل در دسته عوامل بیولوژیکی خطرناک طبقه‌بندی شده و نیازمند نظارت و کنترل دقیق است.

ریکتزیا پرووازکی عامل تیفوس اپیدمیک است؛ یک عفونت باکتریایی خطرناک که توسط شپش بدن انسان منتقل می‌شود. شپش‌های آلوده با گزش فرد بیمار، باکتری را دریافت کرده و با گزش فرد سالم، آن را منتقل می‌کنند. انتقال همچنین از طریق تماس با مدفوع شپش یا استنشاق ذرات آلوده نیز ممکن است صورت پذیرد. علائم بیماری شامل تب بالا، سردرد شدید، درد عضلانی، بثورات پوستی، تهوع و در موارد شدید، نارسایی اندام‌ها یا مرگ است.

آگاهی، پیشگیری و اقدامات کنترلی مناسب برای مقابله با این بیماری ضروری است. برای پیشگیری، کنترل شپش‌ها با رعایت بهداشت شخصی، شست‌وشوی منظم لباس‌ها و استفاده از حشره‌کش‌ها اهمیت دارد. در شرایط اپیدمی، بهبود بهداشت محیط و قرنطینه افراد آلوده نیز ضرورت دارد. واکسن تیفوس اپیدمیک در گذشته وجود داشت، اما امروزه به طور گسترده در دسترس نیست.

1 Rickettsia prowazekii
2 Epidemic Typhus
3 Rickettsiaceae

درمان اصلی این بیماری استفاده از آنتی‌بیوتیک‌هایی مانند داکسی‌سایکلین یا کلرامفنیکل است و درمان سریع برای جلوگیری از عوارض کشنده ضروری است. تیفوس اپیدمیک بیشتر در شرایطی شیوع می‌یابد که بهداشت عمومی ضعیف است یا جمعیت‌های پرتراکم وجود دارند مانند اردوگاه‌های پناهندگان یا زندان‌ها.



شکل ۲-۱۶: بیمار مبتلا به تیفوس اپیدمیک (راست) و تصویر باکتری ریکتزیا پرووازکی (چپ).

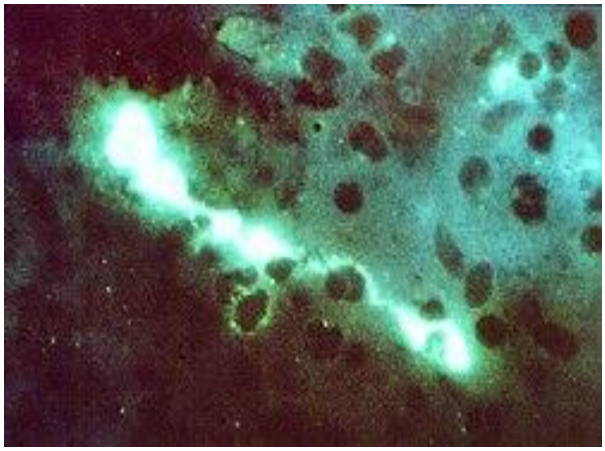
کلامیدیا پسیتاسی[1] (عامل پسیتاکوز[2])

کلامیدیا پسیتاسی یک باکتری داخل سلولی اجباری و گرم‌منفی است که عامل بیماری پسیتاکوز یا طوطی‌بیماری[3]، محسوب می‌شود. این باکتری عمدتاً پرندگان را مبتلا می‌کند اما می‌تواند به انسان نیز منتقل شود و باعث عفونت تنفسی شدید گردد (شکل ۲-۱۷). کلامیدیا پسیتاسی متعلق به خانواده کلامیدیاسه[4] است و شکل آن به صورت کوکوباسیل (میله‌ای کوتاه) است. این باکتری برای تکثیر و بقا باید داخل سلول‌های میزبان زندگی کند و نمی‌تواند به‌تنهایی در محیط خارج از سلول زنده بماند. کلامیدیا پسیتاسی به دلیل توانایی ایجاد بیماری شدید تنفسی و پتانسیل انتشار از طریق آئروسل (ذرات معلق در هوا)، به عنوان یک عامل بالقوه در بیوتروریسم نیز مورد توجه قرار گرفته است. این باکتری می‌تواند در صورت استفاده مخرب، باعث شیوع گسترده و ایجاد ترس و اختلال در جامعه شود. با این حال، در مقایسه با برخی عوامل بیولوژیک دیگر (مانند سیاه زخم یا آبله)، خطر آن کمتر است. پسیتاکوز در انسان معمولاً با علائمی شبیه آنفولانزا شروع می‌شود، از

1 Chlamydia psittaci
2 Psittacosis
3 Ornithosis
4 Chlamydiaceae

جمله تب و لرز، سردرد، درد عضلانی، سرفه خشک و تنگی نفس. در موارد شدید، ممکن است منجر به ذات‌الریه، نارسایی تنفسی یا حتی مرگ شود. درمان اصلی این بیماری استفاده از آنتی‌بیوتیک‌هایی تتراسایکلین یاداکسی‌سایکلین است. در مواردی که این داروها قابل استفاده نیستند، ماکرولیدها (مانند اریترومایسین) جایگزین مناسبی هستند. درمان به موقع برای جلوگیری از عوارض شدید و مرگ ضروری است.





شکل ۲-۱۷: تصویر رادیوگرافی ریه بیمار مبتلا به پسیتاکوز (راست) و تصویر باکتری کلامیدیا پسیتاسی (چپ).

برای پیشگیری از پسیتاکوز، اجتناب از تماس با پرندگان آلوده (به ویژه پرندگان خانگی مانند طوطی، قناری و کبوتر) و رعایت بهداشت شخصی (مانند شست‌وشوی دست‌ها پس از تماس با پرندگان یا محیط‌های آلوده) بسیار مهم است. در محیط‌های پرخطر، مانند مرغداری‌ها یا فروشگاه‌های حیوانات خانگی، استفاده از تجهیزات محافظتی مانند ماسک و دستکش توصیه می‌شود. همچنین، قرنطینه پرندگان جدید قبل از ورود به جمعیت دیگر و ضدعفونی قفس‌ها و محیط‌های نگهداری پرندگان نیز از راه‌های مؤثر پیشگیری از این بیماری هستند.

جدول ۲-۲: خلاصه دسته بندی عوامل زیستی گروه B و روش های پیشگیری و کنترل آن در محیط صنعتی.

نام بیماری/ عامل	عامل بیماری	راه احتمالی ورود به بدن	علائم	راهکار پیشگیری و کنترل صنعت نفت
تب کیو (Coxiella burnetii)	باکتری داخل سلولی اجباری	استنشاق ذرات گرد و غبار آلوده از حیوانات یا خاک، تماس با حیوانات اهلی در مناطق اطراف تأسیسات	تب، تعریق شبانه، درد عضلانی، ذات‌الریه خفیف یا مزمن	کنترل حیوانات اطراف، تهویه مناسب، استفاده از ماسک در محیط‌های باز و غبارآلود، آموزش کارکنان
بروسلوز (Brucella)	باکتری گرم منفی	مصرف لبنیات غیرپاستوریزه، تماس با ترشحات حیوانی آلوده یا بافت‌ها در محیطهای روستایی یا صنعتی	تب موجدار، درد مفاصل، خستگی مزمن، تعریق شبانه	مصرف غذای پاستوریزه، استفاده از دستکش و لباس محافظ، پایش دام و محیط اطراف تأسیسات
مشمشه (Burkholderia mallei)	باکتری گرم منفی، بیماری حیوانی قابل انتقال به انسان	تماس با اسبها یا قاطرهای آلوده، استنشاق ترشحات یا آئروسل آلوده در محیط کار	زخمهای پوستی، تب، درگیری تنفسی شدید، سپسیس	ضدعفونی ابزار و وسایل، اجتناب از تماس با حیوانات مشکوک، استفاده از PPE کامل، گزارش فوری موارد مشکوک
قانقاریا (Clostridium perfringens)	باکتری بیهوازی تولیدکننده سم	آلودگی زخمها یا جراحات باز در محیط صنعتی آلوده به خاک یا نفت	تورم و درد محل زخم، تغییر رنگ بافت، بوی تعفن، تب و شوک	ضدعفونی سریع زخمها، رعایت بهداشت فردی، استفاده از دستکش و چکمه ایمنی، درمان فوری جراحات
مسمومیت غذایی با انتروتوکسین B و آلفا ویروسها	سم باکتریایی / ویروس RNA دار	مصرف غذای آلوده در سلف یا کمپ کارکنان، نگهداری نادرست مواد غذایی	تهوع، استفراغ، اسهال، تب خفیف، ضعف عمومی	حفظ زنجیره سرد مواد غذایی، نظارت بهداشتی آشپزخانه‌ها، آموزش کارکنان تغذیه
وبا (Vibrio cholerae)	باکتری گرم منفی (انتقال از راه آب و غذا)	مصرف آب آشامیدنی آلوده یا شستوشوی ظروف با آب آلوده در کمپ‌ها	اسهال شدید آبکی، دهیدراسیون سریع، افت فشار خون	کلرزنی منظم آب، کنترل منابع آب، رعایت بهداشت فردی و شستوشوی دست‌ها
سالمونلا (Salmonella spp.)	باکتری گرم منفی	غذای آلوده به تخممرغ، گوشت یا مرغ آلوده در کمپ‌ها	تب، درد شکمی، اسهال، تهوع	پخت کامل غذا، شستوشوی دستها، کنترل مواد غذایی ورودی
شیگلوزیس (Shigella dysenteriae)	باکتری گرم منفی	انتقال از راه آب و غذای آلوده یا تماس فردی در محیط‌های پرجمعیت	اسهال خونی، تب، درد شکمی، دهیدراسیون	بهداشت دست‌ها، ضدعفونی سرویسها، کنترل غذا و آب کمپ‌ها
مسمومیت غذایی اشرشیاکلی (Escherichia coli)	باکتری گرم منفی	غذای خام یا نیم‌پز، آب آلوده، تماس دست آلوده با غذا	اسهال، کرامپ شکمی، تهوع، در برخی موارد نارسایی کلیوی	پخت کامل مواد غذایی، بهداشت فردی، آموزش کارکنان پخت و توزیع
تیفوس اپیدمیک (Rickettsia prowazekii)	باکتری داخل سلولی منتقل‌شونده توسط شپش	تجمع کارکنان در کمپ‌ها با شرایط غیربهداشتی، تماس با لباس یا وسایل آلوده به شپش	تب شدید، سردرد، بثورات پوستی، منگی	بهداشت شخصی، شستوشوی لباس‌ها، کنترل حشرات بدن، تهویه و حمام منظم
پسیتاکوز (Chlamydia psittaci)	باکتری داخل سلولی اجباری	تماس با پرندگان یا فضولات آنها در محیط یا اطراف تأسیسات	تب، سردرد، سرفه خشک، علائم شبیه ذات الریه	پرهیز از تماس با پرندگان مشکوک، استفاده از ماسک در محیط آلوده، ضدعفونی سطوح

گروه C: عوامل تهدیدات زیستی با پتانسیل بالا برای ایجاد شیوع‌های وسیع و کشنده

اعضای این گروه به‌طور کلی خطرناک‌ترین عوامل زیستی هستند که می‌توانند تهدیدات جدی و گسترده‌ای برای سلامت عمومی ایجاد کنند (عوامل نوظهور و بالقوه خطرناک). این عوامل معمولاً به راحتی قابل تولید و در مقیاس وسیع منتشر می‌شوند. قابلیت این عوامل در ایجاد اپیدمی‌های سریع و وسیع باعث می‌شود که کنترل و پیشگیری از شیوع آن‌ها دشوار باشد. عوامل این گروه می‌توانند به سرعت در جمعیت‌های انسانی گسترش یابند و منجر به شیوع‌های جهانی یا فراگیر شوند. این عوامل معمولاً قادر به ایجاد بیماری‌های شدید و تهدیدکننده زندگی در تعداد زیادی از افراد هستند و معمولاً نرخ مرگ‌ومیر بالایی دارند. در صورت ابتلا به این بیماری‌ها، بدون درمان مناسب یا مداخلات بهداشتی فوری،بیماران می‌توانند به سرعت جان خود را از دست دهند. این عوامل می‌توانند تاثیرات مخربی بر زیرساخت های بهداشتی و اقتصادی داشته باشند و در نهایت ممکن است سبب از هم‌پاشیدگی این سیستم ها گردند.

مایکوباکتریوم توبرکولوزیس [1](عامل بیماری سل)

مایکوباکتریوم توبرکلوزیس که به "باسیل کخ[2]" هم مشهور است گونه‌ای بیماری‌زا از جنس مایکوباکتریوم است (شکل ۲-۱۸). این باکتری عامل بیماری سل است. مایکوباکتریوم توبرکلوزیس دارای یک پوشش مومی غیرمعمول روی سطح سلول خود است که عمدتاً به دلیل وجود اسیدمایکولیک است. این پوشش باعث می‌شود سلول‌ها در برابر رنگ‌آمیزی نفوذناپذیر باشند و در نتیجه، مایکوباکتریوم توبرکلوزیس می‌تواند به صورت گرم مثبت ضعیف ظاهر شود.

فیزیولوژی مایکوباکتریوم توبرکلوزیس بسیار هوازی است و به سطوح بالای اکسیژن نیاز دارد. این باکتری که در درجه اول یک پاتوژن سیستم تنفسی پستانداران است، ریه‌ها را آلوده می‌کند. رایج‌ترین روش‌های تشخیصی برای سل، آزمایش پوستی توبرکولین، رنگ‌آمیزی اسید-فاست، کشت و واکنش زنجیره‌ای پلیمراز است. علائم سل مقاوم به دارو شامل سرفه مزمن (بیش از ۳ هفته، گاهی همراه با خون)،کاهش وزن شدید، تعریق شبانه و تب، ضعف و خستگی مفرط و تنگی نفس در مراحل پیشرفته می باشد. بطور کلی سل مقاوم به چنددارویی اغلب در بیمارانی دیده می‌شود که درمان ناقص سل داشته‌اند یا در تماس با بیماران مقاوم به دارو بوده‌اند. در حالی که درمان این بیماری معمولاً با داروی ضد سل امکان‌پذیر است، برخی از سویه‌ها به داروهای اصلی درمانی مقاوم شده‌اند که آن را به یک تهدید جدی تبدیل می‌کند. سل مقاوم به چند دارو به سویه‌هایی از

1 Mycobacterium tuberculosis
2 Koch's bacillus

مایکوباکتریوم توبرکلوزیس گفته می‌شود که حداقل به دو داروی اصلی درمان سل یعنی ایزونیازید[1] و ریفامپین[2] مقاوم شده‌اند.

سل مقاوم به چنددارویی دارای ویژگی‌هایی می باشد که این ویژگی‌ها می‌تواندآن را بعنوان یک عامل بیوتروریسمی معرفی کند. سل از طریق ذرات ریز معلق در هوا منتقل می‌شود و فقط تنفس در یک محیط آلوده برای ابتلا کافی است. نیاز به درمان طولانی‌تر و داروهای گران‌قیمت‌تر دارد و درمان آن دشوارتر است. نرخ مرگ‌ومیر سل مقاوم به چنددارویی و سل به شدت مقاوم به دارو به مراتب بالاتر از سل معمولی است. انتشار عمدی سل مقاوم به چنددارویی در یک منطقه می‌تواند باعث بحران سلامت عمومی و اختلال اجتماعی شود و حتی توانایی آلوده‌سازی شهرهای پرجمعیت و ایجاد بحران جهانی را دارد. یک فرد آلوده می‌تواند ماه‌ها تا سال‌ها بدون علامت باشد و بیماری را به دیگران منتقل کند. بطور کلی مایکوباکتریوم توبرکلوزیس مقاوم به چند دارو می‌تواند یک تهدید بالقوه در بیوتروریسم باشد، زیرا انتقال آن آسان، درمان آن سخت، دوره نهفته طولانی و نرخ مرگ‌ومیر بالایی دارد.

پیشگیری از شیوع و مقابله با این بیماری نیازمند استراتژی‌های قوی تشخیص، درمان و کنترل عفونت است تا از تبدیل شدن آن به یک بحران جهانی جلوگیری شود. برای این منظور شناسایی سریع و قرنطینه بیماران آلوده، افزایش غربالگری و تست‌های تشخیصی واکنش زنجیره‌ای پلیمراز، کشت مولکولی، تکمیل درمان در بیماران مبتلا به سل معمولی برای جلوگیری از مقاومت دارویی، بهبود شرایط تهویه و ماسک‌های N95 برای کاهش انتقال هوایی و استفاده از داروهای نسل جدید مانند بداکویلین[3] و دلامانید[4] برای پیشگیری و مقابله با سل مقاوم به دارو در حملات بیولوژیکی موثر می باشد.

[1] Isoniazid
[2] Rifampin
[3] Bedaquiline
[4] Delamanid



شکل ۲-۱۸: تصویر رادیوگرافی ریه بیمار مبتلا به سل مقاوم (راست) و تصویر باکتری مایکوباکتریوم توبرکولوزیس (چپ).

ویروس های مولد آنسفالیت منتقله از طریق کنه (عامل آنسفالیت های کنه ای)[1]

آنسفالیت منتقله از طریق کنه گروهی از بیماری‌های ویروسی است که توسط ویروس‌های خانواده فلاویویریده[2] ایجاد می‌شوند (شکل ۲-۱۹). این ویروس‌ها می‌توانند باعث التهاب مغز (آنسفالیت)، منتژیت و آسیب‌های عصبی شدید شوند. دلایل نگرانی از بکارگیری ویروس‌های آنسفالیت کنه‌ای در بیوتروریسم شامل انتقال آسان آن از طریق کنه و حیوانات آلوده، عدم وجود درمان خاص (فقط مراقبت حمایتی)، نرخ مرگ‌ومیر بالا و عوارض عصبی دائمی، احتمال انتشار عمدی از طریق آزادسازی کنه‌های آلوده در محیط و استفاده بالقوه در برنامه‌های تسلیحات بیولوژیکی شوروی سابق و سایر کشورها می باشد. انواع ویروس‌های اصلی عامل آنسفالیت کنه‌ای به شرح زیر می باشند.

۱-ویروس آنسفالیت منتقله از طریق کنه[3]: انتقال این نوع ویروس از طریق نیش کنه‌های آلوده (ایکسودس رسینوس، ایکسودس پرسولاکتوس)[4] وگاهی مصرف شیر آلوده می باشد. این بیماری شایع‌ترین عامل آنسفالیت کنه‌ای در اروپا و آسیا می باشد که دارای سه زیرگونه اصلی شامل ویروس آنسفالیت کنه ای اروپایی با شدت متوسط و مرگ‌ومیر ۱ الی ۲ درصد، ویروس آنسفالیت کنه ای سیبریایی با شدت بالا و مرگ‌ومیر ۶ الی ۸

1 Tick-borne rncephalitis
2 Flaviviridae
3 Tick-borne encephalitis virus
4 Ixodes ricinus, Ixodes persulcatus

درصد و ویروس آنسفالیت کنه ای خاور دور که شدیدترین نوع آن است و دارای مرگ‌ومیر به میزان ۲۰ الی ۴۰ درصد، می باشد.

۲-ویروس پاومیلو[1]: این نوع ویروس بومی آمریکای شمالی می باشد که ایجاد آنسفالیت کشنده (ایجاد مرگ‌ومیر ۱۰ درصد و آسیب عصبی ۵۰ درصد) می کند. انتقال این نوع ویروس، سریع و از طریق کنه‌های جنس ایکسودس می‌باشد و فقط ۱۵ دقیقه بعد از گزش منتقل می گردد.

۳-ویروس کلرادو تیک فیور[2]: بومی ایالات متحده و کانادا می باشد. علائم آن شبیه به آنفلوانزا همراه با عوارض نادر عصبی می باشد و انتقال آن از طریق کنه درماسنتور آندرسونی[3] انجام می شود.

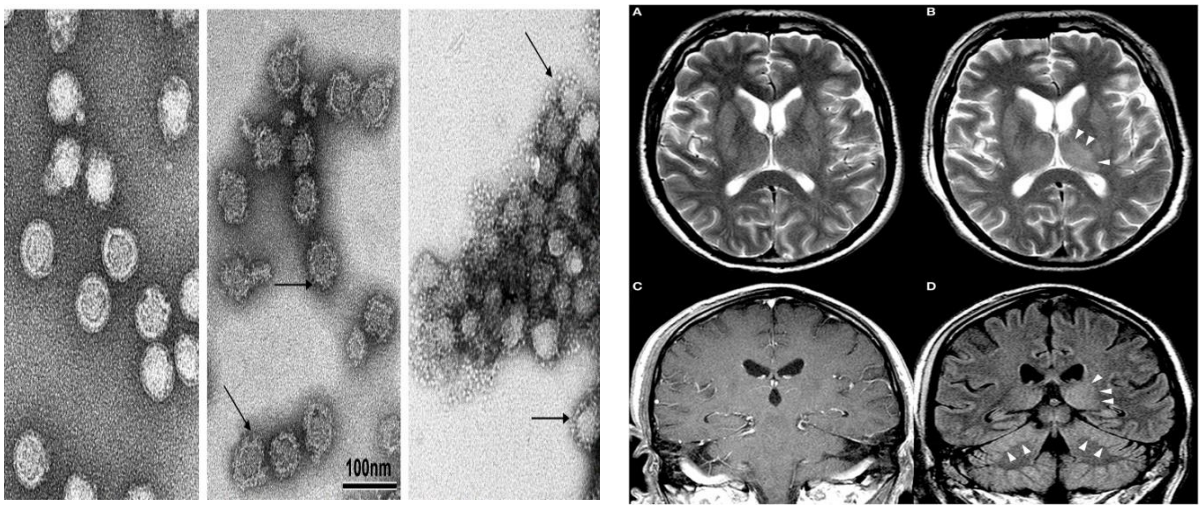
۴-ویروس کیاسانور فارست[4]: شایع در هند و جنوب آسیا است. مرگ‌ومیر آن ۳ الی ۵ درصد، اما دارای عوارض عصبی شدید می باشد. انتقال آن از طریق کنه هیمفیسالیس اسپینیجرا [5] انجام می شود.

۵-ویروس اوماسک آنسفالیت[6]: بومی روسیه و سیبری است. ایجاد آنسفالیت همراه با خونریزی می‌کند (مشابه ابولا). قابلیت انتشار از طریق کنه، آب آلوده و جوندگان را دارد. از این ویروس‌ها، ویروس‌های دارای بیشترین پتانسیل بیوتروریستی شامل ویروس آنسفالیت منتقله از طریق کنه خاور دور (مرگ‌ومیر ۲۰-۴۰درصد)، ویروس پاومیلو (ایجاد آسیب مغزی شدید) و ویروس اوماسک آنسفالیت (ترکیب آنسفالیت و تب خونریزی‌دهنده) می‌باشند و بیشترین اهمیت را از این نظر دارا هستند.

سیر بالینی بیماری اغلب به‌صورت دومرحله‌ای بروز می‌کند. در مرحله نخست، موسوم به مرحله شبه‌آنفلوانزا، علائم غیراختصاصی شامل تب، سردرد، خستگی، بی‌حالی، دردهای عضلانی، کاهش اشتها، تهوع و گاهی استفراغ ظاهر می‌شوند. این مرحله معمولاً چند روز طول می‌کشد و ممکن است پس از یک دوره بهبودی نسبی یا بدون علامت، مرحله دوم بیماری آغاز شود. در این مرحله، درگیری دستگاه عصبی مرکزی می‌تواند به‌صورت منتژیت یا التهاب پرده‌های مغز و نخاع، آنسفالیت یا التهاب بافت مغز، منگوآنسفالیت یا منگوآنسفالومیلیت بروز کند و با علائمی نظیر سردرد شدید، سفتی گردن، حساسیت به نور، اختلال سطح هوشیاری، گیجی، لرزش، اختلال تعادل، تشنج و ضعف یا فلج اندام‌ها همراه باشد. در موارد شدید، به‌ویژه در صورت درگیری ساقه مغز، احتمال بروز اختلالات تنفسی و عوارض عصبی پایدار یا مرگ وجود دارد؛ با این‌حال، شدت بیماری و پیامدهای آن به عواملی مانند زیرگونه ویروس و سن بیمار بستگی دارد. دوره کمون

1 Powassan virus
2 Colorado tick fever virus
3 Dermacentor andersoni
4 Kyasanur forest disease virus
5 Haemaphysalis spinigera
6 Omsk hemorrhagic fever virus

این بیماری ۴ تا ۱۴ روز بعد از گزش کنه می باشد. پیشگیری و مقابله با انتشار بیولوژیکی ویروس‌های اصلی عامل آنسفالیت کنه‌ای شامل واکسیناسیون (برای ویروس های آنسفالیت منتقله از طریق کنه و ویروس کلرادو تیک فیور)، استفاده از دافع حشرات و لباس‌های محافظ در مناطق آلوده، کنترل جمعیت کنه‌ها در محیط‌های طبیعی، نظارت دقیق برشیوع ناگهانی بیماری در مناطق غیرمعمول، ایجاد سیستم‌های هشدار سریع برای تشخیص تهدیدات بیولوژیکی می باشد.



شکل ۲-۱۹: تصویر رادیوگرافی سر بیمار مبتلا به آنسفالیت (راست) و تصویر ویروس‌های مولد آنسفالیت کنه ای (چپ).

ویروس مولد تب زرد[1] (عامل تب زرد)

ویروس تب زرد یکی دیگر از ویروس‌های خانواده فلاویویریده و عامل بیماری تب زرد است (شکل ۲-۲۰). این بیماری یک تب خونریزی‌دهنده ویروسی شدید است که توسط پشه‌های آلوده آئدس[2]، هیماگوگوس[3] و سابایتس[4] منتقل می‌شود. انتقال آن از طریق نیش پشه‌های آلوده و چرخه جنگلی (بین میمون‌ها و پشه‌ها) و چرخه شهری (بین انسان‌ها و پشه‌ها) صورت می‌پذیرد. مناطق بومی این بیماری شامل آفریقا، آمریکای جنوبی، مرکزی و کارائیب می باشد و نرخ مرگ‌ومیر آن در موارد شدید به ۵۰-۲۰ درصد می رسد.

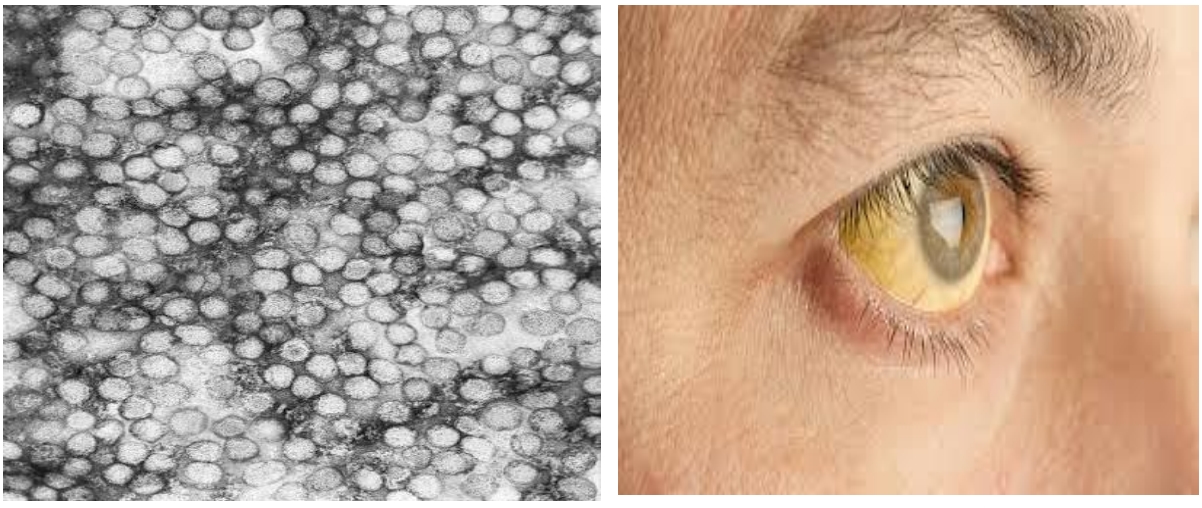
پس از دوره کمون معمولاً ۳ تا ۶ روزه، بیماری با شروع ناگهانی تب، سردرد، لرز، دردهای عضلانی به‌ویژه در ناحیه کمر، ضعف، تهوع و استفراغ ظاهر می‌شود. در بیشتر بیماران، علائم اولیه طی چند روز فروکش می‌کند؛ بااین‌حال، حدود ۱۵درصد از مبتلایان وارد مرحله شدید بیماری، موسوم به فاز سمی می‌شوند که پس ازیک

1 Yellow fever virus
2 Aedes
3 Haemagogus
4 Sabites

دوره بهبودی موقت بروز می‌کند و با تب مجدد، یرقان ناشی از آسیب کبدی، اختلال عملکرد کلیه، درد شکمی و تظاهرات خونریزی‌دهنده، از جمله خونریزی از دهان، بینی و دستگاه گوارش همراه است. در موارد پیشرفته، بروز شوک، اختلالات انعقادی و نارسایی چندعضوی می‌تواند به پیامدهای مرگبار منجر شود.

واکسیناسیون گسترده با اثربخشی ایمنی‌زایی نزدیک به ۹۹ درصد و ایجاد ایمنی طولانی‌مدت وهمچنین کنترل ناقلین یعنی پشه‌ها از طریق سم‌پاشی و حذف آب‌های راکد، استفاده از لباس‌های پوشیده و مواد دافع حشرات در مناطق آلوده و پایش اپیدمی‌های ناگهانی در مناطق غیربومی، از مهم‌ترین راهکارها برای پیشگیری از گسترش این ویروس ها هستند.

ویروس تب زرد به علت انتقال آسان از طریق پشه‌ها و قابلیت ایجاد اپیدمی در مناطق گرمسیری، نرخ مرگ‌ومیر بالا (تا۵۰ درصد در موارد شدید)، عدم وجود درمان خاص (فقط مراقبت حمایتی) و توانایی انتشار در مناطق شهری از طریق پشه‌های آئدس اجیپتی[1] می تواند بعنوان یک تهدید بالقوه بیولوژیکی در بیوتروریسم مطرح گردد. ویروس تب زرد یکی از عوامل بالقوه بیوتروریسم و جنگ‌های بیولوژیکی محسوب می‌شود. سناریوهای حمله بیولوژیکی از طریق این عامل شامل انتشار عمدی پشه‌های آلوده در مناطق پرجمعیت، آلوده‌سازی منابع آب با ویروس زنده برای انتقال غیرمستقیم واستفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک برای افزایش مقاومت ویروس می‌باشد.



شکل ۲-۲۰: تصویر چشم بیمار مبتلا به تب زرد (راست) و تصویر ویروس های مولد تب زرد (چپ).

1 Aedes aegypti

ویروس نیپا[1] (عامل بیماری نیپا)

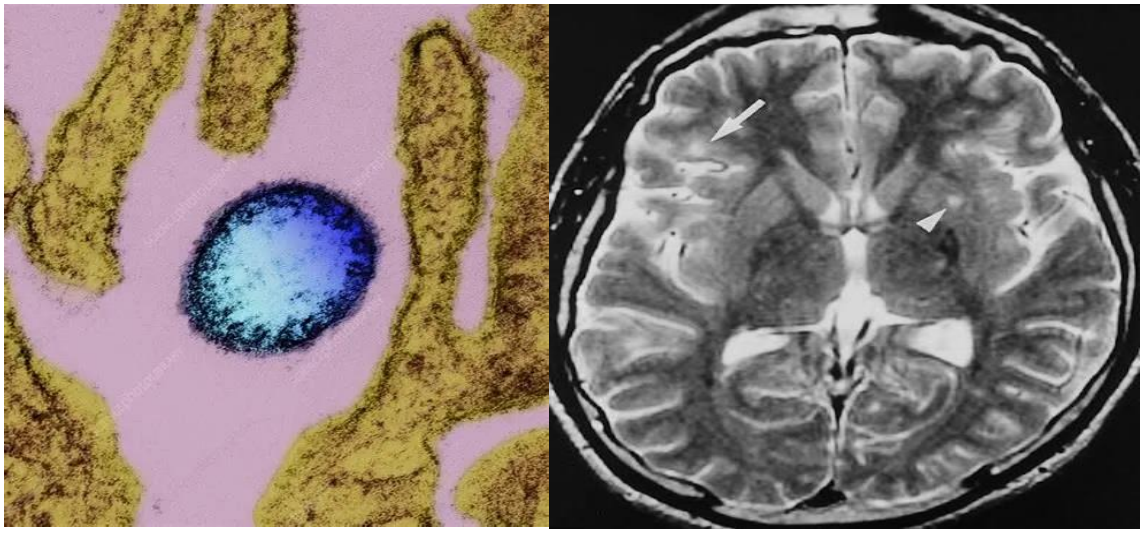
ویروس نیپا یک پاتوژن مشترک بین انسان و حیوان از خانواده پارامیکسوویریده[2] و جنس هنیپاویروس[3] است. به‌دلیل نرخ مرگ‌ومیر بالا، قابلیت انتقال از حیوان به انسان و انتقال انسان‌به‌انسان، به‌ویژه در شرایط تماس نزدیک، نبود واکسن تأییدشده و درمان اختصاصی، و احتمال ایجاد بحران‌های بهداشتی و نگرانی عمومی، ویروس نیپا را به‌عنوان یک عامل بالقوه تهدیدکننده در حوزه امنیت زیستی و بیوتروریسم مطرح می کند. خفاش‌های میوه‌خوار[4] مخزن اصلی این بیماری هستند. روش انتقال آن از طریق تماس مستقیم با ترشحات بدن حیوانات آلوده (خفاش، خوک، دام)، مصرف میوه‌ها و مواد غذایی آلوده به بزاق یا ادرار خفاش است و انتقال انسان به انسان از طریق قطرات تنفسی و مایعات بدن انجام می گیرد. دوره کمون بیماری ۴ تا ۱۴ روز ودر برخی موارد تا ۴۵ روز می باشد. نرخ مرگ‌ومیر ۴۰ تا ۷۵ درصد (بسته به شدت شیوع) و مناطق بومی آن شامل کشورهای جنوب و جنوب شرق آسیا (بنگلادش، هند، مالزی) هستند.

علائم بیماری ویروس نیپا در مرحله اولیه شامل تب، سردرد، دردهای عضلانی، تهوع، استفراغ و ضعف عمومی است. در موارد پیش‌رونده، بیماری ممکن است با درگیری دستگاه عصبی مرکزی و بروز آنسفالیت (التهاب مغز)، گیجی، اختلال سطح هوشیاری، تشنج و در موارد شدید، کما همراه باشد (شکل ۲-۲۱). همچنین، برخی بیماران دچار عوارض تنفسی، از جمله ذات‌الریه شدید و نارسایی تنفسی می‌شوند. در موارد شدید، بیماری می‌تواند طی چند روز به وخامت بالینی و مرگ منجر شود. افزون بر این، برخی از بیماران بهبودیافته ممکن است با عوارض عصبی پایدار مواجه شوند و در موارد نادر، عود آنسفالیت نیز گزارش شده است.

سناریوهای احتمالی بیوتروریستی استفاده از این ویروس شامل انتشار عمدی نیپا در مناطق پرتراکم مانند بازارها، فرودگاه‌ها، بیمارستان‌ها، آلوده‌سازی منابع غذایی و نوشیدنی‌ها مثل آبمیوه‌ها و خرما در مناطق بومی، انتشار ویروس از طریق ناقلان طبیعی مانند رهاسازی حیوانات آلوده در مناطق هدف می باشد. پیشگیری و مقابله با شیوع ویروس نیپا عمدتاً شامل کنترل تماس انسان با خفاش‌ها و حیوانات آلوده، پرهیز از مصرف میوه‌های آلوده خصوصاً خرمای آلوده به بزاق یا ادرار خفاش، قرنطینه سریع بیماران و استفاده از ماسک‌های محافظ N95 است. تحقیقات روی واکسن‌های بالقوه و داروهای ضدویروسی در چند سال اخیر گسترش یافته و در برخی از موارد گزارش هایی مبنی بر موفقیت آمیز بودن آن ها منتشر شده است. بطور کلی افزایش نظارت بر

1 Nipah virus
2 Paramyxoviridae
3 Henipavirus
4 Pteropus

اپیدمی‌های ناگهانی در مناطق پرخطر، قرنطینه سریع، انجام اقدامات بهداشتی و تحقیقات برای تولید واکسن و دارو، کلیدهای پیشگیری و مقابله با این تهدید هستند.



شکل ۲-۲۱: سی تی اسکن سر بیمار مبتلا به نیپا (راست) و ویروس مولد نیپا (چپ).

کرونا ویروس‌ها[1] (عامل عفونت های حاد تنفسی)

کروناویروس‌ها گروه بزرگی از ویروس‌ها هستند که در چهار سرده (آلفاکروناویروس، بتاکروناویروس، دلتاکروناویروس، گاماکروناویروس)، ۲۲ زیرسرده و ۴۰ گونه جای می‌گیرند.کروناویروس‌ها عضو خانواده‌ٔ ویروسی کروناویریده هستند و پس از راینوویروس‌ها[2] بزرگ‌ترین عامل ابتلا به سرماخوردگی می‌باشند. اگرچه کروناویروس‌ها بیشتر در حیوانات دیده می‌شوند، اما هفت نوع از آن‌ها دستگاه تنفسی انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تشخیص این‌که علت بیماری، کروناویروس‌ها باشند یا خیرکمی مشکل است، چرا که آن‌ها برخلاف راینوویروس‌ها به سختی در آزمایشگاه رشد و نمو می‌یابند. انواع دیگری از این ویروس ها با علائم شدیدتری همراه می‌شوند مانند سارس[3]، مرس[4] و کوئید-۱۹[5]. افرادی که دارای بیماری زمینه ای هستند، افراد مُسن و کودکان مبتلا به بیماری‌های قلبی، بیشتر در معرض خطر ابتلا به این ویروس می‌باشند.

1 Coronaviruses
2 Rhinovirus
3 Severe acute respiratory syndrome (SARS)
4 Middle East respiratory syndrome (MERS)
5 Coronavirus disease 2019 (Covid-19)

۱-سارس

ویروس سارس از خانواده کروناویروس‌هاست که نخستین شیوع آن در سال ۲۰۰۲ در چین آغاز شد. این ویروس باعث عفونت حاد تنفسی می‌شود و از طریق قطرات تنفسی و تماس نزدیک انتقال می‌یابد. علائم آن شامل تب بالا، سردرد، درد عضلانی، سرفه خشک و در موارد شدید، ذات‌الریه و نارسایی تنفسی است. میزان مرگ‌ومیر سارس در همه‌گیری سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ حدود ۱۰ درصد گزارش شده است. سرعت انتشار و احتمال ایجاد بحران‌های گسترده بهداشتی، این ویروس را به موضوعی قابل‌توجه در بررسی بیوتروریسم تبدیل کرده است .انتشار عمدی این بیماری می‌تواند سلامت عمومی و اقتصادی را تهدید کرده و موجب ترس و اختلال در جامعه گردد. بااین‌حال، مطرح بودن سارس به‌عنوان تهدیدی بالقوه در بیوتروریسم، به معنای وجود شواهدی از استفاده عمدی از آن به‌عنوان سلاح نیست.

کنترل و قرنطینه سریع بیماران، استفاده از تجهیزات محافظتی مانند ماسک‌های N95، دستکش و گان، نظارت دقیق بر شیوع و شناسایی موارد مشکوک، رعایت بهداشت دست‌ها، کنترل تماس با افراد بیمار، حفظ فاصله اجتماعی و محدودیت‌های سفر در دوران شیوع‌های جهانی از راه های پیشگیری و مقابله با شیوع سارس می باشند. در سال های اخیر نیز گزارشاتی در مورد اثر بخشی برخی واکسن ها بر روی این بیماری منتشر شده است ولی تاکنون واکسن موثری که قابلیت پیشگیری از این بیماری را داشته باشد تولید نشده است.

۲-مرس

نشانگان تنفسی خاورمیانه یا مرس یک بیماری ویروسی است که نخستین‌بار در سال ۲۰۱۲ در عربستان سعودی گزارش شد. این بیماری در اثر ویروسی از خانواده کروناویروس به اسم مرس ایجاد می‌شود. حدود یک سوم از مبتلایان به مرس ممکن است جان خود را از دست بدهند. اغلب افرادی که با این ویروس آلوده شده‌اند دچار یک بیماری شدید حاد تنفسی می‌شوند. علائم آن شامل تب، سرفه، تنگی نفس و در موارد شدید، نارسایی تنفسی و کلیوی است و میزان مرگ‌ومیر در میان موارد تأییدشده حدود ۳۶ درصد گزارش شده است. این ویروس عمدتاً از شترهای آلوده به انسان و از طریق تماس نزدیک میان افراد منتقل می‌شود. به دلیل شدت بیماری و احتمال ایجاد بحران‌های بهداشتی، مرس در مطالعات مرتبط با بیوتروریسم به‌عنوان یک عامل زیستی بالقوه مورد توجه قرار می‌گیرد؛ بااین‌حال، شواهد معتبری مبنی بر استفاده عمدی از این ویروس به‌عنوان سلاح بیولوژیکی وجود ندارد.

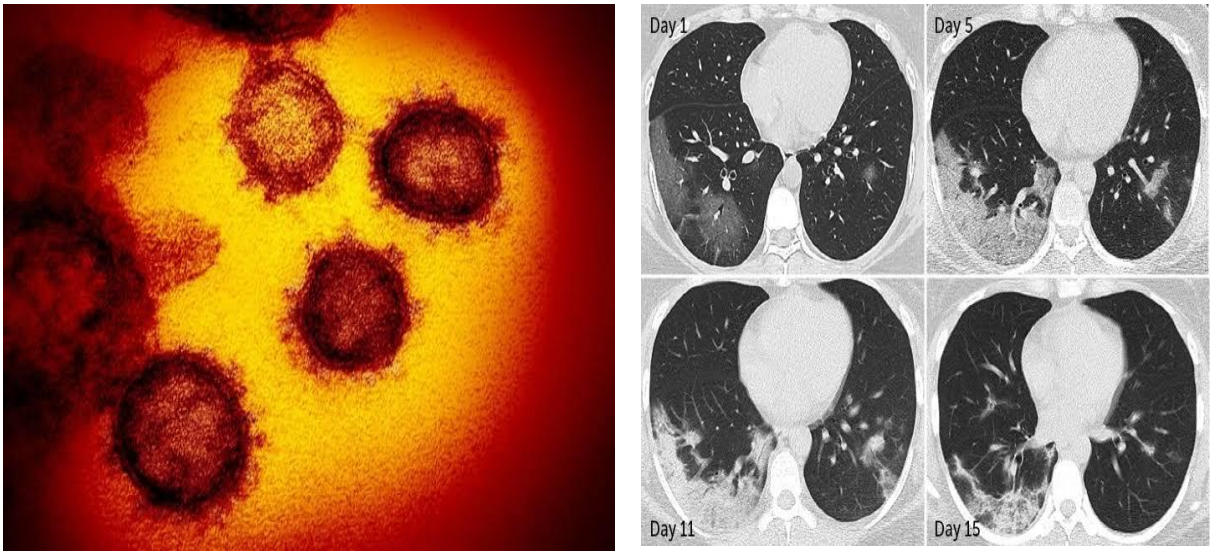
برای پیشگیری از بیماری مرس، رعایت بهداشت دست‌ها، پرهیز از تماس نزدیک با افراد بیمار و توجه به توصیه‌های بهداشتی هنگام سفر ضروری است. در صورت بروز تب، سرفه یا تنگی نفس تا ۱۴ روز پس از سفر

به مناطق درگیر، باید به پزشک مراجعه کرد. درمان اختصاصی و قطعی برای مرس وجود ندارد و درمان بیماران عمدتاً بر مراقبت‌های حمایتی و کنترل علائم متمرکز است. پلاسمادرمانی نیز به‌عنوان روشی آزمایشی بررسی شده است، اما اثربخشی آن برای درمان مرس به شواهد بالینی کافی نیاز دارد.

۳-کوئید-۱۹

ویروس کووید-۱۹ در دسامبر ۲۰۱۹ در شهر ووهان چین شناسایی شد و به‌سرعت در سراسر جهان گسترش یافت. این ویروس از طریق ذرات تنفسی منتقل می‌شود و علائمی مانند تب، سرفه، خستگی و تنگی نفس ایجاد می‌کند (شکل ۲-۲۲). شدت بیماری از خفیف تا شدید متغیر است و در برخی افراد می‌تواند عوارض طولانی‌مدت یا مرگ ایجاد کند. تشخیص این بیماری با روش‌هایی مانند آزمایش PCR قابل انجام می باشد.

جهت پیشگیری از این بیماری، چندین واکسن کوئید-۱۹ در کشورهای مختلف تأیید شد و توزیع گردید و بسیاری از کشورها نیز برنامه‌های گسترده واکسیناسیون را انجام دادند. سایر اقدامات پیشگیرانه شامل رعایت فاصله‌گذاری فیزیکی یا اجتماعی، قرنطینه، تهویه مناسب فضاهای بسته، استفاده از ماسک یا پوشش صورت در اماکن عمومی، پوشاندن دهان و بینی هنگام سرفه و عطسه، شستن دست‌ها و اجتناب از تماس دست‌های نشسته با صورت است. اگرچه داروهایی برای مهار ویروس ساخته شدند، درمان اصلی بر مدیریت و تسکین علائم بیماری متمرکز است و شامل درمان حمایتی، جداسازی بیمار و اقدامات تجربی می‌شود.



شکل ۲-۲۲: سی تی اسکن ریه بیمار مبتلا به کووید-۱۹ (راست) و تصویر ویروس کرونا (چپ).

ویروس هانتا[1]

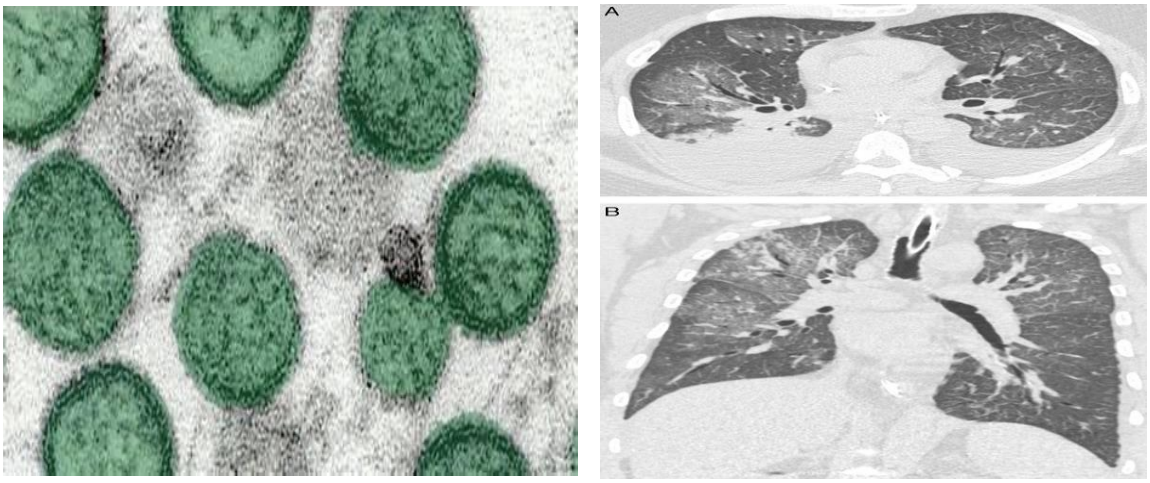
ویروس هانتا یک ویروس RNA دار و متعلق به خانواده بونیاویریده است (شکل ۲-۲۳). این ویروس عامل دو بیماری جدی در انسان ها می باشد که شامل سندرم ریوی هانتاویروس[2] و سندرم کلیوی هانتاویروس[3] هستند. ویروس هانتا عمدتاً از طریق تماس با ادرار، مدفوع یا بزاق جوندگان آلوده (مانند موش‌ها) به انسان منتقل می‌شود. انتقال این ویروس همچنین می‌تواند از طریق استنشاق ذرات آلوده، تماس مستقیم با جوندگان یا گزش آن‌ها نیز صورت پذیرد. ویروس هانتا به دلیل توانایی ایجاد بیماری‌های شدید و مرگ‌ومیر بالا، به عنوان یک عامل بالقوه در بیوتروریسم مورد توجه قرار گرفته است. این ویروس می‌تواند در صورت استفاده مخرب، باعث شیوع گسترده بیماری و ایجاد ترس و اختلال در جامعه شود.

سندرم ریوی هانتاویروس با علائمی مانند تب، سردرد، درد عضلانی، سرگیجه و مشکلات تنفسی شدید شروع می‌شود و در موارد حاد می‌تواند منجر به نارسایی تنفسی و مرگ گردد. سندرم کلیوی هانتاویروس نیز با تب، درد شکمی، خونریزی و نارسایی کلیه همراه است. درمان این بیماری‌ها عمدتاً حمایتی است و شامل مدیریت علائم، اکسیژن درمانی و در موارد شدید، مراقبت‌های ویژه برای نارسایی تنفسی یا کلیوی است. هیچ درمان ضدویروسی خاصی برای هانتاویروس وجود ندارد، اما تشخیص و درمان سریع می‌تواند شانس بهبودی را تا حد زیادی افزایش دهد.

برای پیشگیری از هانتاویروس، اجتناب از تماس با جوندگان و محیط‌های آلوده به آن‌ها (مانند انبارها، سوله‌ها یا خانه‌های قدیمی) بسیار مهم است. اقدامات پیشگیرانه شامل استفاده از تجهیزات محافظتی مانند دستکش و ماسک در هنگام تمیز کردن مناطق آلوده، جلوگیری از ورود جوندگان به خانه‌ها و محل‌های کار و ضدعفونی کردن سطوح آلوده است. همچنین، نگهداری غذاها در ظروف درب‌دار و دفع صحیح زباله‌ها می‌تواند به کاهش حضور جوندگان ناقل کمک کند.

---

1 Hantavirus
2 Hantavirus Pulmonary Syndrome- HPS
3 hemorrhagic fever with renal syndrome- HFRS



شکل ۲-۲۳: تصویر رادیوگرافی ریه بیمار مبتلا به هانتا (راست) و تصویر ویروس هانتا (چپ).

توکسین‌های زیستی

در سال های اخیر توکسین‌ها یا سموم، جایگاه ویژه ای را به عنوان یک گروه مهم از سلاح های زیستی به خود اختصاص داده اند. این امر به دلیل امکان بالقوه ساخت سلاح از آن ها نیست، بلکه به دلیل آن است که بیشترین سمیت را بین مواد شناخته شده دارند. توکسین‌های زیستی گروهی متنوع و پیچیده از عوامل بالقوه خطرناک محسوب می‌شوند که منشأ طبیعی دارند و می‌توانند توسط باکتری‌ها، قارچ‌ها، گیاهان و جلبک‌ها و آبزیان تولید شوند.

به دلیل آثار سمی و تهدید بالقوه آن‌ها برای سلامت انسان و محیط‌زیست، این ترکیبات در ارزیابی خطرات زیستی و مطالعات مرتبط با بیوتروریسم اهمیت دارند. این بیوتوکسین‌های طبیعی، برخی از سمی‌ترین مواد برای انسان محسوب می‌شوند. دوزهای کشنده این توکسین‌ها اغلب درحد نانوگرم است. سموم زیستی مشابه عوامل شیمیایی هستند و در صورت انتشار به روش مشابه مواد شیمیایی، موثر واقع خواهند شد. برخی از سموم زیستی بسیار سمی بوده و در غلظت‌های بسیار کم دارای توانایی ایجاد مرگ یا ناتوانی هستند. غلظت سموم زیستی معمولاً برحسب قسمت در میلیون [۱] بیان می‌شود. به طورکلی، ماندگاری عوامل زیستی در محیط به نوع عامل و شرایط محیطی بستگی دارد و برخی از آن‌ها می‌توانند در مقایسه با بسیاری از مواد شیمیایی، برای مدت طولانی‌تری در محیط باقی بمانند. از جمله این عوامل می‌توان به سم باکتری عامل سیاه‌زخم و سم باکتری کلستریدیوم بوتولینوم اشاره کرد که برخی از اشکال مقاوم آن‌ها، در شرایط محیطی مناسب، قادر به بقا برای مدت طولانی هستند.

[۱] Part per milion

۱-توکسین های باکتریایی

توکسین‌های باکتریایی یکی از گروه‌های مهم این سموم هستند که به‌وسیله برخی باکتری‌ها تولید می‌شوند و در ایجاد بیماری‌ها و بروز مسمومیت‌های مختلف نقش دارند. این توکسین‌ها از نظر ساختار، نحوه اثرگذاری و پیامدهای بهداشتی متنوع‌اند. برخی از آن‌ها به سلول‌ها و غشاهای سلولی آسیب می‌رسانند، برخی عملکرد دستگاه عصبی را مختل می‌کنند و گروهی دیگر با تأثیر بر دستگاه گوارش یا فعال‌سازی نامناسب پاسخ ایمنی، موجب بروز بیماری می‌شوند. شدت عوارض به نوع سم، مقدار مواجهه، مسیر ورود به بدن و وضعیت سلامت فرد بستگی دارد.

از مهم‌ترین توکسین‌های باکتریایی می‌توان به توکسین‌های تولیدشده توسط کلستریدیوم بوتولینیوم و پرفرنژنس اشاره کرد. شرح برخی از باکتری‌های تولیدکننده سموم زیستی که از منظر تهدیدات زیستی و بیوتروریسم اهمیت دارند، در بخش‌های ابتدایی این فصل ارائه شده است. ازاین‌رو، در این قسمت از تکرار توضیحات پیشین خودداری می‌شود.

۲-توکسین های قارچی

مایکوتوکسین‌ها گروهی از ترکیبات سمی با منشأ قارچی هستند که در صورت ورود به بدن انسان یا حیوان، بسته به نوع سم، میزان و مدت مواجهه و مسیر ورود، می‌توانند آثار نامطلوبی بر سلامت ایجاد کنند. این ترکیبات ممکن است در محصولات کشاورزی، غلات، خوراک دام و مواد غذایی آلوده حضور داشته باشند و از این طریق سلامت عمومی را تحت تأثیر قرار دهند. از مهم‌ترین جنس‌های قارچی تولیدکننده مایکوتوکسین می‌توان به آسپرژیلوس، پنی سیلیوم و فوزاریوم اشاره کرد. تولید این ترکیبات به عوامل متعددی از جمله گونه قارچ، ویژگی‌های بستر رشد، دما، رطوبت و شرایط محیطی بستگی دارد. با این حال، همه گونه‌های قارچی توانایی تولید مایکوتوکسین ندارند و مشاهده رشد کپک روی یک ماده نیز به‌تنهایی برای اثبات وجود یک مایکوتوکسین مشخص کافی نیست. از دیدگاه بهداشت محیط، اهمیت مایکوتوکسین‌ها به احتمال آلودگی مواد غذایی و خوراک دام، ورود آن‌ها به زنجیره غذایی و امکان مواجهه افراد با مواد آلوده مربوط می‌شود. در ادامه، دو مورد از این توکسین‌های قارچی که می توانند در بیوتروریسم دارای اهمیت باشند، بیان می گردند.

الف: مایکوتوکسین‌های T-۲

یکی از چندین مایکوتوکسین از گروه تریکوتسن هاست که از غلات آلوده به قارچ‌های فوزاریوم و برخی دیگر از جنس‌های قارچی جدا شده است. گزارش‌هایی درباره کاربرد احتمالی از تریکوتسن‌ها به‌عنوان عوامل جنگ بیولوژیکی در لائوس، کامبوج و افغانستان منتشر شده است؛ بااین‌حال، تفسیر این گزارش‌ها و شواهد مربوط به آن‌ها محل اختلاف بوده است. تماس موضعی با توکسین **T-۲** باعث ایجاد تاول، نکروز پوست و آسیب بافتی می‌شود. بلع مقادیر غیرکشنده این سم ممکن است علائمی مانند سرگیجه، تهوع، استفراغ و اسهال ایجاد کند. همچنین، مواردی از بیماری شدید و حتی مرگ در پی مصرف نان آلوده به قارچ‌های مولد مایکوتوکسین‌ها گزارش شده است. مواجهه با T-۲ ممکن است باعث درد و سوزش پوست، قرمزی، التهاب، تشکیل وزیکول (تاول‌های کوچک) و نکروز بافتی شود. همچنین استنشاق ذرات آن نیز می‌تواند دستگاه تنفسی را درگیر کند و علائمی مانند درد و تحریک مجاری تنفسی، آبریزش بینی، عطسه، سرفه، تنگی نفس، خس‌خس سینه و خلط خونی ایجاد کند. تماس چشمی و مواجهه از راه گوارشی نیز ممکن است به آسیب‌های جدی منجر شود. اصطلاح «باران زرد» در برخی گزارش‌های تاریخی برای توصیف قطرات زردرنگی به کار رفته است که ادعا می‌شد حاوی عوامل سمی هستند. بااین‌حال، رنگ زرد قطرات به‌تنهایی نشان‌دهنده وجود سم T-۲ یا سایر تریکوتسن‌ها نیست و این گزارش‌ها باید با احتیاط تفسیر شوند. تشخیص مسمومیت مستلزم ارزیابی بالینی و در صورت لزوم، بررسی آزمایشگاهی نمونه‌های مناسب زیستی و محیطی است. پادزهر اختصاصی تأییدشده‌ای برای سم T-۲وجود ندارد و درمان بر مراقبت حمایتی و کنترل عوارض متمرکز است.

ب: آفلاتوکسین ها [۱]

آفلاتوکسین‌ها متابولیت‌های کوچک تولیدشده توسط قارچ آسپرژیلوس فلاووس هستند که خاصیت کارسینوژنی (سرطان‌زایی) دارند. مسمومیت ناشی از آفلاتوکسین با علائمی مانند زردی، آسیت (تجمع مایع در شکم) و هایپرتانسیون (فشار خون بالا) مشخص می‌شود و معمولاً با مرگ و میر بالایی همراه است. علائم بالینی این مسمومیت پس از مصرف ۶ تا ۱۹ میلی‌گرم توکسین در روز ظاهر می‌شود. میزان LD_{50} آفلاتوکسین نوع B حدود ۱۹۹ میلی‌گرم به ازای هر فرد است. آفلاتوکسین B_1 به عنوان قوی ترین سم در بین آفلاتوکسین‌ها شناخته شده است. در اغلب موارد، آثار سمیت آفلاتوکسین‌ها روی سلول های کبد مشاهده شده است. همچنین تخمین‌زده می شود، در ۳۹۷ بیمار که برای یک ماه، روزانه ۲ تا ۶ میلی‌گرم آفلاتوکسین مصرف کرده باشند،

[۱] Aflatoxin

حدود ۱۰۶ مرگ رخ می دهد. نگرانی اصلی در مورد آفلاتوکسین به ویژه آفلاتوکسین B_1، امکان ابتلا به سرطان کبد ناشی از مصرف مداوم غذای آلوده به کپک می باشد.

۳-توکسین‌های گیاهی[1]

برخی گونه‌های گیاهی قادر به تولید یا ذخیره توکسین در بخش‌های مختلف گیاه از جمله دانه، برگ، ساقه، ریشه و میوه می‌باشند. این ترکیبات اغلب در دفاع از گیاه در برابر عوامل زیستی نقش دارند، اما در صورت ورود به بدن انسان یا حیوان می‌توانند موجب مسمومیت گردند. توکسین‌های گیاهی به دلیل احتمال ورود به زنجیره غذایی، آلودگی مواد خام گیاهی و مواجهه تصادفی انسان و دام اهمیت دارند. شدت مسمومیت به نوع ترکیب، مقدار مصرف، مسیر مواجهه و وضعیت سلامت فرد بستگی دارد و ممکن است با علائم گوارشی، اختلالات عصبی یا آسیب به اندام‌های داخلی همراه باشد. در محیط‌های صنعتی ازجمله تأسیسات نفتی، توجه به ایمنی مواد غذایی، شناسایی صحیح گیاهان و موادگیاهی مشکوک و جلوگیری از مصرف مواد ناشناخته از اقدامات پیشگیرانه مهم محسوب می‌شود. درصورت مشکوک بودن به مسمومیت، ارزیابی پزشکی و بررسی تخصصی باید بدون تأخیر انجام گیرد.

از نمونه‌های مهم آن‌ها می‌توان به رایسین[2] موجود در دانه کرچک و گلیکوزیدهای سیانوژنیک[3] موجود در برخی گیاهان اشاره کرد. ماهیت شیمیایی و سازوکار اثرگذاری این ترکیبات متفاوت است. برای مثال، برخی بر عملکرد سلول‌ها اثر می‌گذارند و برخی دیگر پس از ورود به بدن، ترکیبات سمی دیگری آزاد می‌کنند.

الف: رایسین

این توکسین پروتئینی با منشأ گیاهی است که به‌طور طبیعی در دانه‌های گیاه کرچک وجود دارد. این سم با غیرفعال‌کردن ریبوزوم‌ها، سنتز پروتئین را در سلول‌های یوکاریوتی مهار می‌کند و در نهایت موجب مرگ سلولی و آسیب بافتی می‌شود. رایسین به‌دلیل سمیت بالا و امکان مواجهه از راه‌های مختلف، از جمله بلع، استنشاق و تزریق، در مطالعات مرتبط با بیوتروریسم و امنیت زیستی اهمیت دارد. بااین‌حال، ارزیابی خطر آن به شرایط مواجهه و میزان جذب بستگی دارد و کاربرد آن در مقیاس گسترده با محدودیت‌های فنی همراه است.

1 Phytotoxins
2 Ricin
3 Cyanogenic glycosides

گزارش‌های تاریخی، از جمله موارد مرتبط با ترورهای هدفمند و بررسی رایسین در برنامه تسلیحات زیستی عراق در گذشته، اهمیت شناسایی و پیشگیری از سوءاستفاده از این توکسین را نشان می‌دهند.

تظاهرات بالینی مسمومیت با رایسین به مسیر مواجهه، مقدار جذب‌شده و وضعیت فرد بستگی دارد. علائم ممکن است پس از یک دوره بدون علامت، از چند ساعت تا چند روز بعد ظاهر شوند. در مواجهه استنشاقی، علائم اولیه معمولاً شامل سرفه، تب، احساس فشار در قفسه سینه و دشواری تنفس است. در موارد شدید، التهاب و ادم ریوی می‌تواند به نارسایی تنفسی منجر شود. بلع این سم ممکن است موجب تهوع، استفراغ، درد شکمی و اسهال، گاهی همراه با خونریزی شود؛ از دست رفتن شدید مایعات نیز می‌تواند به افت فشار خون و شوک بینجامد. در مسمومیت شدید، آسیب چنداندامی، از جمله اختلال عملکرد کبد و کلیه، ممکن است رخ دهد. تماس ذرات آلوده با چشم‌ها و مخاط دستگاه تنفسی نیز می‌تواند موجب تحریک و التهاب موضعی شود. اختلالات عصبی، از جمله تشنج، ممکن است در مراحل شدید مسمومیت و در پی آسیب سیستمیک یا اختلال عملکرد اندام‌ها بروز کنند. مرگ، پیامدی قطعی یا همیشگی نیست و احتمال آن به شدت مسمومیت و شرایط بالینی فرد بستگی دارد. در حال حاضر، درمان اختصاصی تأییدشده‌ای برای مسمومیت با رایسین در دسترس نیست و مراقبت پزشکی عمدتاً بر حمایت از عملکردهای حیاتی و کنترل عوارض متمرکز است.

ب: گلیکوزیدهای سیانوژنیک

این توکسین‌ها ترکیبات طبیعی موجود در برخی گیاهان، مانند بادام تلخ، کاساوا و هسته بعضی میوه‌ها هستند که در اثر تجزیه آنزیمی می‌توانند سیانید هیدروژن آزاد کنند؛ ماده‌ای بسیار سمی که با اختلال در تنفس سلولی، مانع استفاده سلول‌ها از اکسیژن می‌شود. از دیدگاه بیوتروریسم، این ترکیبات به دلیل منشأ طبیعی و قابلیت آزادسازی مواد سمی مورد توجه هستند؛ بااین‌حال، خود گلیکوزیدها عامل زیستی محسوب نمی‌شوند و خطر اصلی آن‌ها به دلیل آزاد شدن سیانید موجود در آن‌هاست. مواجهه با مقادیر سمی می‌تواند به مسمومیت شدید و مرگ منجر شود. بنابراین، شناسایی سریع، نظارت بهداشتی بر مواد غذایی، پایش‌های زیست محیطی و آمادگی مراکز بهداشتی-درمانی درکاهش پیامدهای احتمالی اهمیت زیادی دارد.

۴-توکسین‌های جلبکی

توکسین‌های جلبکی ترکیبات سمی طبیعی هستند که توسط برخی از ریزجلبک‌ها مانند دینوفلاژله‌ها و سیانوباکتری‌های معروف به جلبک‌های سبز-آبی، تولید می‌شوند. این ترکیبات ممکن است در اثر افزایش رشد

و تجمع این موجودات در منابع آبی (پدیده‌ای موسوم به شکوفایی جلبکی)، در آب‌های سطحی تجمع یابند و کیفیت آب را تحت تأثیر قرار دهند. توکسین‌های جلبکی به دلیل احتمال آلودگی منابع آب آشامیدنی، آب‌های تفریحی و زیست‌بوم‌های آبی اهمیت دارند. مواجهه با این ترکیبات، بسته به نوع سم و میزان تماس، می‌تواند موجب آسیب کبدی، اختلالات عصبی یا عوارض گوارشی و پوستی شود. از مهم‌ترین این سموم می‌توان به ساکسی‌توکسین، آناتوکسینA و میکروسیستین اشاره کرد. البته همه شکوفایی‌های جلبکی سمی نیستند و تشخیص خطر مستلزم بررسی و آزمایش‌های تخصصی است.

الف: ساکسی توکسین [1]

ساکسی‌توکسین یکی از سموم قوی طبیعی است که عمدتاً توسط برخی ریزجلبک‌های دریایی و همچنین بعضی از باکتری‌ها، از جمله سیانوباکتری‌ها تولید می‌شود. این سم می‌تواند در نرم‌تنان، به‌ویژه صدف‌های دوکفه‌ای، تجمع یابد و در صورت مصرف این آبزیان آلوده، موجب مسمومیت در انسان شود. این جانوران در جریان تغذیه، سم تولیدشده توسط ریزجلبک‌ها را در بافت‌های خود ذخیره می‌کنند. استخراج ساکسی‌توکسین از منابع طبیعی به دلیل غلظت کم آن در بافت جانوران و پیچیدگی فرایند جداسازی، دشوار است. در یک گزارش تجربی، از هشت تُن حلزون تنها یک گرم ساکسی‌توکسین به دست آمده است.

مسمومیت ناشی از این سم ممکن است با علائم گوارشی یا اختلالات عصبی، از جمله فلج عضلانی، همراه باشد. علائم بالینی مسمومیت معمولاً طی ۱۰ تا ۶۰ دقیقه پس از مواجهه ظاهر می‌شوند. از نخستین نشانه‌ها می‌توان به بی‌حسی، احساس سوزش و گزگز در لب‌ها و زبان اشاره کرد که ممکن است به فک و گردن گسترش یابد. سپس این احساسات غیرطبیعی در انگشتان دست‌وپا نیز بروز می‌کنند. با پیشرفت مسمومیت، احساس مورمور شدن در اندام‌ها افزایش می‌یابد و ضعف عضلانی و کاهش توانایی حرکت پدیدار می‌شود. در موارد شدید، اختلال در تکلم، ناهماهنگی حرکات و نامنظمی تنفس رخ می‌دهد. فلج عضلات تنفسی ممکن است به نارسایی تنفسی و مرگ نیز منجر شود. مرحله پایانی مسمومیت ممکن است بین ۲ تا ۱۲ ساعت به طول انجامد؛ بااین‌حال، مدت و شدت علائم به میزان سم دریافتی و شرایط فرد بستگی دارد. مواجهه با ساکسی‌توکسین از راه استنشاق نیز می‌تواند خطرناک باشد. در مطالعات تجربی روی حیوانات، مواجهه استنشاقی با این سم با بروز علائم شدید و احتمال مرگ سریع همراه بوده است. بنابراین، ساکسی‌توکسین از

[1] Saxitoxin

جمله سمومی است که به دلیل اثرگذاری بر دستگاه عصبی و امکان ایجاد فلج تنفسی، اهمیت ویژه‌ای در بهداشت مواد غذایی و سم‌شناسی دارد.

ب: آناتوکسین A [1]

این توکسین، که به‌عنوان "عامل مرگ بسیار سریع" نیز شناخته می‌شود، یک نوروتوکسین آلکالوئیدی است که توسط سیانوباکتری‌های آب شیرین رشته‌ای مانند آنابائنای فلوس‌اِکوآ [2] تولید می‌شود. حیوانات وحشی و خانگی که در اثر بلع آناتوکسین مسموم شده‌اند، در طبیعت علائمی مانند تلوتلو خوردن، نفس‌نفس زدن و تشنج را نشان می‌دهند. مرگ در اثر توقف تنفس در عرض چند دقیقه تا چند ساعت رخ می‌دهد.

ج: میکروسیستین[3]

میکروسیستین جزو ترکیبات هپاتوتوکسیک یا سمی برای کبد می باشد که توسط سیانوباکتری‌های آب شیرین، به ویژه میکروسیستیس آئروژینوزا، تولید می‌گردد. میکروسیستین-LR، که به‌عنوان "عامل مرگ سریع" نیز شناخته می‌شود، رایج‌ترین نوع میکروسیستین است و احتمال استفاده از آن به‌عنوان سلاح بیولوژیکی وجود دارد. اگرچه آئروسل میکروسیستین محتمل‌ترین شکل تهدید استفاده از این سم است، بلع آن حتی از منابع طبیعی نیز باید به‌عنوان یک خطر جدی زیستی در نظر گرفته شود. میکروسیستین‌ها در مرگ بیماران دیالیزی نقش مهمی دارند.

توکسین‌های آبزی

توکسین‌های جانوری ترکیبات زیست‌فعالی هستند که توسط گروه‌های مختلف جانوری تولید می‌شوند و می‌توانند اثرات سمی متنوعی بر دستگاه‌های عصبی، قلبی‌عروقی وتنفسی داشته باشند. توکسین‌های جانوری از نظر ساختار شیمیایی، سازوکار اثر و شدت سمیت تنوع زیادی دارند و ممکن است شامل پروتئین‌ها، پپتیدها، آنزیم‌ها یا مولکول‌های کوچک آلی باشند. بسیاری از این سموم در غدد تخصص‌یافته تولید و از طریق گزش، نیش یا ساختارهای دفاعی به بدن طعمه یا مهاجم منتقل می‌شوند. برخی از آن‌ها با تأثیر بر کانال‌های یونی و انتقال پیام‌های عصبی، موجب فلج عضلانی یا اختلالات عصبی می‌شوند؛ درحالی‌که گروهی دیگر با

1 Anatoxin-A
2 Anabaena flos-aquae
3 Microcystin

آسیب‌رساندن به سلول‌ها، تخریب بافت‌ها، اختلال در انعقاد خون یا تغییر عملکرد قلب و عروق، عوارض شدید ایجاد می‌کنند.

تترودوتوکسین[1]

یک نوروتوکسین قوی است که باعث مرگ بسیاری از انسان‌ها در اثر مصرف ماهی پُفِر[2] (فُگو) که به درستی آماده‌سازی نشده‌اند، شده است. این سم احتمالاً به عنوان یک سلاح بالقوه جنگ بیولوژیکی مورد بررسی قرار گرفته است و ممکن است به اندازه‌کافی محلول باشد تا تهدیدی برای آب آشامیدنی ایجاد کند. علائم مسمومیت با تترودوتوکسین ۱۰ دقیقه تا ۴ ساعت پس از بلع ظاهر می‌شوند و شامل بی‌حسی لب‌ها، زبان و انگشتان، اضطراب، تهوع، استفراغ و سایر علائم می‌شوند که با گذشت زمان سبب فلج شدن فرد می‌شوند. مرگ، معمولاً در عرض ۶ ساعت، به دلیل نارسایی تنفسی اتفاق می‌افتد. تنها درمان، تنفس مصنوعی است و بهبودی می‌تواند در عرض ۲۴ ساعت کامل باشد. یک سطح محافظه‌کارانه برای تترودوتوکسین در آب آشامیدنی، ۰/۱ µg/L برای مصرف ۱۵ لیتر در روز خواهد بود. جدول ۲-۳ خلاصه دسته بندی عوامل زیستی گروه C و روش های پیشگیری و کنترل آن در محیط‌های صنعتی را نشان می‌دهد.

1 Tetrodotoxin
2 Pufferfish

جدول ۲-۳: خلاصه دسته بندی عوامل زیستی گروه C و روش های پیشگیری و کنترل آن در محیط صنعتی.

عامل /نام بیماری	ماهیت عامل	راه احتمالی ورود یا مواجهه	علائم و عوارض احتمالی	راهکارهای پیشگیری و کنترل در صنعت نفت و گاز
مایکوباکتریوم توبرکولوزیس مقاوم به چند دارو (MDR-TB)	باکتری مقاوم به دارو	استنشاق ذرات معلق عفونی در هوای محیط، به‌ویژه در فضاهای بسته و کم‌تهویه	سرفه طولانی‌مدت، تب، تعریق شبانه، کاهش وزن و خستگی	بهبود تهویه، شناسایی و ارجاع سریع موارد مشکوک، رعایت اصول کنترل عفونت و پیگیری درمان بیماران
ویروس‌های مولد آنسفالیت منتقله از کنه	دارRNAویروس‌های	گزش کنه آلوده هنگام فعالیت در مناطق جنگلی، مرتعی یا زیستگاه‌های مناسب کنه‌ها	تب، سردرد، خستگی و در موارد شدید، منتژیت یا آنسفالیت	پوشیدن لباس محافظ، استفاده از مواد دافع کنه، بررسی پوست و لباس پس از فعالیت میدانی و کنترل ناقلان
ویروس تب زرد	دار RNAویروس منتقل‌شونده از طریق پشه	گزش پشه آلوده در مناطق بومی بیماری	تب، سردرد، درد عضلانی، زردی و در موارد شدید، خونریزی و نارسایی اندام‌ها	واکسیناسیون در صورت اندیکاسیون و مطابق مقررات سفر، کنترل پشه‌ها، استفاده از مواد دافع حشرات و حذف محل‌های تجمع آب
ویروس نیپا	دار ژنونوزRNAویروس	تماس با ترشحات یا بافت‌های آلوده حیوانات، مصرف برخی مواد غذایی آلوده یا انتقال انسان‌به‌انسان	تب، سردرد، اختلالات تنفسی و التهاب مغز	پرهیز از تماس بدون محافظت با حیوانات مشکوک، رعایت بهداشت فردی و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی متناسب با خطر
کروناویروس‌ها، شامل SARS-CoV ،MERS-CoV و SARS-CoV-2	دارRNAویروس‌های	استنشاق ذرات تنفسی عفونی و تماس نزدیک با افراد آلوده؛ اهمیت مسیرهای انتقال بسته به ویروس متفاوت است	تب، سرفه، خستگی، تنگی نفس و در موارد شدید، ذات‌الریه و نارسایی تنفسی	تهویه مناسب، رعایت بهداشت تنفسی، استفاده متناسب از ماسک، واکسیناسیون بر اساس توصیه‌های بهداشتی و مدیریت مواجهه
هانتاویروس‌ها	دار RNAویروس‌های مرتبط با جوندگان	استنشاق ذرات آلوده به ادرار، مدفوع یا بزاق جوندگان؛ در برخی موارد، گزش	تب، درد عضلانی و بسته به نوع ویروس، سندرم ریوی یا تب خونریزی‌دهنده همراه با سندرم کلیوی	کنترل جوندگان، مسدودکردن مسیر ورود آن‌ها، پاک‌سازی ایمن فضاهای آلوده و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب
T-2مایکوتوکسین	سم قارچی از گروه تریکوتسن‌ها	مصرف یا مواجهه با مواد غذایی و خوراک آلوده؛ مواجهه شغلی با گردوغبار آلوده نیز ممکن است رخ دهد	تحریک پوست و مخاط، تهوع، استفراغ و در مواجهه شدید، آسیب سلولی و اختلالات خونی	کنترل کیفیت مواد غذایی و خوراک، نگهداری در شرایط مناسب، پایش آلودگی و جلوگیری از پراکندگی گردوغبار آلوده
آفلاتوکسین‌ها	سموم قارچی، عمدتاً تولیدشده توسط گونه‌هایی از آسپرژیلوس	عمدتاً مصرف مواد غذایی آلوده، مانند غلات و مغزهای خوراکی؛ مواجهه شغلی با گردوغبار آلوده نیز امکان‌پذیر است	آسیب کبدی، افزایش خطر سرطان کبد و در مواجهه شدید، مسمومیت حاد کبدی	کنترل تأمین‌کنندگان، نگهداری مناسب مواد غذایی، پایش آزمایشگاهی و حذف اقلام آلوده
رایسین	سم پروتئینی گیاه کرچک	استنشاق ذرات حاوی سم، بلع یا ورود به بدن از طریق تزریق؛ مواجهه پوستی با پوست سالم معمولاً مسیر مؤثری نیست	تهوع، استفراغ، اسهال، آسیب شدید اندام‌ها و در موارد شدید، نارسایی چندعضوی	کنترل دسترسی به مواد مشکوک، آموزش کارکنان، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی متناسب با ارزیابی خطر و ارجاع فوری موارد مشکوک
گلیکوزیدهای سیانوژنیک	ترکیبات گیاهی مولد سیانید	عمدتاً مصرف خوراکی گیاهان یا دانه‌های حاوی این ترکیبات؛ آزادشدن سیانید به نوع گیاه و نحوه آماده‌سازی بستگی دارد	سردرد، سرگیجه، تهوع، گیجی، تشنج و در موارد شدید، نارسایی تنفسی و مرگ	شناسایی و کنترل مواد گیاهی خوراکی، جلوگیری از مصرف گیاهان ناشناخته و آموزش کارکنان درباره خطر مسمومیت
ساکسی‌توکسین	نوروتوکسین دریایی	مصرف صدف‌های دوکفه‌ای و سایر آبزیان آلوده به سموم جلبکی	گزگز و بی‌حسی، تهوع، ضعف عضلانی، فلج و نارسایی تنفسی	تهیه غذاهای دریایی از منابع مجاز، پایش سموم در آبزیان و پرهیز از مصرف محصولات مشکوک
a-آناتوکسین	نوروتوکسین تولیدشده توسط برخی سیانوباکتری‌ها	بلع آب آلوده به شکوفایی سیانوباکتریایی؛ مواجهه حین فعالیت در آب‌های آلوده نیز باید ارزیابی شود	لرزش و اسپاسم عضلانی، اختلال هماهنگی حرکات، فلج و نارسایی تنفسی	پایش منابع آب، جلوگیری از استفاده از آب آلوده، محدودکردن تماس با شکوفایی‌های مشکوک و تأمین آب سالم
میکروسیستین‌ها	سموم کبدآسیب‌رسان تولیدشده توسط برخی سیانوباکتری‌ها	بلع آب آلوده یا مصرف آب آشامیدنی تصفیه‌نشده یا نامناسب	آسیب کبدی، تهوع، استفراغ و در مواجهه شدید، اختلال عملکرد کبد	پایش منظم منابع آب، کنترل شکوفایی سیانوباکتری‌ها و استفاده از فرایندهای تصفیه تأییدشده و متناسب با نوع آلودگی
تترودوتوکسین	نوروتوکسین قوی موجود در برخی جانوران دریایی	عمدتاً مصرف خوراکی ماهی بادکنکی و برخی دیگر از آبزیان آلوده	بی‌حسی و گزگز، ضعف عضلانی، فلج و نارسایی تنفسی	خرید آبزیان از منابع مجاز، رعایت مقررات ایمنی غذایی و جلوگیری از مصرف گونه‌های ناشناخته یا ممنوع

فصل سوم:

تهدیدات زیستی استنشاقی

بیوتروریسم استنشاقی

دستگاه تنفس انسان و حیوانات در هر دقیقه چندین لیتر هوا را به صورت دم و بازدم های متوالی مورد استفاده قرار می دهد. سیستم دفاع موضعی تنفس انسان در هنگامی که هوا به صورت عمومی آلوده شده باشد جوابگو نبوده و آلودگی به راحتی میتواند در اعماق ریه جایگزین شده و از آنجا سایر اعضا را تهدید کند. خطرناکترین راه انتشار عوامل زیستی در بیوتروریسم، انتشاربه شکل آئروسل است. به طور کلی ذرات ریز میکروارگانیسم های بیماریزا و توکسین های مختلف بیولوژیک موجود در هوا را بیوآئروسل میگویند. به عبارت دیگر یک آئروسل از ذرات کوچک کاملا جدا از هم و ذراتی که به آنها چسبیده اند مثل بخار، خاک و نوع گازهایی که آئروسل ها در آن معلق میشوند، تشکیل شده است. بیوآئروسل را میتوان به طور مصنوعی تقریبا برای همه میکروارگانیسم ها و سموم از جمله میکروارگانیسم ها وسمومی که در صورت طبیعی انتشار آن ها غیرممکن یا دشوار است پخش کرد. باتوجه به تشخیص بسیار دشوار، دوره نهفتگی متفاوت بیماری، پوشش وسیع آئروسل ها در محیط، سوء استفاده از بیوآئروسل ها در جنگ های بیولوژیکی افزایش داشته است. یکی از عواملی که حفاظت موثر در جنگ های بیولوژیکی را دشوار می کند، تشخیص پیچیده حضور آن ها و حفاظت گران قیمت می باشد. سیستم های تشخیص عامل بیولوژیکی کنونی پیچیده، گران با حجم اشغال شده بالا و منبع هشدارهای کاذب هستند. آنها فقط میتوانند تعداد محدودی از عوامل بیولوژیکی را شناسایی کنند و بدون تماس مستقیم قادر به شناسایی عوامل نیستند. استنشاق عوامل بیوآئروسل در هوا و ورود ذرات توکسین یا عامل عفونت به داخل شش ها یکی از معابر مستقیم به داخل گردش خون می باشد. فقط ذرات خیلی کوچک در حد کمتر از ۲/۵ میکرون به طور موثر وارد شش ها می شوند. بیماری های حاصل از این طریق ممکن است با دوز های کمتری نسبت به دوز طبیعی عفونت، حاصل شوند.

عوامل زیستی می توانند مانند سلاح های نوترونی، تمامی آثار حیات را از سطح کره زمین پاک کنند بدون اینکه به ساختمان ها و تأسیسات شهری آسیب وارد کنند. این امر زمانی اتفاق می افتد که این سلاح در ابعاد استراتژیک و به صورت آئروسل استفاده گردد. بیشتر عوامل زیستی برای اینکه بتوانند برای آلود ه کردن هوا استفاده شوند باید به صورت پودر خشک، آئروسل و یا قطرات ریز مایع آماده شوند. اتمسفر یک محیط نامساعد، برای میکروارگانیسم ها بدلیل خشکی آن می باشد. این عامل باعث ایجاد محدودیتی می شود که در آن میکروب ها نمی توانند به صورت زیستی فعال باقی بمانند. بسیاری از میکروارگانیسم ها واجد مکانیسم های مخصوصی هستند که آن ها را قادر می سازد تا در برابر فا کتور های متعدد محیطی تا اندازه ای مقاوم باشند. برای مثال، اسپور از آن ها در شرایط نامساعد محیطی محافظت کرده و توانایی آنها را برای

باقی ماندن بـه صـورت آئروسـل افزایش می دهد. با این وجود، ارگانیسم هایی کـه فاقـد چنین مکانیسـم های ویـژه ای هستند، اغلب چند ثانیه بیشتر نمی توانند بـه صورت آئروسل باقی بمانند. بنـابراین توانایی حیات میکروارگانیسم ها تـا حد زیـادی بـه شـرایط محیط، مـدت زمـانی کـه در محیط سپری می کنند، و نیز به نوع آن‌ها بستگی دارد. فرم خشک را میتوان به مدت طولانی تری ذخیره کرد و در مقایسه با شکل مایع که برای اکثر عوامل راحت تر آماده میشود، به طور موثرتری در هدف پخش شود.

روش های انتشار عوامل زیستی از طریق هوا

عوامل زیستی به چندین روش ممکن است انتشار یابند: الف) روش های انتشار عوامل از طریق ایجاد آلودگی تنفسی نظیر افشانه ها و پودرها؛ ب) آلودگی آب و غذا؛ ج) فرو رفتن جسم خارجی در بدن؛ د) تماس مستقیم با افراد یا حیوانات و ه) مهمات و جنگ افزار نظامی. بیشتر عوامل بیولوژیک برای اینکه بتوانند برای آلوده کردن هوا استفاده شود باید به صورت پودر خشک و یا آئروسل و قطرات ریز مایع آماده شوند. دو روش کلی برای تبدیل عوامل بیولوژیک به آئروسل وجود دارد که عبارتند از ۱- اسپری کردن از طریق ژنراتورهای مختلف و ۲- نیروی انفجار. در روش اول میتوان عوامل بیولوژیک را مثل محیط کشت حاوی مواد نگهدارنده و میکروب ها، از یک مجرای باریک، تحت یک فشار کنترل شده عبور داد که باعث ایجاد آئروسل و یا اسپری عوامل بیولوژیک در محیط میگردد. اندازه ذرات حاوی عوامل بیولوژیک به شدت فشار، قطر عبوری و ویسکوزیته عامل و رطوبت آن عامل بستگی دارد. بدین ترتیب اندازه ذرات را قبل از پخش میتوان تعیین کرد. محلول عوامل بیولوژیک توسط ماشین هایی شبیه ماشین های سمپاش پخش میشوند. به طور کلی وقتی که محلول های عوامل وارد جریان گرم و یا هوای سرد بشود به اشکال مختلف از جمله میست، مه و آئروسل درمی آیند. در روش دوم عوامل بیولوژیک را میتوان با وسایل انفجاری پخش کرد. به کارگیری یک انفجار برای تولید آئروسل عملی است و این به خاطر این است که مقدار زیادی از ارگانیسم ها را می توان در یک وسیله انفجاری قرار داد.

ویژگی بیوآئروسل ها در بیوتروریسم

بیوآئروسل ها ممکن است از منشا طبیعی مانند هاگ گیاهان، پاتوژن‌های ناشی ازباکتری‌ها و قارچ‌ها یا مجموعی از آئروسل‌های زیستی طبیعی و کشاورزی باشند. برای مثال استنشاق آئروسل یا گرد و غبار در حین برداشت یونجه، که ممکن است حاوی آلودگی های منتقله توسط جوندگان آلوده باشد. با این‌که این عوامل

مشخصات کاملاً متفاوتی با یکدیگر دارند ولی درتمامی مواردی که به عنوان سلاح به کار می‌روند ویژگی‌های عمومی و مشابهی وجود دارد. یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های عمومی برای این عوامل، توانایی آن‌ها برای تبدیل به ذرات آئروسل یا ذراتی در اندازه ۱ تا ۵ میکرون است تا بتوانند ساعت‌ها در هوای معمولی شناور باقی بمانند و در صورت تنفس بتوانند به آلوئول‌های انتهایی در شُش‌های شخص قربانی برسند و جذب شوند. به شکل معمول، ذرات بزرگ‌تر از ۲/۵ میکرون در راه‌های هوایی فوقانی افراد فیلتر می‌شوند بنابراین ذرات انتشار یافته در حملات زیستی معمولا اندازه های کمتری دارند تا به راحتی توسط سیستم تنفسی جذب گردند.

آئروسل‌های زیستی را می‌توان به دو صورت وارد محیط کرد که شامل ۱- پخش خطی توسط وسایلی مثل هواپیما که از روی هدف می‌گذرند و ۲- پخش نقطه‌ای مثل اسپری‌کننده‌ها یا موشک‌های حامل این عوامل با انفجار بر روی هدف یا بمب‌های حاوی این مواد با پرتاب به منطقه مورد نظر و انفجار در آنجا می‌باشد. وضعیت آب و هوای منطقه هدف و سرعت و جهت باد غالب درکاربرد عوامل بیولوژیک به صورت آئروسل خیلی مهم است زیرا ممکن است ابرِآئروسل ایجاد شده به راحتی از بین می‌رود. همچنین جهت وزش باد نیز هنگام عملیات مهم است. پدیده معکوس شدن لایه‌های هوا (اینورژن[1]) با سرعت ۹ تا ۱۸ کیلومتر در ساعت، حالت‌هایی هستند که معمولاً در ساعات شب یا صبح زود وجود دارند و حالت ایده‌آلی برای استفاده از آئروسل‌ها فرض می‌شوند. حدس زده می‌شود که اگر ۵۰ کیلوگرم از اسپورهای باسیلوس آنتراسیس در یک انتشار خطی به طول ۲ کیلومتر بر روی یک مرکز جمعیتی پانصدهزار نفره حفاظت‌نشده، پخش شود؛ در شرایط ایده آل هواشناسی می‌تواند در منطقه‌ای بزرگ‌تر از وسعت ۲۰ کیلومتر مربع منتشر گردد و ۱۲۵ هزار نفر را در معرض ابر بیولوژیک قرار دهد. اگر عامل استفاده شده فرانسیسلا تولارنسیس باشد، تعداد افراد مرده یا ناتوان شده بیش از ۱۲۵ هزار نفر خواهد بود.

در بعضی از عوامل بیماری‌زا انتشار شخص به شخص نیز مهم است. این بیماری‌ها شامل آبله و طاعون ریوی می‌باشند و در صورتی که واسطه انتقال باکتری یا ویروس در محیط حضور داشته باشد (پشه یا مگس) چرخه انتقال آن شروع خواهد شد. بنابراین اگر از سلاح‌های بیولوژیک در شرایط درست آب و هوایی استفاده شود، واقعاً می‌تواند به عنوان یک جنگ‌افزار کشتارجمعی به کار رود. به علاوه به خاطر اثرات گسترده روی جمعیت هدف، عوامل بیولوژیک می‌توانند باعث فشار مشخص و شدیدی بر روی سیستم مراقبت پزشکی شوند. تعداد بسیار زیاد بیماران و نیاز به مراقبت ویژه می‌تواند باعث اتلاف شدید منابع پزشکی گردد. داروها و واکسن‌های مورد نیاز معمولاً در داروخانه‌های معمولی وجود ندارند. افراد کادر پزشکی و پرسنل آزمایشگاهی ممکن است

[1] Inversion

به مراقبت‌های اضافی نیاز داشته باشند. نمونه‌برداری از اجساد و جمع‌آوری باقی‌مانده‌ها می‌تواند باعث بروز خطرات غیرمعمول گردد. پاسخ پزشکی به تهدید یا استفاده از سلاح‌های بیولوژیک می‌تواند با توجه به سابقه پزشکی افراد، پیش از مواجهه با عوامل، تعیین شود. اگر قبل از برخورد با عوامل آلوده‌کننده، ایمن‌سازی فعال یا پیشگیری با آنتی‌بیوتیک صورت گرفته باشد ممکن است باعث جلوگیری از بروز بیماری شود. برای مقابله با عوامل بیولوژیک ایمن‌سازی فعال خیلی مؤثرتر است و احتمالاً برای حفاظت نیروهای نظامی در مقابل عوامل بیولوژیک طیف گسترده‌ای از واکسیناسیون انجام می‌گیرد. حتی بعد از مواجهه و پیش از بروز علائم نیز استفاده از ایمن‌سازی فعال یا غیرفعال با داروهای آنتی‌بیوتیک یا داروی ضد ویروس، می‌تواند به عنوان پیش‌درمانی منجر به کاهش علائم بیماری گردد. پس از شروع بیماری فقط تشخیص و درمان عمومی یا اختصاصی برای آن عامل خاص می‌تواند مؤثر واقع شود. بر اساس نحوه انتشار بیوآئروسل‌ها در طول حمله های تروریستی یا نظامی، می‌توان پیش بینی کرد که منطقه وسیعی تحت تاثیر قرار گیرد زیرا آئروسل ها احتمالاًسریع ترین و مؤثرترین راه برای قرار گرفتن در معرض تعداد زیاد ی از افراد در طول حمله هستند.

خطرات کلی میکروارگانیسم های محیط زیست مبتنی بر ترکیب این چهار جنبه است: الف-بیماری زایی بالقوه برای انسان ب-فراوانی ج-مقاومت در برابر شرایط نامطلوب محیطی و د-مقاومت در برابر عوامل درمانی مانند آنتی بیوتیک ها می باشد. بعضی از توکسین‌ها اگر به‌عنوان آئروسل و از طریق تنفس وارد بدن شوند خیلی سمی‌تر هستند؛ در صورتی که از طریق خوراکی تأثیر آن‌ها کاملاً ضعیف می‌شود (مانند ریسین، ساکسیتوکسین و مایکوتوکسین تی-۲)؛ در مقابل توکسینی مانند بوتولیسم در صورت ورود به بدن به شکل آئروسل سمیت کمتری نسبت به ورود از دستگاه گوارش (هضم) دارد. البته ضعیف بودن سم بوتولیسم هنگام مصرف به صورت تنفسی، قابلیت استفاده از آن به عنوان یک جنگ‌افزار بالقوه بیولوژیک را محدود نمی‌کند. از روشهای پرکاربرد و خطرناک در حوزه بیوتروریسم استنشاقی، پراکنده سازی اسپورهای باسیلوس آنتراسیس، یرسینیا پستیس، سم بوتولیسم، واریولا، ریسین، فرانسیسلا تولارنسیس، انتروتوکسین B استافیلوکوکی و ویروس آنسفالیت ونزوئلایی می باشند که به شکل آئروسل از طریق انتقال تنفسی قابل کاربرد هستند. سازمان بهداشت جهانی در پیش خود برای برخی حملات بیوتروریستی استنشاقی، تعداد موارد مرگ ناشی از مواجهه با برخی از مهمترین عوامل میکروبی را مورد بررسی قرار داده است که نتایج آن در جدول ۳-۱ ارائه گردیده است. برای مثال تعداد موارد مرگ ناشی از همه گیری احتمالی باسیلوس آنتراسیس در فاصله مواجهه کمتر از ۲۰ کیلومتر می‌تواند به حدود ۹۵ هزار نفر برسید.

جدول ۳-۱. پیش‌بینی WHO از صدمات حاصله در نتیجه کاربرد برخی از میکروارگانیزم ها در حملات بیولوژیکی استنشاقی

عامل میکروبی	بیماری منتقله	فاصله از محل انتشار با توجه به جهت وزش باد (km)	تعداد مرگ‌های احتمالی	تعداد مصدومان احتمالی
فلبوویروس‌ها (Phleboviruses)	تب دره ریفت	۱	۴۰۰	۳۵،۰۰۰
فلاوی‌ویریده (Flaviviridae)	آنسفالیت منتقله از کنه	۱	۹،۵۰۰	۳۵،۰۰۰
ریکتزیا پرووازکی (Rickettsia prowazekii)	تیفوس اپیدمیک	۵	۱۹،۰۰۰	۸۵،۰۰۰
بروسلا (Brucella spp.)	بروسلوز	۱۰	۵۰۰	۱۲۵،۰۰۰
کوکسیلا بورنتی (Coxiella burnetii)	تب کیو	بیش از ۲۰	۱۵۰	۱۲۵،۰۰۰
فرانسیسلا تولارنسیس (Francisella tularensis)	تولارمی	کمتر از ۲۰*	۳۰،۰۰۰	۱۲۵،۰۰۰
باسیلوس آنتراسیس (Bacillus anthracis)	سیاه‌زخم	کمتر از ۲۰*	۹۵،۰۰۰	۱۲۵،۰۰۰

اقدامات صنعت نفت در حوزه بیوتروریسم استنشاقی

بررسی و شناسایی نقاط آسیب پذیر در صنعت نفت بخش حیاتی از پدافند زیستی استنشاقی محسوب می گردد زیرا در حملات بیوتروریستی، عامل بیولوژیک از طریق هوا و سیستم های تنفسی قابل انتشار می باشد که سبب تشدید آسیب پذیری به ویژه برای کارکنان فضاهای بسته و اتاق های کنترل می گردد. سیستم های تهویه مطبوع و هوا رسانی از مهمترین زیرساخت های حیاتی در واحدهای صنعتی به ویژه در مراکز نفتی محسوب می گردند. این سیستم ها وظیفه تامین، توزیع و تصفیه هوای مورد نیاز برای فضاهای بسته، اتاق های کنترل، آزمایشگاه ها و واحدهای عملیاتی را دارند. در صورت وقوع حملات بیوتروریستی با استفاده از بیوآئروسل ها، سیستم های تهویه به عنوان مسیرانتشار عوامل بیماری زا در کل بخش های تحت پوشش مجموعه استفاده می شوند. بنابراین درسال های اخیر صنعت نفت به ویژه مناطق نفت خیز جنوب اقدام به استفاده از فیلترهای پیشرفته شامل فیلترهای اولیه یا پیش فیلتر، فیلترهای ذرات معلق هپا [۱] و فیلترهای کربن فعال درسامانه های تهویه هوا کرده است. فیلترهای هپا قادرند بیش از ۹۹/۹۷٪ درصد از ذرات با اندازه بزرگتر از ۰/۳ میکرون را حذف کرده و در صورت ترکیب با لایه های کربنی می‌توانند تا حدودی عوامل میکروبی و ویروسی را نیز مهار نمایند و میتوان سبب کاهش بارآلودگی در محل شد. علاوه بر این بازرسی، شست و شو و تعویض دوره ای فیلترها بر اساس شرایط اقلیمی و سطح خطر منطقه در کاهش رشد میکروارگانیزها و حفظ کارایی سیستم تهویه موثر است.

[۱] High efficiency particulate absolute (HEPA)

اجرای مانورهای زیستی در مناطق حساس به صورت شبیه سازی نشت یا انتشار عوامل زیستی نیز به منظور آمادگی تیم های واکنش سریع در ایزوله سازی سیستم تهویه و قرنطینه محیط توسط گروه پدافند زیستیِ برخی شرکت های نفتی صورت گرفته است.

سیستم های پایش کیفیت هوا برای اندازه گیری ذرات معلق و آلاینده های شیمیایی بکار می رود ولی امروزه نسخه های توسعه یافته آن ها دارای حسگرهای زیستی می باشند. این مورد می تواند برای پیشگیری از حملات بیوتروریستی در نقاط حساس شرکت های نفتی استفاده گردد. همچنین ایزوله سازی و تفکیک مسیرهای هوارسانی در بخش‌های مختلف و ایجاد سیستم فشار مثبت برای خروج جریان هوای داخل به بیرون یا جلوگیری از ورود هوای بیرون، میتواند از نفوذ جریان های آلوده پیشگیری نماید. لازم است در طراحی ساختمان های صنعتی، محل ورود هوای تازه در نقاط مرتفع و دور از مسیر تردد وسایل نقلیه و نواحی تجمع افراد جانمایی گردد تا خطر نفوذ عمدی عوامل آلوده به حداقل رسد برای مثال در بیمارستان بزرگ نفت اهواز این مورد مد نظر قرار گرفته است. آموزش تیم های ایمنی و بهداشت، اپراتورها و آمادگی تیم بحران و واکنش سریع در زمینه شرایط اضطراری زیستی می‌تواند تا حدود زیادی از صدمات و آسیب های ناشی از این نوع حملات پیشگیری نماید.

از نظر اپیدمیولوژیکی، سالن های تجمع می تواند موجب شیوع گسترده بیماری های تنفسی گردد زیرا این بیماری ها از طریق ذرات مرطوب استنشاقی قابل سرایت هستند. در چنین محیط هایی انتشار یک عامل بیولوژیک استنشاقی می تواند در مدت کوتایی منجر به آلودگی جمعی تعداد زیادی از کارکنان شود. بر این اساس در دوره همه گیری کرونا، بخش های مختلف صنعت نفت به دستور سازمان بهداشت و درمان با هدف آموزش پیشگیری از مواجهه گسترده با ذرات تنفسی عامل کوئید-۱۹، اقدام به تعطیلی محل‌های تجمع، ایجاد برنامه‌های رعایت فاصله اجتماعی، نوبت بندی شیفت ها، محدودیت‌های تردد برای افراد با علائم تنفسی، استفاده اجباری از ماسک، تعطیلی موقت یا کاهش ظرفیت سالن های غذاخوری، استقرار میز سلامت در شرکت ها، کاهش زمان جلسات حضوری، لغو موقت معاینات دوره ای، ارائه خدمات غیرحضوری و آنلاین، گندزدایی بخش های مختلف و ارتقاء سیستم های تهویه مطبوع کرده است.

همچنین بیمارستان بزرگ نفت اهواز اقدام به ایجاد اورژانس های تنفسی و غیرتنفسی، ایجاد بخش های ایزوله تنفسی مانند آی سی یو تنفسی، تغییر مسیر ورود بیماران مشکوک به کوئید-۱۹ و تخصیص تیم های واکنش سریع درمانی برای نمونه گیری صورت گرفت. مرکز عملیات اضطراری [۱] به عنوان محور اصلی هماهنگی بین

[۱] Emergrncy operations center (EOC)

بخش های مختلف بهداشت و درمان به منظور پاسخ سریع، موثر و یکپارچه به وضعیت های اضطراری سلامت تشکیل شد. پایش لجظه ای موارد ابتلا، بستری و مرگ ناشی از بیماری تنفسی کوئید-۱۹ و ثبت اطلاعات مراجعین توسط این واحد صورت پذیرفت و در اختیار تیم های بهداشتی برای پایش بیشتر قرار داده شد. علاوه بر این، در سال های اخیر بخش بیماران سرپایی یا OPD [1] در محلی خارج از محیط بیمارستان های نفت اهواز، ماهشهر و آغاجاری آغاز بکار کرده است. این واحد که به شکل ایزوله با سیستم مستقل تهویه ای ساخته شده برای بیمارانی است که نیاز به خدمات درمانی سریع دارند. بخش بیماران سرپایی به عنوان اولین نقطه تماس در بیمارستان عمل می کند.

تیم های بهداشتی با ارائه یک برنامه مداوم، اقدام به تشکیل ایستگاه های غربالگری در ورودی شرکت های مختلف صنعت نفت کرده بودند. همچنین با تشکیل یک تیم واکنش سریع اقدام به ارائه خدمات آموزش تلفنی و حضوری به شرکت ها و خانواده های آن‌ها کرده بود به طوریکه این تیم روزانه چندین ماموریت آموزشی داشته و گندزدایی سطوح نیز توسط افراد مسئول این اقدام صورت می پذیرفته است. تامین و توزیع ماسک تنفسی، دستکش، گان، ضدعفونی کننده ها و سایر تجهیزات فردی توسط تیم های بهداشتی صورت گرفت و هزینه آن نیز توسط شرکت های تابعه صنعت نفت پرداخت شد. تیم های بهداشت محیط با بازرسی های مکرر و مداوم بر اجرای پروتکل های بهداشتی در اماکن عمومی، شرکت های تابعه، رستوران ها و مجموعه های غذایی نظارت داشته اند.

بیماران مراجعه کننده و نوع خدمات ارائه شده به آن ها به عنوان یک پایگاه داده در فرم های اکسل و سامانه های بهداشتی توسط تیم های واکنش سریع ثبت گردیده است و با رهگیری افراد در تماس با بیماران مبتلا و یا مشکوک به کوئید-۱۹، ضمن پیگیری وضعیت سلامتی شخص و خانواده اش سعی در ارائه آموزش‌های قرنطینه ای برای جلوگیری از مواجهات تنفسی و قطع زنجیره انتقال شده بود.همچنین در مواجهه با همه گیری این بیماری تنفسی، با دسترس قرار گرفتن واکسن، تیم های بهداشتی اقدام به واکسیناسیون گسترده مراجعین و کارکنان شرکت های نفتی و سایر افراد مراجعه کننده کرده بودند. بیش از ۱۰۶ هزار نفر توسط معاونت بهداشتی بهداشت و درمان صنعت نفت اهواز واکسینه شدند.

[1] Outpatient department

اقدامات لازم پس از وقوع بیوتروریسم استنشاقی

سیستم‌های تولید آئروسل برای عوامل بیولوژیک معمولاً ابرهای غیرقابل دیدن، با ذرات قطره‌ای کوچک‌تر از ۱۰ میکرون ایجاد می‌کنند. این ذرات می‌توانند برای مدت‌های طولانی در هوا شناور باقی بمانند. در صورت تنفس این عوامل درگیری ریوی اتفاق خواهد افتاد. مشکل دیگر آلودگی بدن فرد و لباس‌های او در صورت مواجهه با این عوامل است که حتماً باید پاکسازی آن‌ها صورت بگیرد. فضای مؤثری که تحت پوشش این عوامل قرار می‌گیرد متغیر است و بستگی به عوامل متعددی مثل سرعت باد، جهت باد و چگونگی تابش آفتاب دارد. درمواردی که ایستگاه اعلام خطر مؤثر برای تشخیص حمله وجود ندارد اولین کلید تشخیصی دیدن علائم کلینیکی مطابق با یکی از عوامل بیولوژیک در یک جمعیت است که می‌تواند روزها و ساعت‌ها بعد از حمله باشد. بسته به نوع تهدیدات، محیط فعالیت و نوع تجهیزات رفع آلودگی که در حین یک عملیات دراختیار کارگروه واحد رفع آلودگی قرار می گیرند، انواع مختلف و اشکال گوناگونی از تجهیزات حفاظت فردی دستگاه تنفسی، تهیه گردد و در صورت بروز حملات زیستی مورد استفاده قرار گیرند. ماسک ها، لباس ها، دستکش ها و پوتین های جنگ میکروبی می تواند در مقابل عوامل زیستی که توسط آئروسل منتقل می شوند، حفاظ موثری به وجود آورند. امروزه برای آنکه نیروها بتوانند کارآیی خود را در محیط های آلوده حفظ نمایند مجهز به لباس های محافظ سبک و تجهیزات پیشرفته تنفسی می شوند. پیشرفت در سیستم های فوق، دستیابی به توان مقابله با تهدیدهای مختلف را تا حدودی می تواند برآورده کند. این تجهیزات علاوه بر حفاظت فرد در برابر عوامل تهدیدات زیستی، سطح بالایی از حفاظت را در برابر عوامل آلوده کننده تنفسی و پوستی در افرادی که در معرض عواملی آئروسلی قرار گرفته اند، ایجاد می نماید. اقدامات لازم پس از وقوع بیوتروریسم استنشاقی می تواند شامل مراحل ۱-اقدامات اولیه یا واکنش سریع،۲-مدیریت بهداشت عمومی، ۳- اطلاع‌رسانی و آموزش عمومی۴-اقدامات درمانی پزشکی، ۵-اقدامات مهار و پاکسازی محیطی ۶- اقدامات بلندمدت برای پیشگیری و ۷-بررسی و بازنگری اقدامات انجام گرفته در گذشته، باشد.

۱- اقدامات اولیه یا واکنش سریع

در این مرحله لازم است آزمایش‌های سریع روی نمونه‌های هوا برای تشخیص نوع آلودگی (مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، سموم یا مواد شیمیایی خطرناک) و شناسایی منبع آلودگی (مانند انتشار از یک مرکز صنعتی، حملات هوایی یا حملات تروریستی) صورت گیرد. برای مثال، تشخیص ویروس‌هایی مانند آنتراکس (عامل سیاه‌زخم) می‌تواند به سرعت انجام شود. همچنین، تعیین مناطق و جمعیت‌هایی که در معرض استنشاق هوای

آلوده به بیوآئروسل ها قرار گرفته‌اند، با نمونه‌برداری از نقاط مختلف و استفاده از مدل‌های پیش‌بینی پراکندگی آلودگی انجام می‌شود. برای مثال، بررسی جهت باد و پراکندگی آلودگی در مناطق شهری می‌تواند به شناسایی مناطق پرخطر کمک کند. به منظور مدیریت مؤثر بحران‌های ناشی از آلودگی هوا، اجرای چندین اقدام کلیدی ضروری است. یکی از این اقدامات، استفاده از ماسک‌های محافظتی و تجهیزات تنفسی مانند ماسک‌های N ۹۵ یا مدل‌های پیشرفته‌تر است که باید به مردم و پرسنل امدادی توزیع شود. به عنوان مثال، توزیع این نوع ماسک‌ها در مناطق آلوده می‌تواند به طور قابل توجهی از مواجهه بیشتر مردم با هوای آلوده جلوگیری کند و در کاهش خطرات بهداشتی ناشی از آلودگی مؤثر باشد. ایجاد محدودیت‌های تردد و قرنطینه در مناطق آلوده نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. به عنوان مثال، ممنوعیت تردد وسایل نقلیه غیرضروری در این مناطق می‌تواند به کاهش تراکم آلاینده‌ها در هوا کمک کرده و به محافظت از سلامت عمومی کمک کند. این اقدامات کمک می‌کنند تا افراد در معرض خطر کمتری قرار بگیرند و از انتشار بیشتر آلودگی جلوگیری شود.علاوه بر این، پاک‌سازی هوا با استفاده از سیستم‌های فیلتراسیون و ضدعفونی در فضاهای بسته، مانند بیمارستان‌ها، مدارس و ادارات نیز ضروری است. نصب دستگاه‌های تصفیه هوا در مکان‌هایی مانند ایستگاه‌های مترو می‌تواند کیفیت هوا را بهبود بخشد و برای افرادی که در این فضاها هستند، محیطی سالم‌تری فراهم کند.ترکیب این اقدامات می‌تواند به بهبود وضعیت سلامت عمومی کمک کند و اثرات منفی آلودگی هوا را در جامعه کاهش دهد. همچنین، این اقدامات نشان‌دهنده‌ی توجه جدی به سلامت مردم و تلاش برای حفاظت از آن‌ها در برابر تهدیدات زیست‌محیطی است.

۲-مدیریت بهداشت عمومی

تشخیص و درمان سریع افرادی که در معرض هوای آلوده قرار گرفته‌اند، یکی از مراحل حیاتی در مدیریت بحران‌های بهداشتی است. این مرحله شامل اقدامات فوری برای درمان افرادی است که مشکلات تنفسی یا دیگر عوارض ناشی از آلودگی هوا را تجربه می‌کنند. به عنوان مثال، ارائه درمان‌های دارویی و تنفسی به افراد مبتلا باید به سرعت انجام شود تا از بروز عوارض جدی‌تر جلوگیری شود. در صورت وجود واکسن برای بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا، مانند سیاه‌زخم، واکسیناسیون سریع جمعیت در معرض خطر نیز یک اقدام ضروری به حساب می‌آید. توزیع واکسن سیاه‌زخم در مناطق آلوده می‌تواند به طور مؤثر از شیوع این بیماری جلوگیری کند و به بهبود سلامت عمومی کمک نماید. علاوه بر این، نظارت بر سلامت افراد در معرض خطر بسیار مهم است. این نظارت می‌تواند شامل ثبت موارد جدید بیماری، پایش علائم و پیگیری وضعیت بیماران

باشد. به عنوان مثال، ایجاد پایگاه داده برای ثبت و پیگیری موارد جدید بیماری به مسئولین بهداشتی اطلاعات دقیقی ارائه می‌دهد که به آن‌ها کمک می‌کند تا واکنش‌های سریع و مؤثری در کنترل بحران اعمال کنند.

۳-اطلاع‌رسانی و آموزش عمومی

اعلام مناطق آلوده و روش‌های ایمن برای محافظت از خود می‌تواند از مواجهه بیشتر مردم با هوای آلوده جلوگیری کند. آموزش رفتارهای پیشگیرانه، مانند استفاده از ماسک، ماندن در خانه و بستن پنجره‌ها، نیز به کاهش مواجهه با هوای آلوده کمک می‌کند. برای مثال، توزیع بروشورهای آموزشی در مناطق تحت تأثیر می‌تواند آگاهی مردم را افزایش دهد. همچنین، مدیریت روانی بحران با ارائه اطلاعات دقیق و جلوگیری از انتشار شایعات، اضطراب عمومی را کاهش می‌دهد. برای مثال، برگزاری جلسات پرسش و پاسخ با مردم می‌تواند به کاهش ترس و اضطراب کمک کند.

۴-اقدامات درمانی پزشکی

این اقدامات شامل اقدامات اولیه و فوری: به منظور جداسازی بیماران مشکوک به آلودگی بیوتروریسم می باشد که باید بلافاصله ایزوله شوند تا از انتشار بیماری جلوگیری شود. کادر درمانی باید از ماسک‌های N95، دستکش، گان و عینک محافظ برای حفاظت فردی استفاده کنند. شست‌وشوی فوری در صورت تماس با عامل بیولوژیکی و همچنین شست‌وشوی پوست و چشم‌ها با آب و صابون ضروری است. به منظورپیشگیری از تجمع عوامل عفونی در هوا لازم است تا محیط دارای تهویه مناسب باشد. درمان اختصاصی: که شامل کاربرد اختصاصی برای درمان بیمار بر اساس نوع عامل بیولوژیکی می باشد. پیشگیری پس از مواجهه: در صورت وجود واکسن برای عامل بیولوژیکی خاص لازم است بلافاصله واکسیناسیون صورت پذیرد. درنهایت، درمان آلودگی بیوتروریسم استنشاقی نیازمند رویکردی چندوجهی شامل تشخیص سریع، درمان اختصاصی، پیشگیری و احتمالا حمایت‌های پزشکی باشد. همکاری بین بخش‌های بهداشتی، امنیتی و درمانی برای مقابله مؤثر با چنین تهدیداتی لازم و حیاتی است.

۵-اقدامات مهار و پاکسازی محیطی

در حملات بیوتروریستی استنشاقی، اقدامات مهار و پاکسازی محیطی برای کاهش خطرات ناشی از عوامل بیولوژیکی و جلوگیری از گسترش آلودگی بسیار حیاتی است. این اقدامات شامل شناسایی و ارزیابی خطر، تشخیص عامل بیولوژیکی، ارزیابی گستردگی آلودگی، ایزوله کردن منطقه آلوده، قرنطینه افراد، نصب علائم هشدار، پوشیدن لباس‌های محافظ، رعایت پروتکل‌های ایمنی، پاکسازی و ضدعفونی، استفاده از مواد

ضدعفونی‌کننده، پاکسازی سطوح، تهویه هوا، دفع ایمن مواد آلوده، جمع‌آوری و بسته‌بندی، انتقال به محل دفع، نظارت و ارزیابی پس از پاکسازی، نمونه‌برداری مجدد، بررسی سلامت پرسنل، آموزش و آگاهی‌بخشی، آموزش پرسنل، اطلاع‌رسانی عمومی، هماهنگی با نهادهای مرتبط، همکاری با سازمان‌های بهداشتی، هماهنگی با مراکز بهداشتی و درمانی برای مدیریت بهتر بحران و همکاری با نهادهای امنیتی می باشند. این اقدامات باید به صورت سیستماتیک و با دقت بالا انجام شوند تا از گسترش آلودگی و خطرات ناشی از حملات بیوتروریستی جلوگیری شود.

۶-اقدامات بلندمدت برای پیشگیری

این اقدامات شامل تقویت سیستم‌های نظارتی بر کیفیت هوا و انجام آزمایش‌های دوره‌ای است. برای مثال، استفاده از سنسورهای آنلاین برای کنترل کیفیت هوا می‌تواند به شناسایی سریع آلودگی کمک کند. همچنین، سرمایه‌گذاری در سیستم‌های تصفیه هوا و فیلتراسیون پیشرفته نیز ضروری است برای مثال، نصب سیستم‌های تصفیه هوا در ساختمان‌های عمومی می‌تواند کیفیت هوا را بهبود بخشد. علاوه بر این، برگزاری دوره‌های آموزشی و مانورهای شبیه‌سازی برای آمادگی بهتر در برابر تهدیدات آینده نیز باید انجام شود برای مثال، آموزش پرسنل امدادی در مورد روش‌های مقابله با بیوتروریسم هوایی می‌تواند به بهبود پاسخ‌ها کمک کند.

۷-بررسی و بازنگری اقدامات قبلی

تحلیل زمان پاسخگویی و میزان موفقیت در کنترل آلودگی، ابزاری کلیدی برای بهبود پروتکل‌ها و استراتژی‌های مدیریت بحران به شمار می‌آید. این تحلیل به ما اجازه می‌دهد تا نقاط قوت و ضعف سیستم‌های فعلی را شناسایی کنیم و بر اساس آن‌ها اقدامات اصلاحی لازم را انجام دهیم. به عنوان مثال، بررسی زمان‌های واکنش به آلودگی‌ها و ارزیابی اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت عملیات کنترل آلودگی می‌تواند به تعیین کارایی روش‌های فعلی کمک کند و امکان بهبود عملکرد را فراهم آورد.همچنین، اصلاح و بهبود دستورالعمل‌ها و پروتکل‌های مقابله با بیوتروریسم ناشی از هوا نیز از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. به‌ویژه، تدوین دستورالعمل‌های جدید برای ضدعفونی هوا می‌تواند به افزایش آمادگی مؤسسات و نهادهای مختلف در برابر تهدیدات آینده کمک کند. این دستورالعمل‌ها می‌تواند شامل انتخاب شیوه‌های مؤثر ضدعفونی، مواد شیمیایی و تکنیک‌های مناسب باشد که بتواند سریع و مؤثر آلاینده‌ها و عوامل بیوتروریستی را از بین ببرد.

فصل چهارم:

تهدیدات زیستی درآب آشامیدنی

بیوتروریسم آب آشامیدنی

اهمیت منابع آب شیرین و تأسیسات زیربنایی آبی برای سلامت جوامع انسانی موجب شده است که این منابع از عمده ترین اهداف حملات تروریستی به شمار روند. یکی از حوزه های تهدیدات زیستی، منابع و ذخایر آب آشامیدنی است که می توانند مسمومیت یا بیماری مسری و خطر ناک از طریق آن بصورت عمدی و یا غیر عمدی براحتی در سطح گسترده در جامعه انسانی منتشر نمایند. لذا با توجه به خطر پذیری بالای این حوزه مراقبت و حفاظت از بدنه های آبی ضرورت دارد. تاکنون چندین مورد حملات تروریستی با استفاده از آلوده کردن آب آشامیدنی به پاتوژنهای میکروارگانیسمی در دنیا گزارش شده است. برخلاف اغلب عوامل تروریستی، تشخیص تهدیدات مربوط به منابع آبی بسیار مشکل است و از آنجا که چنین حملاتی تنها با پخش شدن آب آلوده و تلفات تعداد زیادی از افراد در یک طغیان یا اپیدمی مشخص میشود، تشخیص و مقابله سریع، اهمیت بسیار دارد. علاوه بر کنترل دائمی و برطرف کردن احتمال آسیب پذیری مخازن و تأسیسات آب شرب در شرایط طبیعی، به منظور مقابله سریع و کارآمد با این تهدیدات به ویژه در موقعیت های بحرانی، اکثر کشورهای دنیا به آزمایشگاه های تشخیصی، سیستم های نظارتی و شبکه های مانیتورینگ پیشرفته مجهز هستند. به نظر میرسد راه اندازی آزمایشگاه مرجع تخصصی کنترل و پایش آب آشامیدنی در زمینه پدافند غیرعامل، حیاتی است. این آزمایشگاه ها علاوه بر انجام تست های عمومی و سنتی، دارای بخش های تخصصی برای پایش، ردیابی و تشخیص سریع عوامل پاتوژن میکروارگانیسمی آلوده کننده آب آشامیدنی و نیز توکسین های بیولوژیک موجود در این حیطه با استفاده از روش های مولکولی، ایمنولوژیک، بیوسنسورها و نانوسنسورها خواهند بود.

در حال حاضر انواع توکسین های بیولوژیک به عنوان عوامل مهم بالقوه بیوتروریسم برای آلوده کردن منابع آب آشامیدنی در نظر گرفته میشوند. این توکسین ها شامل: ریسین، آفلاتوکسین، ساکسیتوکسین، آناتوکسین A، توکسین بوتولیسم، مایکوتوکسین T-۲، تترودوتوکسین، انتروتوکسینهای استافیلوکوکی، و میکروسیستین میباشند.

منابع آبی و تروریسم

نگرانی اصلی در مورد حملات تروریستی به منابع آبی به دو دسته کلی تقسیم می‌شود: نخست، حمله مستقیم به شالوده‌ها و زیرساخت‌های سیستم‌های آبی که شامل تخریب فیزیکی تأسیسات، مخازن، لوله‌کشی، سدها و تصفیه‌خانه‌ها است. دوم، ورود عمدی یک عامل سمی یا بیماری‌زا به منابع آبی. نتیجه هر دو نوع حمله، غیرقابل شرب شدن آب، تهدید سلامت جامعه و ایجاد هراس عمومی خواهد بود. در گذشته، آسیب‌پذیری منابع و مخازن آبی در برابر تروریسم بیشتر متوجه تخریب فیزیکی تأسیسات آبی بود، اما در سال‌های اخیر، به‌ویژه از

سال ۲۰۰۰، خطر حملات شیمیایی و بیولوژیک به‌طور جدی افزایش یافته است. از نمونه‌های مستند می‌توان به تلاش برای آلوده‌سازی آب آشامیدنی در رم، حملات سایبری هکرها به سیستم‌های آب ایالات متحده، تلاش برای مسموم کردن آب در اسپانیا مرتبط با القاعده و استفاده شورشیان عراق از آب به‌عنوان سلاح اشاره کرد. همچنین نمونه‌هایی در استرالیا در سال‌های ۱۹۸۴ و ۲۰۱۲ رخ داده است که به تهدیدهای تروریستی برای مسموم کردن منابع آب مرتبط بوده‌اند. برای حمله به منابع آبی و مخازن آب شرب، عوامل میکروارگانیسمی و شیمیایی انتخاب شده برای بیوتروریسم باید دارای خواص خاصی باشند. از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱ .قابلیت تبدیل به سلاح بیولوژیک:

عامل باید بتواند در مقادیر کافی تولید و توزیع شود تا اثر مورد نظر را داشته باشد. این بدان معناست که تولید آن از نظر تکنیکی ممکن و قابل انجام در حجم‌های مناسب است تا بتواند جمعیت هدف را تحت تأثیر قرار دهد.

۲ .تناسب برای انتشار در آب:

عامل باید در محیط آب زنده بماند و به خوبی حل شود تا بتواند در منابع آبی، مانند مخازن آب شرب یا منابع آبی طبیعی منتشر شود. پایداری شیمیایی و زیستی در آب برای انتقال مؤثر به محل هدف حیاتی است.

۳ .عفونی، ویرولانت یا سمی بودن:

عامل باید توانایی ایجاد بیماری، آسیب جدی یا مرگ داشته باشد. علاوه بر این، باید در جامعه هدف ایمنی جمعیتی وجود نداشته باشد تا باعث شیوع سریع بیماری یا مسمومیت شود.

۴ .دوز عفونی‌کننده پایین:

دوز مؤثر (دوز لازم برای ایجاد عفونت یا اثر بیماری‌زا) باید پایین باشد؛ یعنی حتی مقادیر کمی از عامل بتواند بیماری ایجاد کند. این ویژگی باعث می‌شود حمله با مقدار کمتر، اثر گسترده‌تر و سریع‌تری داشته باشد.

۵ .قابلیت سرایت بالا:

عامل باید بتواند به راحتی از فردی به فرد دیگر منتقل شود یا در محیط به نحوی پخش شود که دامنه وسیعی را تحت تأثیر قرار دهد. این ویژگی ارتقاءدهنده توانایی گسترش عامل و افزایش تعداد قربانیان است.

۶ .حفظ اثرگذاری در طول زمان و طی فرآیند تصفیه:

عامل باید در طی مدت زمان انتقال و مواجهه با فرآیندهای استاندارد تصفیه آب، پایداری و قدرت خود را حفظ کند تا بتواند به محل هدف برسد و اثر مضر خود را اعمال نماید. اگر عامل در فرآیندهای معمول تصفیه آب خنثی شود، کاربرد سلاحی آن کاهش می‌یابد.

۷ .عدم دسترسی به ابزار درمان:

اگر برای مقابله با عامل، داروها یا واکسن‌های مؤثر وجود نداشته باشد یا دسترسی به آن‌ها محدود یا غیرممکن باشد، خطر آن به شدت افزایش می‌یابد. فقدان درمان، علاوه بر تأثیرات مستقیم بیماری یا سم، موجب اضطراب، اختلال اجتماعی و فشار بر سیستم‌های بهداشتی می‌شود.

از آنجا که آب سالم و قابل دسترس از نیازهای اساسی بشر است، هدف قرار دادن سیستم‌های تأمین و توزیع آب توسط گروه‌های تروریستی یا افراد مخرب می‌تواند پیامدهای بسیار خطرناکی در سطح جامعه ایجاد کند. به همین دلیل، حفاظت و افزایش امنیت این زیرساخت‌ها، اجتناب‌ناپذیر است و نیازمند برنامه‌ریزی‌های دقیق، ارزیابی ریسک‌های بالقوه و استفاده از فناوری‌های نوین برای شناسایی و مقابله با تهدیدات است. در این راستا، نقاط محتمل برای آلوده‌سازی و حمله تروریستی به سیستم‌های تأمین آب را می‌توان به بخش‌های مختلفی تقسیم کرد که شامل منابع آب اولیه، تصفیه‌خانه‌ها، شبکه‌های توزیع، مخازن ذخیره و تجهیزات کنترلی است. شناخت و تمرکز بر این نقاط بحرانی زمینه را برای طراحی اقدامات پیشگیرانه و واکنش سریع در مواجهه با تهدیدات فراهم می‌سازد. نقاط محتمل برای آلوده سازی آب در اقدامات تروریستی را می‌توان به چند دسته عمده تقسیم‌بندی کرد:

۱ .بالادست یک سیستم عمومی یا نقطه جمع آوری: سیستم‌های آبرسانی شامل منابع اولیه‌ای مانند رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، مخازن ذخیره، چاه‌ها و سدها هستند که ممکن است در معرض آلودگی عمدی قرار گیرند. از آنجا که این بخش‌ها منبع اصلی تأمین آب به شمار می‌روند، هرگونه آلودگی در این نقاط تأثیر گسترده‌ای بر کیفیت و سلامت آب خواهد گذاشت

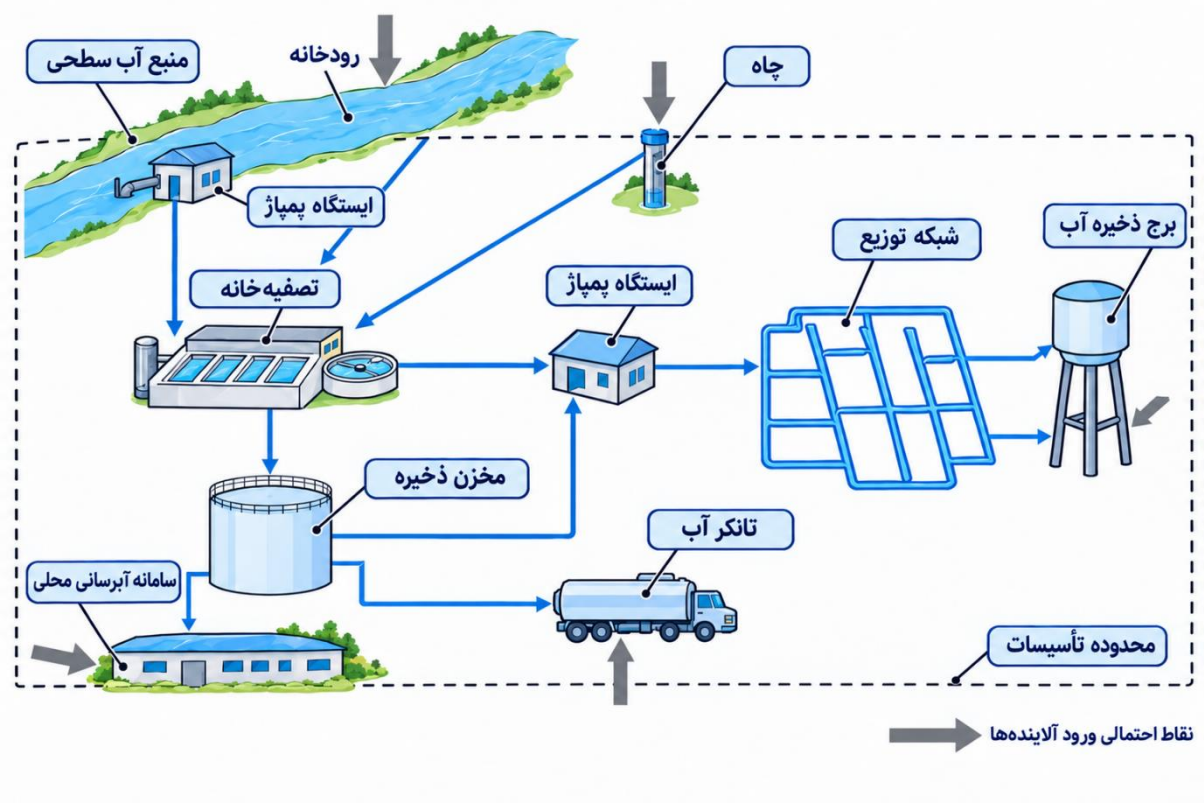
۲. .سیستم آبرسانی: نقطه دسترسی به آب‌گیر عمومی یا ورودی تصفیه‌خانه‌ها است. این قسمت به عنوان محل دریافت آب از منابع اصلی عمل می‌کند که متعاقباً در سایر تجهیزات و تاسیسات تصفیه، فرآوری می‌شود. نقاط آب‌گیر و خود تصفیه‌خانه‌ها از مهم‌ترین اهداف حملات خرابکارانه و آلوده‌سازی اهداف عمدی به شمار می‌آیند. با توجه به اینکه مناطق تحت پوشش عموماً آب خود را از تصفیه خانه های تحت نظارت دریافت می کنند تشکیل تیم ایمنی آب جهت پایش و کنترل تمامی عوامل موثر در اقدامات عمدی و غیر عمدی موثر می باشد.

۳ .نقاط انتخابی در سیستم توزیع آب و پس از تصفیه :آب تصفیه شده پس از فرآیند پالایش، از طریق شبکه‌های توزیع به بخش‌های مختلفی مانند واحدهای عملیاتی، تأسیسات نگهداری، مراکز اداری و مناطق اقامتی منتقل می‌شود. بخش‌های انتهایی این شبکه، شامل خطوط اصلی انتقال و انشعابات کوچک‌تر، به‌عنوان نقاط بحرانی شناخته می‌شوند که احتمال ورود آلودگی از آنها وجود دارد و می‌توانند سلامت کارکنان و خانواده آنها را تحت تأثیر قرار دهند. به همین دلیل، شناسایی و انتخاب این نقاط پرخطر برای نمونه‌برداری و نظارت مستمر، از اهمیت بالایی برخوردار است. در این راستا، کارشناسان بهداشت صنعت نفت به‌طور مستمر از این نقاط انتخابی در سیستم توزیع آب نمونه‌برداری می‌کنند. این نقاط معمولاً بخش‌های انتهایی شبکه و محل‌های برداشت آب برای مصرف‌کنندگان مختلف مانند واحدهای عملیاتی، اداری و اقامتی به شمار می‌آیند. نمونه‌برداری مستمر از این نقاط پرخطر، نقش کلیدی در تضمین سلامت کارکنان دارد و به پیشگیری از ورود آلودگی‌هایی که می‌تواند سلامت را به خطر بیندازد کمک می‌کند. این اقدام‌ها بخش مهمی از حفاظت بهداشت محیط کار در صنعت نفت محسوب می‌شوند.

۴ .مخازن ذخیره و شبکه‌های داخلی ساختمان‌ها :آب تصفیه‌شده‌ای که در نزدیکی مصرف‌کننده ذخیره می‌شود، مانند مخازن ذخیره خانگی، ساختمان‌های اداری یا شبکه‌های آب‌رسانی داخلی مجتمع‌ها و ساختمان‌ها، از نقاط آسیب‌پذیر در برابر آلودگی به شمار می‌رود. با توجه به اینکه اکثر مناطق عملیاتی صنعت نفت خارج از بافت شهری قرار دارند، وجود مخازن ذخیره و انتقال آب از طریق تانکرهای آبرسانی امری اجتناب‌ناپذیر است. این موضوع ضرورت توجه ویژه به منابع ذخیره آب را دوچندان می‌سازد. برای کنترل و پیشگیری از بروز خرابکاری‌های عمدی یا پیامدهای ناشی از حوادث طبیعی، لازم است مطابق دستورالعمل‌های مربوطه اقدام شود. همچنین این موارد باید در بازرسی‌های دوره‌ای توسط کارشناسان بهداشت محیط مورد ارزیابی و پایش قرار گیرد.

۵ .آب در فرآوری مواد غذایی و تولید آب بسته‌بندی : در مجموعه‌های غذایی صنعت نفت (نظیر آشپزخانه‌ها و رستوران‌های صنعتی)، آب نقش کلیدی در فرآوری مواد غذایی، شست‌وشو، و آماده‌سازی وعده‌های مصرفی کارکنان دارد. این منابع آبی می‌توانند به عنوان نقاط آسیب‌پذیر در برابر آلودگی یا خرابکاری عمدی محسوب شوند. هرگونه آلودگی در این بخش نه تنها سلامت کارکنان را به خطر می‌اندازد بلکه می‌تواند موجب ایجاد بحران بهداشتی در سطح واحدهای عملیاتی شود. به همین دلیل بازرسی مستمر کارشناسان بهداشت محیط از این مجموعه‌ها و انجام نمونه‌برداری‌های دوره‌ای از آب مصرفی، می تواند کیفیت و ایمنی آن را تضمین کند. این اقدامات به منظور پیشگیری از انتقال عوامل بیماری‌زا از طریق غذا و آب و همچنین تضمین سلامت کارکنان در شرایط کاری خاص انجام می‌گیرد.

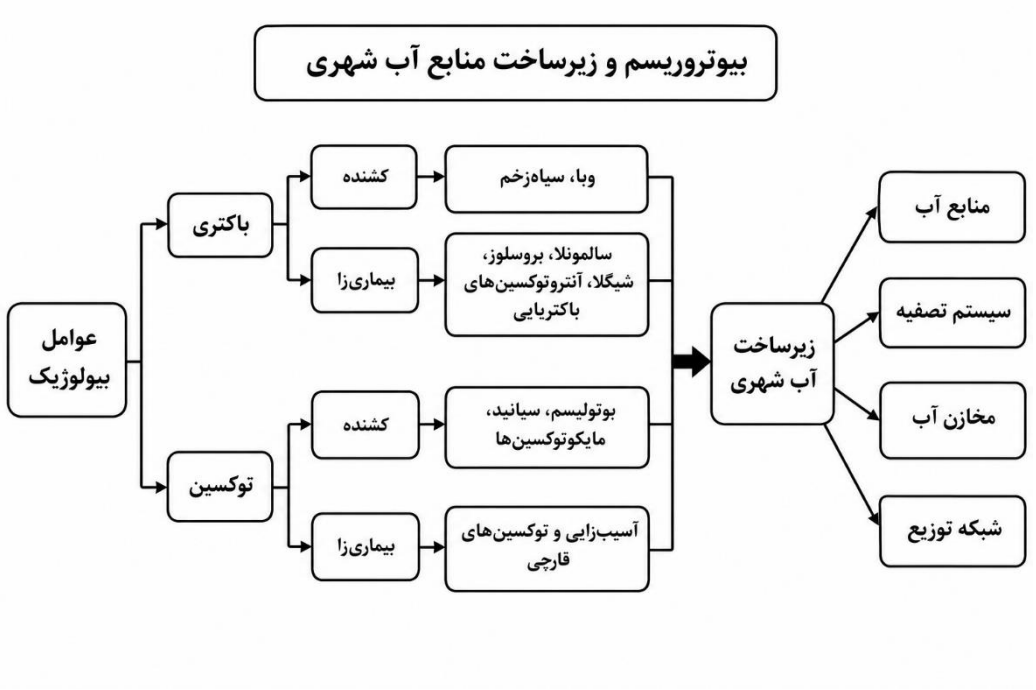
۶ .آب‌های تفریحی و آب‌های پذیرنده :آب‌های هر دو دسته آب تصفیه شده و آب خام مورد استفاده در استخرهای شنا، پارک‌های آبی، برکه‌ها و دریاچه‌ها که ممکن است محل تجمع افراد باشند، می‌توانند اهداف بالقوه‌ای برای آلودگی عمدی باشند. همچنین، آب‌های پذیرنده مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌ها ممکن است به طور ثانویه از طریق فاضلاب‌های بهداشتی یا صنعتی آلوده شوند که ممکن است در آنها عوامل جنگ‌افزار بیولوژیکی، شیمیایی یا رادیولوژیکی وارد شده باشند. با توجه به وجود زیرساخت های تفریحی در مناطق، پایش مستمر کیفیت میکروبی و شیمیایی آب مناطق تفریحی از اقدامات مهم در خصوص پیشگیری از وقوع حوادث زیستی میباشد.



شکل ۴-۱: نقاط محتمل برای ورود عوامل بیولوژیکی به منابع آب

تهدیدهای عمده بیوتروریستی منابع آبی

محیط زیست آمریکا فهرستی از تهدیدهای بیولوژیک مربوط به آب ارائه کرده است که به کلاس‌های مختلف تهدید تقسیم می‌شود. برخی از این موارد تنها در سیستم‌های نظامی وجود دارند، در حالی که برخی دیگر می‌توانند توسط گروه‌های تروریستی تولید شوند. به طور کلی، دو نوع عمده تهدیدهای بیولوژیک در ارتباط با منابع آبی وجود دارد:



شکل ۴-۲. تقسیم بندی عوامل بیوتروریسم آب آشامیدنی

مدیریت پاتوژن های زیستی آلوده کننده منابع آبی

کریپتوسپوریدیوم

کریپتوسپوریدیوم عامل بیماری کریپتوسپوریدیوز است که معمولاً از طریق نوشیدن آب آلوده به فضولات دامی، به‌ویژه گاوی، منتقل می‌شود. هرچند تاکنون به‌عنوان جنگ‌افزار مورد استفاده قرار نگرفته، اما به دلیل قدرت بالای عفونت‌زایی و دسترس‌پذیری آسان به‌عنوان یک عامل بالقوه برای خرابکاری در منابع آب آشامیدنی مطرح است. اووسیست‌های کریپتوسپوریدیوم پاروووم می‌توانند چند روز یا حتی بیشتر در آب زنده بمانند، اما نسبت به حرارت حساس هستند. این میکروارگانیسم به‌عنوان یک پاتوژن نوظهور شناخته می‌شود و هنوز روش‌های ضدعفونی قطعی برای کنترل آن وجود ندارد. اووسیست‌های کریپتوسپوریدیوم در برابر ضدعفونی‌کننده‌های رایج مانند کلر و دی‌اکسید کلر مقاومت زیادی دارند، اما استفاده از ترکیب‌های متوالی کلر با سایر مواد ضدعفونی‌کننده نتایج امیدوارکننده‌ای داشته است. نور ماوراءبنفش می‌توانند بیش از ۹۹/۹۹٪ اووسیست‌های کریپتوسپوریدیوم را غیرفعال کنند. همچنین، دستگاه‌های تصفیه آب خانگی مبتنی بر اسمز معکوس قادرند تا ۱۰۰٪ اووسیست‌ها را که اندازه‌ای بین ۳ تا ۷ میکرون دارند، حذف نمایند. بسیاری از دستگاه‌های فیلتراسیون دیگر نیز دست‌کم ۹۹/۹٪ حذف ایجاد می‌کنند؛ برای مثال، فیلترهای عمقی پلی‌پروپیلن با منافذ مطلق ۳ میکرومتر چنین کارایی‌ای دارند. در مقابل، پیش‌فیلترهای پنبه‌ای مارپیچی با منافذ اسمی ۰/۵

میکرون در سیستم‌های اسمز معکوس، کمتر از ۹۰٪ اووسیست‌ها را حذف می‌کنند. در مقیاس شهری، فیلتراسیون مستقیم یکی از روش‌های تصفیه آب است که در آن آب پس از مرحله انعقاد و لخته‌سازی، بدون طی کردن مرحله ته‌نشینی مستقیماً وارد فیلتر می‌شود. این روش برای آب‌هایی که کدورت پایین و کیفیت اولیه مناسبی دارند به کار می‌رود و معمولاً توانایی حذف حدود ۹۹/۹٪ ذرات و میکروارگانیسم‌ها را دارد. به زبان ساده، در این روش فیلتر کار اصلی جداسازی را انجام می‌دهد و به همین دلیل سرعت و هزینه کمتری نسبت به سایر روش‌ها دارد. در مقابل، روش‌هایی مانند فیلتراسیون شنی کند یا فیلتراسیون بستر دیاتومه‌ای از کارایی بالاتری برخوردارند و می‌توانند بیش از ۹۹/۹۹٪ حذف ایجاد کنند. این تفاوت نشان می‌دهد که هرچه کارایی فیلتراسیون بالاتر باشد، احتمال باقی ماندن میکروب‌ها یا عوامل بیماری‌زا کمتر خواهد بود و امنیت آب آشامیدنی بیشتر تضمین می‌شود. با این وجود، باید توجه داشت که کلرزنی آب تصفیه‌شده به‌تنهایی و در صورت افت کارایی فیلتراسیون، توانایی محافظت کافی در برابر کریپتوسپوریدیوم را ندارد.

فرانسیسلا تولارنسیس

آب آلوده می‌تواند منبع انتقال عامل بیماری‌زای فرانسیسلا تولارنسیس باشد. دوز عفونی این باکتری بسیار پایین است؛ به‌طوری‌که از طریق استنشاق تنها با ورود حدود ۱۰ تا ۵۰ میکروارگانیسم (یا حتی کمتر) می‌تواند بیماری ایجاد شود. اما از طریق بلع آب آلوده مقدار بیشتری لازم است. برای مثال، اگر فردی روزانه حدود ۱۵ لیتر آب بنوشد، غلظت تقریبی یک میلیون میکروارگانیسم در هر لیتر ($۱۰^{۶}$) برای ایجاد بیماری کافی خواهد بود. در حالتی دیگر، اگر مصرف روزانه ۵ لیتر آب باشد و این روند به مدت یک هفته ادامه پیدا کند، غلظت آب باید حدود سه میلیون میکروارگانیسم در هر لیتر (۳×۱۰^{۶}) باشد تا همان مقدار عفونی وارد بدن شود.این باکتری می‌تواند برای ماه‌ها در آب یا گل‌ولای زنده بماند و حتی در این شرایط تکثیر کند. فرانسیسلا تولارنسیس نسبت به حرارت حساس است و با جوشاندن یا حرارت‌دهی از بین می‌رود، اما در برابر انجماد مقاوم بوده و زنده می‌ماند بررسی‌ها نشان داده‌اند که کلرزنی معمولی با غلظت ۰/۵ تا ۲ میلی‌گرم در لیتر، که برای ضدعفونی آب آشامیدنی استفاده می‌شود، در برابر این باکتری مؤثر نیست.

شیگلا

شیگلا دیسانتری علاوه بر مواد غذایی، می‌تواند به‌عنوان یک تهدید جدی برای منابع آب آشامیدنی هم مطرح باشد. دوز عفونی شیگلا فلکسنری (یکی از گونه‌های عامل اسهال خونی) در مطالعات انسانی بین $۱۰^{۴}$ تا $۱۰^{۸}$ میکروارگانیسم گزارش شده است. دوز پایین‌تر آن معادل نوشیدن آبی است که در هر لیتر حدود ۱۰۰ میکروارگانیسم داشته باشد، اگر فرد روزانه ۱۵ لیتر آب مصرف کند. در حالتی دیگر، اگر فرد روزانه ۵ لیتر آب به مدت یک هفته بنوشد، غلظت آب باید حدود ۳۰۰ میکروارگانیسم در هر لیتر باشد تا بیماری ایجاد شود. البته

حساسیت افراد بسیار متفاوت است و برخی حتی با مقادیر کمتر هم دچار عفونت می‌شوند. شیوع بیماری شیگلوز در نوزادان و کودکان به‌طور چشمگیری بیشتر از بزرگسالان است. گونه‌های شیگلا می‌توانند ۲ تا ۳ روز در آب زنده بمانند و در سال‌های اخیر چندین شیوع مرتبط با آب‌های تفریحی (مانند استخرها و پارک‌های آبی) گزارش شده است.

شیگلا نسبت به ضدعفونی‌کننده‌ها حساس است. برای نمونه، در شرایط pH ۷ و دمای ۲۰ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد، باقی‌مانده کلر با غلظت ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند ظرف ۱۰ دقیقه، ۹۹/۶ تا ٪۱۰۰ شیگلا را از بین ببرد. همچنین، اشعه ماوراءبنفش (UV) بسیار مؤثر است و برای سیستم‌های کوچک هم کاربرد دارد؛ به‌طوری‌که با دوز ۳،۴ میلی‌وات‌ثانیه بر سانتی‌متر مربع در طول موج ۲۵۳،۷ نانومتر می‌تواند بیش از ٪۹۹/۹ باکتری‌ها را غیرفعال کند. تقریباً تمام شیوع‌های اخیر شیگلوز ناشی از منابع آب فردی و غیراستاندارد یا آب‌های تفریحی بوده‌اند، که این موضوع نشان می‌دهد آب آشامیدنی شهری که به‌درستی ضدعفونی می‌شود، مانع بسیار مطمئنی در برابر شیگلا است.

سالمونلا

سالمونلاها از جمله پاتوژن‌هایی هستند که به‌راحتی می‌توانند از طریق آب و حتی تماس مستقیم منتقل شوند. دوز عفونی حدود $۱۰^۴$ میکروارگانیسم است. این مقدار در عمل معادل نوشیدن آبی است که در هر لیتر حدود ۱۰۰ میکروارگانیسم داشته باشد، اگر فرد روزانه ۱۵ لیتر آب مصرف کند. در حالتی دیگر، اگر فرد روزانه ۵ لیتر آب به مدت یک هفته بنوشد، غلظت آب باید حدود ۳۰۰ میکروارگانیسم در هر لیتر باشد تا بیماری ایجاد شود. سالمونلا تیفی (عامل تب تیفوئید) توانایی بقای بالایی دارد:در خاک: ۲۹ تا ۵۸ روز، در آب دریا: حدود ۹ روز، در آب شیرین: حدود ۸ روز، در یخ: تا ۵ ماه، پایداری گونه‌ی سالمونلا تیفی موریوم نیز تقریباً مشابه است. با این حال، از زمانی که کلر برای تصفیه آب شهری معرفی شد، بیماری تب تیفوئید ناشی از آب در ایالات متحده تقریباً ریشه‌کن شده است. از نظر ضدعفونی پیشرفته، سالمونلا تیفی موریوم برای غیرفعال‌سازی بیش از ٪۹۹/۹ نیازمند دریافت دوز حدود ۱۵،۲ میلی‌وات‌ثانیه بر سانتی‌متر مربع از اشعه ماوراءبنفش در طول موج ۲۵۳،۷ نانومتر است.

کوکسیلا بورنتی

کوکسیلا بورنتی توانایی انتقال از طریق آب آشامیدنی را دارد، هرچند مسیر اصلی انتقال آن معمولاً استنشاق است. دوز عفونی برای ٪۵۰ افراد (ID_{50}) در انسان حدود ۲۵ میکروارگانیسم تخمین زده شده است. این مقدار بسیار کم است و در عمل معادل وجود کمتر از ۱ میکروارگانیسم در هر لیتر آب خواهد بود، اگر فرد روزانه ۱۵ لیتر یا ۵ لیتر در طول یک هفته مصرف کند.این باکتری می‌تواند در آب لوله‌کشی تا ۱۶۰ روز در دمای ۲۰ تا

۲۲ درجه سانتی‌گراد زنده بماند. همچنین، در برابر حرارت، خشکی، شوک اسمزی و اشعه ماوراءبنفش (UV) مقاوم است.در مورد ضدعفونی، هیپوکلریت سدیم ۱٪ می‌تواند آن را غیرفعال کند. با این حال، اطلاعات دقیقی درباره مقاومت آن در برابر غلظت‌های معمول هیپوکلریت که برای ضدعفونی آب آشامیدنی استفاده می‌شود، در دسترس نیست. به‌طور کلی، کوکسیلا بورنتی در برابر بسیاری از ضدعفونی‌کننده‌های استاندارد مقاوم محسوب می‌شود. در گذشته، دستگاهی به نام ERDLator (یک تجهیزات میدانی ارتش که امروزه منسوخ شده) برای حذف این میکروارگانیسم استفاده می‌شد. این دستگاه با ترکیب روش‌های انعقاد با کلرید آهن و سنگ آهک، ضدعفونی با کلر باقیمانده ۰٫۸ میلی‌گرم در لیتر با زمان تماس ۲۰ دقیقه، و فیلتراسیون دیاتومه توانست غلظت کوکسیلا بورنتی را به سطح غیرقابل‌تشخیص کاهش دهد.

کلامیدیوفیلا پسی‌تاسی

برخی محققین پتانسیل انتقال کلامیدیوفیلا پسی‌تاسی از طریق آب را گزارش کرده‌اند، اگرچه دوز عفونی بیماری پسیتاکوز برای انسان هنوز مشخص نیست. این میکروارگانیسم نسبت به حرارت حساس است، مشابه ریکتسیا پرووازکی. در آب دریا می‌تواند حدود ۱۸ تا ۲۴ ساعت زنده بماند. برای غیرفعال‌سازی کلامیدیوفیلا پسی‌تاسی، استفاده از هیپوکلریت سدیم ۱٪ مؤثر است. کلامیدیوفیلا پسی‌تاسی بیشتر به طریق استنشاق ذرات آلوده، تماس مستقیم یا بلع منتقل می‌شود و پرندگان ناقل اصلی آن هستند. وجود این باکتری در محیط‌های آبی می‌تواند به عنوان یکی از عوامل احتمالی در انتقال بیماری‌های عفونی مطرح گردد.

یرسینا پستیس

یرسینا پستیس باید به‌عنوان یک تهدید مهم برای منابع آب آشامیدنی در نظر گرفته شود. دوز بیماری‌زای این باکتری حدود ۷۰ میکروارگانیسم است، که معادل وجود کمتر از ۱ میکروارگانیسم در هر لیتر آب برای مصرف روزانه ۱۵ لیتر یا حدود ۲ میکروارگانیسم در هر لیتر برای مصرف ۵ لیتر در روز به مدت یک هفته می‌باشد.این عامل می‌تواند در آب تا ۱۶ روز و در خاک مرطوب بیش از ۶۰ روز زنده بماند. همچنین، برای مدتی در خلط خشک، مدفوع کک‌ها و اجساد دفن‌شده هم زنده می‌ماند.یرسینا پستیس نسبت به حرارت حساس است و می‌تواند در کمتر از ۱۵ دقیقه در دمای ۵۵ تا ۷۲ درجه سانتی‌گراد غیرفعال شود. همچنین، پس از چند ساعت قرار گرفتن در معرض نور مستقیم خورشید از بین می‌رود. در زمینه ضدعفونی، این باکتری توسط هیپوکلریت سدیم ۱٪ غیرفعال می‌شود، اگرچه اطلاعاتی درباره مقاومت آن در برابر غلظت‌های معمول ضدعفونی آب آشامیدنی موجود نیست. همچنین، دی‌اکسید کلر با غلظت ۰٫۲۵ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند آن را به‌طور کامل (۱۰۰٪) غیرفعال کند.

بروسلا

بروسلوز معمولاً از طریق مصرف شیر آلوده منتقل می‌شود، اما آب نیز می‌تواند مسیر احتمالی انتقال عفونت باشد. دوز عفونی این باکتری حدود ۱۰،۰۰۰ میکروارگانیسم است. این مقدار در عمل معادل نوشیدن آبی است که در هر لیتر حدود ۱۰۰ میکروارگانیسم داشته باشد، اگر فرد روزانه ۱۵ لیتر آب مصرف کند. در حالتی دیگر، اگر فرد روزانه ۵ لیتر آب به مدت یک هفته بنوشد، غلظت آب باید حدود ۳۰۰ میکروارگانیسم در هر لیتر باشد تا بیماری ایجاد شود. بروسلا ملیتنسیس می‌تواند در خاک بین ۷ تا ۶۹ روز و در آب بین ۲۰ تا ۷۲ روز زنده بماند، اما نور مستقیم خورشید آن را غیرفعال می‌کند. در زمینه ضدعفونی، این باکتری توسط هیپوکلریت سدیم ۱٪ غیرفعال می‌شود. با این حال، اطلاعات دقیقی درباره مقاومت آن در برابر غلظت‌های معمول ضدعفونی آب آشامیدنی موجود نیست.

ویبریو کلرا

وبا یک بیماری عفونی حاد در انسان است و در گذشته به‌عنوان سلاح تروریستی برای آلوده کردن آب آشامیدنی مورد استفاده قرار گرفته است. دوز عفونی برای یک فرد سالم حدود 10^3 میکروارگانیسم است. این مقدار در عمل معادل نوشیدن آبی است که در هر لیتر حدود ۱۰ میکروارگانیسم داشته باشد، اگر فرد روزانه ۱۵ لیتر آب مصرف کند. در حالت دیگر، اگر فرد روزانه ۵ لیتر آب به مدت یک هفته بنوشد، غلظت آب باید حدود ۳۰ میکروارگانیسم در هر لیتر باشد تا بیماری ایجاد شود. ویبریو کلرا می‌تواند در برخی آب‌های حاوی مواد آلی تا ۶ هفته، در فاضلاب تا ۲۴ ساعت و در خاک تا ۱۶ روز زنده بماند. این باکتری نسبت به حرارت، نور خورشید و خشکی حساس است، اما در برابر انجماد مقاوم است. خوشبختانه، ویبریو کلرا به راحتی توسط کلر غیرفعال می‌شود، بنابراین آب آشامیدنی به‌درستی کلرزده شده مانع مؤثری در برابر این عامل بیماری‌زا است.

باسیلوس آنتراسیس

سیاه‌زخم می‌تواند از طریق مصرف آب آلوده به اسپور باسیلوس آنتراسیس بین حیوانات منتقل شود و احتمال دارد انسان نیز از همین طریق آلوده شود. اسپورهای این باکتری در محیط بسیار مقاوم و پایدار هستند: در آب برکه‌ها تا ۲ سال و در خاک تا بیش از ۴۰ سال زنده می‌مانند. این اسپورها نسبت به حرارت بسیار مقاوم هستند، اما در آب، پس از ۲۵ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد غیرفعال می‌شوند. فرم رویشی باکتری توسط کلر به راحتی غیرفعال می‌شود؛ به‌طوری‌که ۵ میلی‌گرم در لیتر کلر آزاد می‌تواند بیش از ۹۹/۶٪ آن را در ۲۰ دقیقه در دمای محیط از بین ببرد. اما فرم اسپور بسیار مقاوم است و نیاز به روش‌های قوی‌تر دارد. اسپورها به راحتی روی

سطوح آلوده با استفاده از ۵ تا ۱۰٪ وایتکس (محلول کلر) یا فرمالدهید از بین می‌روند. همچنین، هر سیستم فیلتراسیون آب با اندازه منافذ کمتر از ۱ میکرومتر، شامل دستگاه تصفیه آب اسمز معکوس(RO) ، میکروفیلترها و بسیاری از دستگاه‌های خانگی، قادر به حذف اسپورها است. در مورد دستگاه‌های تصفیه آب، تمیز کردن یا تعویض فیلترهای آلوده می‌تواند خطر مواجهه پوستی جدی برای افراد مسئول ایجاد کند، بنابراین رعایت نکات ایمنی و محافظت شخصی الزامی است.

جدول شماره ۱ -۴-ویژگی‌های عوامل پاتوژنی مرتبط با تهدیدات آبی و پتانسیل سلاح‌سازی

عامل / بیماری	سلاح‌سازی شده	تهدید آب	دوز عفونتی	پایداری در آب	تحمل کلر
سیاه‌زخم	بلی	بلی	۶،۰۰۰ اسپور (استنشاقی)	۲ سال (اسپورها)	اسپورها مقاوم
برسلوز	بلی	محتمل	۱۰،۰۰۰ ارگانیسم (غیر از راه خوراکی)	۷۲-۲۰ روز	ناشناخته
وبا	ناشناخته	بلی	۱،۰۰۰ ارگانیسم (خوردنی)	به خوبی زنده می‌ماند	به راحتی از بین می‌رود
کلستریدیوم پرفرینجنس	محتمل	محتمل	$۱۰^{۸}$ ارگانیسم (خوردنی)	معمول در فاضلاب	مقاوم
گلندرز	محتمل	نامحتمل	$۳,۲ \times ۱۰^{۶}$ ارگانیسم (غیر از راه خوراکی)	تا ۳۰ روز	ناشناخته
ملیودوز	ممکن	نامحتمل	ناشناخته	ناشناخته	ناشناخته
طاعون	محتمل	بلی	۵۰۰ ارگانیسم (استنشاقی)	۱۶ روز	ناشناخته
پسیتاکوز	ممکن	ممکن	ناشناخته	۲۴-۱۸ ساعت، آب دریا	ناشناخته
تبQ	بلی	ممکن	۲۵ ارگانیسم (غیر از راه خوراکی)	ناشناخته	ناشناخته
سالمونلا	ناشناخته	بلی	$۱۰^{۴}$ ارگانیسم (خوردنی)	۸ روز، آب شیرین	غیرفعال شده
شیگلا	ناشناخته	بلی	$۱۰^{۴}$ ارگانیسم (خوردنی)	۳-۲ روز	غیرفعال شده، ppm۰,۰۵ ، ۱۰ دقیقه
تیفوس	محتمل	نامحتمل	۱۰ ارگانیسم (غیر از راه خوراکی)	ناشناخته	ناشناخته
آنفلوانزا مغزی	محتمل	نامحتمل	۲۵ ذره (هوازی)	ناشناخته	ناشناخته
ویروس‌های روده‌ای	ناشناخته	بلی	۶ ذره (خوردنی)	۳۲-۸ روز	به راحتی از بین می‌رود
تب هموراژیک	محتمل	نامحتمل	$۱۰^{۵}$ ذره (خوردنی)	ناشناخته	ناشناخته
اوریون	ممکن	ممکن	۱۰ ذره (غیر از راه خوراکی)	ناشناخته	ناشناخته
کریپتوسپوریدیوز	ناشناخته	بلی	۱۳۲ اوکسیست (خوردنی)	چند روز یا بیشتر	مقاوم

مدیریت توکسین های زیستی آلوده کننده منابع آبی

به‌طور کلی، بیشتر بیوتوکسین‌هایی که به سلاح بیولوژیک تبدیل شده‌اند، عمدتاً برای کاربرد به‌صورت ائروسل و انتشار در جوامع نظامی و غیرنظامی توسعه یافته‌اند. با این حال، بسیاری از بیوتوکسین‌ها به‌عنوان تهدیدهای بالقوه منتقله از طریق آب شناخته می‌شوند و می‌توانند تحت شرایط مناسب به‌عنوان آلاینده‌های مؤثر در آب‌های آشامیدنی عمل کنند. این توکسین‌ها که در ادامه توضیح مختصری درباره مدیریت آنها ارائه می‌شود، شامل بوتولیسم[۱]، رایسین[۲]، آفلاتوکسین‌ها[۱]، مایکوتوکسین T-۲ ۲، ساکسی‌توکسین[۳]، آناتوکسین A [۴]، ترودوتوکسین[۵]، انتروتوکسین‌های استافیلوکوکی[۶] و میکروسیستین[۷] می باشند.

1 Botulinum toxin
2 Ricin

آفلاتوکسین

آفلاتوکسین نوعی سم قارچی است که حلالیت کمی در آب دارد و در برابر حرارت مقاومت زیادی نشان می‌دهد. همچنین این سم نسبت به فرآیند کلرزنی مقاومت دارد و به‌راحتی با این روش از بین نمی‌رود. به علت پایداری آفلاتوکسین در محیط‌های مختلف، مدیریت و کنترل آن باید بر جلوگیری از ورود این ماده به منابع آبی تمرکز داشته باشد تا سلامت آب‌های آشامیدنی حفظ شود. از آنجا که آفلاتوکسین یکی از خطرناک‌ترین مایکوتوکسین‌ها به شمار می‌رود، پیشگیری و جلوگیری از آلودگی منابع آب به این ماده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

آناتوکسین A

آناتوکسین A در آب تحت شرایط محیطی در عرض چند روز به شکل غیرسمی تبدیل می‌شود. کلر در سطوح معمول در برابر سموم سیانوباکتری‌ها بی‌اثر است. انعقاد با آلوم، فیلتراسیون و کلرزنی در حذف سموم سیانوباکتری‌ها مؤثر نیستند، و برخی مطالعات نشان داده‌اند که یک دستگاه تصفیه آب دستی حاوی کربن، رزین تبادل یونی و نقره تنها حدود ۵۰٪ کاهش در غلظت آناتوکسین A ایجاد می‌کند، اگرچه اسمز معکوس کاملاً مؤثر بوده است.

توکسین بوتولیسم

نور خورشید توکسین‌های بوتولینوم را در عرض ۱ تا ۳ ساعت غیرفعال می‌کند. آن‌ها در هوا در عرض ۱۲ ساعت غیرسمی می‌شوند. این توکسین‌ها پس از ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، پس از چند دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و با جوشاندن یا استریلیزاسیون از بین می‌روند. توکسین‌های بوتولینوم با ۳ میلی‌گرم در لیتر کلر آزاد باقیمانده در ۲۰ دقیقه بیش از ۹۹٫۷٪ غیرفعال می‌شوند و با ۰٫۴ میلی‌گرم در لیتر کلر آزاد باقیمانده در ۲۰ دقیقه ۸۴٪ غیرفعال می‌شوند، که مشابه روش‌های ضدعفونی شهری است. سیستم‌های تصفیه‌ای که از زغال استفاده می‌کنند، می‌توانند به‌طور مؤثر توکسین را حذف کنند؛ بنابراین، برخی از دستگاه‌های تصفیه آب ممکن است محافظت ایجاد کنند.

---

1 Aflatoxins
2 Mycotoxin T-2
3 Saxitoxin
4 Ana toxin A
5 Tetrodotoxin
6 Staphylococcal enterotoxins
7 Microcystin

میکروسیستین

میکروسیستین‌ها همگی در آب محلول و در برابر حرارت پایدار هستند. میکروسیستین اساساً تحت تأثیر ۳۰ دقیقه قرار گرفتن در معرض ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلر آزاد قرار نمی‌گیرد. ید نیز در غلظت ۱۶ میلی‌گرم در لیتر بی‌اثر است. حذف میکروسیستین از آب توسط اسمز معکوس بیش از ۹۰٪ است، اما انعقاد/لخته‌سازی مؤثر نبوده است، که با یافته‌های قبلی مبنی بر بی‌اثر بودن انعقاد با آلوم، فیلتراسیون و کلرزنی در حذف سموم سیانوباکتری‌ها مطابقت دارد. برخی مطالعات نشان داده‌اند که یک دستگاه تصفیه آب دستی حاوی کربن، رزین تبادل یونی و نقره هیچ تأثیری بر غلظت میکروسیستین نداشته است، اگرچه اسمز معکوس کاملاً مؤثر بود.

ساکسی‌توکسین

ساکسیتوکسین در آب محلول است، در محیط اسیدی پایدار است، در محیط قلیایی ناپایدار است و در شرایط جوی معمولی پایدار است. ساکسیتوکسین حتی پس از ۳۰ دقیقه قرار گرفتن در معرض غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر کلر آزاد، تقریباً تجزیه یا غیرفعال نمی‌شود. ، اما در ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کلر آزاد باقیمانده بیش از ۹۹٪ غیرفعال می‌شود. ید در غلظت ۱۶ میلی‌گرم بر لیتر هیچ تأثیری ندارد. حذف ساکسیتوکسین از آب توسط اسمز معکوس بیش از ۹۸،۹٪ است، اما انعقاد/لخته‌سازی مؤثر نیست. حذف توسط زغال فعال ممکن است در pH معمول آب آشامیدنی، که در آن ساکسیتوکسین به شدت کاتیونی است، محدود باشد.

رایسین

رایسین در ۱۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و در حدود ۱ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد pH برابر ۷/۸ غیرسمی می‌شود؛ اما در شرایط محیطی پایدار است. رایسین پس از ۲۰ دقیقه با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلر آزاد بیش از۹۹/۴٪ غیرفعال می‌شود، اما در ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اساساً تغییری نمی‌کند. ید در غلظت ۱۶ میلی‌گرم در لیتر هیچ اثر قابل اندازه‌گیری ندارد. اسمز معکوس بیش از ۹۹٪۸ در حذف رایسین از آب تصفیه‌شده مؤثر است، اما انعقاد/لخته‌سازی مؤثر نبوده است. سیستم‌های تصفیه‌ای که از زغال استفاده می‌کنند، می‌توانند به‌طور مؤثر رایسین را حذف کنند؛ بنابراین، برخی از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی ممکن است محافظت ایجاد کنند.

انتروتوکسینB استافیلوکوک

انتروتوکسین B استافیلوکوکی در هر دو محیط اسیدی و قلیایی پایدار است. این توکسین در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد پس از چند دقیقه غیرفعال می‌شود و در دمای اتاق برای مدت طولانی دوام نمی‌آورد. اثربخشی گندزدایی برای انتروتوکسین B استافیلوکوکی ناشناخته است. سیستم‌های تصفیه آب با استفاده از زغال فعال

باید انتروتوکسین B استافیلوکوکی را حذف کنند؛ بنابراین، برخی از تصفیه‌کننده‌های آب ممکن است محافظت لازم را فراهم کنند.

مایکوتوکسین T-۲

استانداردهای کوتاه‌مدت کیفیت آب وزارت دفاع ایالات متحده برای توکسین T-۲ به ترتیب ۲۶ و ۸/۷ میکروگرم بر لیتر برای مصرف ۵ و ۱۵ لیتر در روز است. پایداری توکسین T-۲ در آب در دمای اتاق به گونه‌ای است که تجزیه آن در طول ۷ روز به اندازه‌ای سریع اتفاق نمی‌افتد که نگرانی‌های بهداشتی بالقوه برای نفرات را از بین ببرد. توکسین T-۲ پس از ۳۰ دقیقه قرار گرفتن در معرض ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کلر آزاد در دمای اتاق، کمتر از ۳٪ غیرفعال می‌شود. ید در غلظت ۱۶ میلی‌گرم بر لیتر هیچ تأثیری ندارد. حذف توکسین T-۲ از آب توسط اسمز معکوس بیش از ۹۹٪ است، اما انعقاد/لخته‌سازی مؤثر نبوده است. یک سیستم تصفیه با استفاده از زغال فعال باید توکسین T-۲ را به طور مؤثر حذف کند؛ بنابراین، برخی از تصفیه‌کننده‌های آب ممکن است محافظت لازم را فراهم کنند.

تترودوتوکسین

تترودوتوکسین در آب کمی اسیدی محلول است و در برابر دما پایدار است. تترودوتوکسین به سرعت توسط ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر کلر در pH کمتر از ۳ و بیشتر از ۹ غیرفعال می‌شود، اما هیچ مرجعی درباره تأثیر کلر در شرایط معمول آب آشامیدنی یافت نشده است.

جدول شماره ۲ -۴- ویژگی‌های بیوتوکسین‌های مرتبط با تهدیدات آبی و پتانسیل سلاح‌سازی

بیوتوکسین	سلاح‌سازی شده	تهدید آب	NOAEL، ۲ لیتر در روز	پایداری در آب	تحمل کلر
افلاتوکسین	بلی	بلی	۷۵pg/L	احتمالاً پایدار	احتمالاً مقاوم
آنتوکسین A	ناشناخته	محتمل	ناشناخته	در عرض چند روز غیرفعال می‌شود	احتمالاً مقاوم
توکسین‌های بوتولین	بلی	بلی	۰,۰۰۰۴ pg/L	پایدار	غیرفعال شده، ppm۶ ، ۲۰ دقیقه
میکروسیستین‌ها	ممکن	بلی	۱,۰ pg/L	احتمالاً پایدار	مقاوم در ppm۱۰۰
ریسین	بلی	بلی	۱۵ pg/L	پایدار	مقاوم در ppm۱۰
ساکسیتوکسین	ممکن	بلی	۰,۴ pg/L	مقاوم	مقاوم در ppm۱۰
انتروتوکسین‌های استافیلوکوکی	محتمل	بلی	۰,۱ pg/L	احتمالاً پایدار	ناشناخته
توکسین مایکوتوکسین T-2	محتمل	بلی	۶۵ pg/L	پایدار	مقاوم
تترودوکسین	ممکن	بلی	۱ pg/L	احتمالاً پایدار	غیرفعال شده، ppm۵۰

اهمیت پدافند زیستی آب آشامیدنی در صنعت نفت

آب آشامیدنی از زیرساخت‌های ضروری برای حفاظت از سلامت کارکنان و پشتیبانی از فعالیت‌های عملیاتی در صنعت نفت به شمار می‌رود. تأمین ایمن آب در پالایشگاه‌ها، مناطق عملیاتی، تأسیسات فرآیندی، پایانه‌ها، اردوگاه‌های کارکنان و مراکز خدماتی، تنها یک الزام بهداشتی نیست؛ بلکه با آمادگی عملیاتی، تداوم خدمات پشتیبان و تاب‌آوری مجموعه‌های صنعتی نیز ارتباط دارد. ازاین‌رو، حفاظت از سامانه‌های آب آشامیدنی باید به‌عنوان بخشی از برنامه جامع حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی صنعت نفت مورد توجه قرار گیرد.

پدافند زیستی آب آشامیدنی بر پیشگیری از تهدیدهای عمدی، کاهش آسیب‌پذیری سامانه‌های تأمین و توزیع آب، شناسایی به‌موقع شرایط مشکوک و فراهم‌کردن امکان پاسخ هماهنگ به رخدادهای احتمالی استوار است. در این چارچوب، هدف صرفاً اطمینان از انطباق نتایج آزمایش‌های آب با معیارهای بهداشتی نیست؛ بلکه باید قابلیت اعتماد به کل سامانه، از تأمین و ذخیره‌سازی تا توزیع و مصرف، حفظ شود. رویکرد برنامه ایمنی آب سازمان جهانی بهداشت نیز بر ارزیابی نظام‌مند خطرها، اعمال اقدامات کنترلی، پایش مستمر و بازنگری عملکرد در سراسر زنجیره تأمین آب تأکید دارد.

اهمیت این رویکرد در صنعت نفت به ویژگی‌های ساختاری و عملیاتی آن بازمی‌گردد. پراکندگی جغرافیایی تأسیسات، تفاوت شرایط دسترسی به منابع آب، وجود شبکه‌های داخلی و مخازن ذخیره اختصاصی و استفاده از تانکرهای آبرسانی در برخی مناطق، موجب می‌شود که شیوه حفاظت از آب در همه واحدها یکسان نباشد.

همچنین، اختلال در تأمین آب سالم ممکن است علاوه بر پیامدهای مستقیم بهداشتی، نیاز به تأمین جایگزین، محدودکردن برخی خدمات و صرف منابع انسانی و عملیاتی برای بررسی و بازگرداندن شرایط ایمن را ایجاد کند. بنابراین، پدافند زیستی آب آشامیدنی در صنعت نفت باید با رویکردی مبتنی بر ارزیابی خطر، متناسب با شرایط هر تأسیسات و هماهنگ با نظام‌های مدیریت ایمنی، بهداشت، حفاظت فیزیکی و مدیریت بحران طراحی شود. در این رویکرد، حفاظت فیزیکی به‌تنهایی کافی نیست و باید با پایش بهداشتی، کنترل فرایندها، مدیریت مستندات، تعیین مسئولیت‌ها و آمادگی برای پاسخ به رخدادهای غیرعادی تکمیل شود.

تهدیدها و آسیب‌پذیری‌های سامانه‌های آب در صنعت نفت

سامانه‌های تأمین آب در تأسیسات نفتی ممکن است از نظر منبع تأمین، روش انتقال، ظرفیت ذخیره‌سازی، نحوه توزیع و میزان وابستگی به تجهیزات محلی با یکدیگر تفاوت داشته باشند. همین تفاوت‌ها ضرورت ارزیابی اختصاصی خطر را برای هر منطقه افزایش می‌دهد. برای مثال، سامانه‌ای که به شبکه پایدار شهری متصل است، از نظر الگوی بهره‌برداری و نظارت با تأسیساتی که به مخازن ذخیره یا حمل آب با تانکر وابسته‌اند، شرایط یکسانی ندارد. ازاین‌رو، نمی‌توان یک الگوی ثابت حفاظتی را بدون بررسی شرایط محلی برای تمام واحدهای صنعت نفت به کار گرفت.در چارچوب پدافند زیستی، تهدید فقط به ورود عامل زیستی به آب محدود نمی‌شود؛ بلکه دست‌کاری عمدی تجهیزات، اختلال در اقدامات کنترلی، ایجاد اختلال در فرایندهای پایش یا مخدوش‌شدن سوابقی که برای تأیید ایمنی آب به کار می‌روند نیز باید در ارزیابی ریسک مورد توجه قرار گیرند. این موضوع به‌ویژه از آن جهت اهمیت دارد که قابلیت اعتماد به سامانه آب، حاصل عملکرد مجموعه‌ای از موانع فنی، مدیریتی و نظارتی است و ضعف در هر یک از این اجزا می‌تواند اطمینان به عملکرد کل سامانه را کاهش دهد.

از منظر مدیریتی، یکی از چالش‌های مهم، شناسایی تفاوت میان نارسایی‌های معمول بهره‌برداری و رخدادهایی است که احتمال دخالت عمدی را مطرح می‌کنند. تغییر کیفیت آب، نقص در گندزدایی، مغایرت در سوابق یا مشاهده وضعیت غیرعادی در تجهیزات، به‌تنهایی دلیل قطعی خرابکاری نیست؛ بااین‌حال، اگر این موارد با یکدیگر ارتباط داشته باشند یا با اطلاعات قابل اتکای دیگری همراه شوند، ممکن است بررسی دقیق‌تر ضرورت پیدا کند. بنابراین، ارزیابی تهدید باید بر مجموعه شواهد، سوابق معتبر، بررسی فنی و نظر کارشناسان مسئول استوار باشد و از نتیجه‌گیری شتاب‌زده بر پایه یک نشانه منفرد پرهیز شود.

در صنعت نفت، ارزیابی آسیب‌پذیری باید علاوه بر ویژگی‌های فنی سامانه، نحوه مدیریت و نظارت بر آن را نیز در بر گیرد. تعیین مسئولیت هر واحد، کنترل دسترسی متناسب با سطح خطر، مشخص‌بودن فرایند گزارش‌دهی،

قابلیت پیگیری تغییرات و حفظ سوابق قابل اعتماد، از مؤلفه‌های مهم این ارزیابی هستند. چنین رویکردی کمک می‌کند اقدامات حفاظتی بر اساس شرایط واقعی هر تأسیسات اولویت‌بندی شوند و منابع نظارتی در بخش‌هایی متمرکز شوند که کاهش خطر در آن‌ها اهمیت بیشتری دارد.

راهبردهای حفاظت و آمادگی در برابر تهدیدهای زیستی آب

حفاظت مؤثر از آب آشامیدنی به مجموعه‌ای هماهنگ از اقدامات پیشگیرانه، نظارتی و پاسخ‌محور نیاز دارد. نقطه شروع این اقدامات، شناخت سامانه تأمین آب و ارزیابی خطرهای مرتبط با آن است. در هر تأسیسات باید مشخص باشد که آب از چه مسیری تأمین و توزیع می‌شود، مسئولیت کنترل هر بخش بر عهده کدام واحد است، چه اقداماتی برای حفظ کیفیت آب انجام می‌شوند و در صورت مشاهده انحراف از شرایط معمول، چه فرایندی برای بررسی و تصمیم‌گیری وجود دارد. این رویکرد با اصول برنامه ایمنی آب سازمان جهانی بهداشت، شامل ارزیابی سامانه، شناسایی خطرها، تعیین اقدامات کنترلی، پایش عملکرد و بازنگری مستمر، هم‌راستا است.

یکی از الزامات مهم، پیوند میان حفاظت فیزیکی و نظارت بهداشتی است. کنترل دسترسی به تجهیزات و فضاهای حساس باید در کنار نظارت بر عملکرد سامانه، ثبت تغییرات مهم و پیگیری نواقص انجام شود. به همین ترتیب، نتایج نمونه‌برداری و آزمایش‌های آب زمانی ارزش نظارتی بیشتری پیدا می‌کنند که با اطلاعات مربوط به وضعیت بهره‌برداری، عملیات شست‌وشو و گندزدایی، سوابق تعمیرات و مشاهدات بازرسی قابل تطبیق باشند. ایجاد چنین ارتباطی، تفسیر تغییرات غیرمنتظره را تسهیل می‌کند و امکان بررسی منظم‌تر علت نارسایی‌ها را فراهم می‌سازد.

آمادگی برای رخدادهای مشکوک نیز باید از پیش طراحی شود. تعیین مسئولان تصمیم‌گیر، مشخص‌بودن مسیر گزارش‌دهی، تعریف شرایط نیازمند بررسی فوری، پیش‌بینی امکان نمونه‌برداری تکمیلی و تعیین نحوه هماهنگی با واحدهای آزمایشگاهی، بهداشتی، بهره‌برداری و مدیریت بحران، از اجزای این آمادگی هستند. برنامه پاسخ باید متناسب با شرایط هر تأسیسات تدوین و به‌صورت دوره‌ای بازنگری شود. راهنمای سازمان جهانی بهداشت بر ضرورت تعیین مسئولیت‌ها، مستندسازی اقدامات، آموزش کارکنان و تمرین برنامه‌های پاسخ به رخدادها تأکید دارد.

در صورت بروز رخداد مشکوک، اقدامات باید بر اساس ارزیابی خطر و با هماهنگی مسئولان ذی‌صلاح انجام شوند. بسته به شواهد موجود، ممکن است بررسی تکمیلی کیفیت آب، ارزیابی وضعیت سامانه، اتخاذ اقدامات احتیاطی متناسب و بررسی امکان تأمین آب جایگزین ضرورت یابد. انتخاب اقدامات باید متناسب با نوع رخداد

و شواهد معتبر باشد؛ زیرا تصمیم‌های نامتناسب، از جمله محدودکردن غیرضروری دسترسی به آب، خود می‌توانند پیامدهای بهداشتی و عملیاتی ایجاد کنند. پس از کنترل رخداد نیز باید علت‌ها، نحوه شناسایی، اثربخشی اقدامات و نواقص موجود بررسی شوند تا نتایج حاصل در اصلاح برنامه‌های حفاظتی به کار روند.

نمونه اقدامات در پدافند زیستی آب آشامیدنی

اقدامات مستمر بهداشت محیط، بخش اجرایی و قابل ارزیابی حفاظت از آب آشامیدنی را تشکیل می‌دهند. نمونه‌برداری، بازرسی بهداشتی، نظارت بر شست‌وشو و گندزدایی و بررسی مستندات، علاوه بر کنترل کیفیت معمول آب، می‌توانند اطلاعات لازم برای تشخیص تغییرات غیرعادی و پیگیری نواقص را فراهم کنند. اثربخشی این فعالیت‌ها به استمرار اجرا، کیفیت ثبت اطلاعات و ارتباط آن‌ها با اقدامات اصلاحی وابسته است.

در حوزه فعالیت بهداشت و درمان صنعت نفت اهواز، اقداماتی مانند بازرسی مستمر از منابع تأمین کننده آب، نمونه‌برداری مستمر از شبکه‌های توزیع و مخازن ذخیره، بازرسی بهداشتی و نمونه‌برداری از تانکرهای آبرسانی، تدوین دستورالعمل‌های شست‌وشو و گندزدایی و بررسی مستندات اجرای این عملیات، می‌توانند در چارچوب برنامه‌های مصوب بهداشت محیط به‌عنوان اجزای عملی حفاظت از آب آشامیدنی مورد توجه قرار گیرند.

۱- بازرسی بهداشتی از تصفیه‌خانه‌های آب آشامیدنی

بازرسی بهداشتی تصفیه‌خانه‌های آب آشامیدنی یکی از اقدامات مهم در پایش مستمر کیفیت آب و حفاظت از سامانه تأمین آب در برابر مخاطرات بهداشتی و زیستی است. این بازرسی‌ها با هدف ارزیابی وضعیت بهداشتی تأسیسات، بررسی عملکرد فرایندهای تصفیه و گندزدایی، شناسایی نواقص احتمالی و پیگیری اقدامات اصلاحی انجام می‌شوند. دامنه بازرسی باید متناسب با نوع تصفیه‌خانه، فرایندهای مورد استفاده، الزامات بهداشتی و ارزیابی خطر تعیین شود و بخش‌های مختلف تأسیسات، تجهیزات و سوابق بهره‌برداری را در بر گیرد.

در جریان بازرسی، وضعیت بهداشتی محوطه و ساختمان‌های تصفیه‌خانه، حفاظت از مخازن و واحدهای مرتبط با فرایند تصفیه، شرایط نگهداری و بهره‌برداری از تجهیزات، وضعیت تأمین و مصرف مواد گندزدا، نحوه نگهداری مواد شیمیایی و رعایت الزامات ایمنی و بهداشتی باید مورد بررسی قرار گیرد. همچنین، کنترل سوابق پایش کیفیت آب خام و آب تصفیه‌شده، نتایج آزمایش‌های میکروبی و شیمیایی، وضعیت عملکرد تجهیزات و مستندات مربوط به تعمیر و نگهداری، اطلاعات لازم را برای ارزیابی عملکرد بهداشتی تأسیسات فراهم می‌کند.

از منظر پدافند زیستی، بازرسی‌های منظم و مستندسازی یافته‌ها می‌توانند در شناسایی نواقص حفاظتی، تشخیص تغییرات غیرعادی در شرایط بهره‌برداری و پیگیری سریع موارد عدم انطباق نقش مؤثری داشته باشند. در

صورت مشاهده هرگونه مغایرت با الزامات بهداشتی، لازم است یافته‌ها ثبت، اهمیت آن‌ها ارزیابی و اقدامات اصلاحی متناسب با ضوابط مربوط پیگیری شود. همچنین، هرگونه تغییر غیرمنتظره در نتایج پایش یا شرایط بهره‌برداری باید با بررسی شواهد و سوابق مرتبط ارزیابی شود؛ زیرا بروز تغییرات کیفی لزوماً به معنای وقوع آلودگی عمدی نیست و تعیین علت آن مستلزم بررسی تخصصی و مستند است.

در حوزه فعالیت بهداشت و درمان صنعت نفت اهواز، بازرسی بهداشتی تصفیه‌خانه‌های تأمین‌کننده آب آشامیدنی، بصورت مستمر انجام شده که می‌تواند به‌عنوان یکی از اجزای برنامه حفاظت از آب آشامیدنی مورد توجه قرار گیرد. ثبت نتایج بازرسی، پیگیری نواقص شناسایی‌شده، بررسی مستندات بهره‌برداری و هماهنگی با مسئولان بهره‌بردار و آزمایشگاه‌های ذی‌ربط، زمینه ارتقای قابلیت پایش، ردیابی و پاسخ‌گویی به مخاطرات احتمالی را فراهم می‌کند.

۲- نمونه‌برداری مستمر از شبکه‌های توزیع و مخازن ذخیره

نمونه‌برداری برنامه‌ریزی‌شده از شبکه‌های توزیع و مخازن ذخیره، امکان بررسی وضعیت کیفی آب و شناسایی تغییرات در نتایج آزمایشگاهی را فراهم می‌کند. برنامه نمونه‌برداری باید متناسب با مشخصات سامانه، الزامات بهداشتی و ارزیابی خطر تدوین شود و نحوه برداشت، انتقال و آزمایش نمونه‌ها بر اساس روش‌های معتبر انجام گیرد. نتایج نیز باید در کنار اطلاعات مربوط به وضعیت گندزدایی، شرایط بهره‌برداری و مشاهدات میدانی ارزیابی شوند.

از منظر پدافند زیستی، ثبت منظم نتایج و مقایسه آن‌ها در طول زمان می‌تواند به تشخیص انحراف از شرایط معمول کمک کند. در صورت مشاهده نتایج غیرمنتظره، لازم است موضوع ثبت و بر اساس اهمیت آن، بررسی تکمیلی و اقدامات اصلاحی پیگیری شود. تفسیر نتایج باید با احتیاط و بر پایه شواهد صورت گیرد؛ زیرا تغییر کیفیت آب می‌تواند علل مختلفی داشته باشد و انتساب آن به اقدام عمدی نیازمند بررسی مستند است.

۳- بازرسی بهداشتی و نمونه‌برداری از تانکرهای آبرسانی

در مناطقی که انتقال آب آشامیدنی با تانکر انجام می‌شود، نظارت بر وضعیت بهداشتی وسیله حمل و تجهیزات وابسته اهمیت ویژه‌ای دارد. بازرسی باید متناسب با دستورالعمل‌های مصوب، وضعیت مخزن، دریچه‌ها و درپوش‌ها، شیلنگ‌ها و اتصالات، شرایط نگهداری و سوابق شست‌وشو و گندزدایی را در بر گیرد. نمونه‌برداری از آب حمل‌شده نیز باید بر اساس برنامه پایش و با رعایت الزامات نمونه‌برداری انجام شود.

بررسی سوابق و پیگیری موارد عدم انطباق، امکان ارزیابی وضعیت بهداشتی تانکر و اقدامات انجام‌شده را افزایش می‌دهد. اگر نواقص مهمی مشاهده شود، موضوع باید ثبت و تا تعیین تکلیف پیگیری شود و تصمیم درباره ادامه استفاده از تانکر یا آب حمل‌شده بر اساس ضوابط مربوط و ارزیابی مسئولان ذی‌صلاح اتخاذ گردد. این فرایند علاوه بر پیشگیری از ورود آب نامطمئن به چرخه مصرف، قابلیت ردیابی وضعیت بهداشتی و اقدامات انجام‌شده را نیز تقویت می‌کند.

۴- تدوین دستورالعمل‌های شست‌وشو و گندزدایی و کنترل اجرای آن‌ها

وجود دستورالعمل‌های روشن و متناسب با نوع مخزن، تانکر و تجهیزات مرتبط، برای اجرای یکنواخت و قابل ارزیابی عملیات شست‌وشو و گندزدایی ضروری است. این دستورالعمل‌ها باید مسئولیت اجرا، مراحل کار، معیارهای پذیرش، نحوه ثبت اطلاعات و چگونگی برخورد با موارد عدم انطباق را مشخص کنند. روش‌ها و مقادیر فنی نیز باید بر مبنای مراجع معتبر و الزامات مربوط تعیین شوند.

نظارت بر اجرای دستورالعمل‌ها باید با بررسی مستندات و در صورت نیاز، ارزیابی میدانی همراه باشد. ثبت تاریخ عملیات، مشخصات تجهیز، مواد و مقادیر مصرفی، مسئول اجرا و نتایج کنترل‌های پس از عملیات، امکان بررسی کیفیت اجرا و پیگیری نواقص را فراهم می‌کند. صرف تکمیل فرم‌ها برای تأیید اجرای صحیح کافی نیست؛ بلکه باید میان مستندات، وضعیت واقعی تجهیز و نتایج کنترل‌های مرتبط سازگاری وجود داشته باشد.

۵- مستندسازی، گزارش‌دهی و پیگیری موارد غیرعادی

مستندسازی دقیق، حلقه اتصال میان پایش، بازرسی و اقدام اصلاحی است. نگهداری منظم سوابق نمونه‌برداری، نتایج آزمایشگاهی، بازرسی تانکرها و مخازن، عملیات شست‌وشو و گندزدایی و اقدامات اصلاحی، امکان بازبینی روند وقایع و شناسایی نواقص تکرارشونده را فراهم می‌کند. این سوابق باید به‌گونه‌ای نگهداری شوند که زمان انجام فعالیت، مسئول مربوط و نتیجه پیگیری هر مورد قابل شناسایی باشد.

در صورت مشاهده تغییرات غیرمنتظره یا شواهد نگران‌کننده، گزارش‌دهی به‌موقع و هماهنگی میان بهداشت محیط، آزمایشگاه، بهره‌برداری و سایر واحدهای مسئول اهمیت دارد. اگر احتمال تهدید عمدی مطرح شود، بررسی باید بر اساس شواهد، روش‌های معتبر و مسیرهای رسمی گزارش‌دهی دنبال شود. نتایج این بررسی‌ها نیز باید برای اصلاح رویه‌ها، تقویت نظارت و افزایش آمادگی در برابر رخدادهای مشابه مورد استفاده قرار گیرند.

۶- تداوم تأمین آب آشامیدنی سالم در شرایط تهدید و اختلال در صنعت نفت

تداوم دسترسی به آب آشامیدنی سالم، یکی از الزامات حفاظت از سلامت کارکنان و حفظ قابلیت عملیاتی تأسیسات نفتی است. در مناطق عملیاتی، پالایشگاه‌ها، تأسیسات دورافتاده و کمپ‌های اسکان کارکنان، اختلال در تأمین آب ممکن است علاوه بر ایجاد مخاطره بهداشتی، بر فعالیت‌های پشتیبانی و استمرار عملیات نیز اثر بگذارد. این مسئله زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که سامانه به یک منبع اصلی آب، مسیر انتقال مشخص یا مجموعه محدودی از مخازن ذخیره وابسته باشد. ازاین‌رو، برنامه‌ریزی برای تداوم تأمین آب باید به‌عنوان یکی از اجزای آمادگی در برابر تهدیدهای عمدی، از جمله خراب‌کاری و آلودگی هدفمند، و همچنین اختلال‌های فنی و زیرساختی در نظر گرفته شود.

برنامه تداوم تأمین آب باید پیش از وقوع حادثه تدوین شود و صرفاً به پیش‌بینی یک منبع جایگزین محدود نباشد. در گام نخست، لازم است میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف مجموعه بررسی و مصارف ضروری از مصارف قابل کاهش یا تعویق تفکیک شود. نیازهای مربوط به آشامیدن، تهیه غذا، بهداشت فردی و خدمات بهداشتی باید از نیازهای عملیاتی و خدماتی که امکان استفاده از آب غیرآشامیدنی در آن‌ها وجود دارد، متمایز شوند. این تفکیک به تصمیم‌گیری درباره اولویت تخصیص آب در شرایط کمبود کمک می‌کند؛ بااین‌حال، هرگونه استفاده از آب غیرآشامیدنی باید در سامانه‌ای جداگانه، با شناسایی روشن و بدون امکان اتصال ناخواسته به شبکه آب آشامیدنی انجام شود. اصول ارزیابی مصرف، بررسی ظرفیت پاسخ‌گویی و تعیین گزینه‌های جایگزین در راهنمای برنامه‌ریزی تأمین اضطراری آب نیز مورد تأکید قرار گرفته است.

در گام بعد، منابع و مسیرهای جایگزین تأمین آب باید شناسایی و قابلیت استفاده از آن‌ها پیشاپیش ارزیابی شود. این گزینه‌ها، متناسب با شرایط هر تأسیسات، می‌توانند شامل اتصال جایگزین مجاز، تأمین از یک منبع تأییدشده دیگر، استفاده از مخازن ذخیره یا انتقال آب با تانکرهای مناسب حمل آب آشامیدنی باشند. ظرفیت واقعی هر گزینه، زمان لازم برای فعال‌سازی، دسترسی در شرایط اضطراری، امکان انتقال و ذخیره ایمن و وابستگی آن به زیرساخت‌های دیگر باید بررسی شود. همچنین لازم است مشخص باشد که مسئول فعال‌سازی هر گزینه چه کسی است و هماهنگی میان واحدهای بهره‌برداری، تأسیسات، تدارکات، بهداشت محیط و مدیریت بحران چگونه انجام می‌شود. تعیین این مسئولیت‌ها پیش از حادثه، احتمال تصمیم‌گیری‌های پراکنده و تأخیر در تأمین آب را کاهش می‌دهد.

در پدافند زیستی، اصل مهم آن است که تأمین جایگزین نباید به انتقال مخاطره از یک بخش سامانه به بخش دیگر منجر شود. اگر احتمال آلودگی عمدی یا مشکوک‌شدن به سلامت آب مطرح باشد، صرف در دسترس بودن یک منبع دیگر برای مصرف کافی نیست؛ منبع جایگزین باید از نظر منشأ، وضعیت بهداشتی، شرایط حمل

و ذخیره‌سازی و نتایج کنترل کیفیت قابل قبول باشد. آب مشکوک نباید تنها با اتکا به ظاهر، شفافیت یا نبود بو و طعم غیرعادی برای مصرف تأیید شود. تصمیم درباره بازگشت آب به چرخه مصرف یا استفاده از منبع جایگزین باید بر پایه ارزیابی فنی و بهداشتی، شواهد موجود و نظر مراجع مسئول اتخاذ شود. رویکرد مدیریت ریسک از مبدأ تا نقطه مصرف که در راهنمای برنامه ایمنی آب سازمان جهانی بهداشت تشریح شده است، چارچوب مناسبی برای طراحی این تصمیم‌ها فراهم می‌کند.

در استفاده اضطراری از تانکرها و مخازن سیار نیز باید زنجیره ایمنی آب حفظ شود. مبدأ آب، مناسب‌بودن تانکر برای حمل آب آشامیدنی، سابقه کاربری آن، وضعیت بهداشتی مخزن، پاکیزگی شیلنگ‌ها و اتصالات، شرایط تخلیه و انتقال و ایمنی مخزن دریافت‌کننده باید کنترل شود. سوابق مربوط به منبع تأمین، حمل، تحویل، نمونه‌برداری و تأیید بهداشتی آب نیز باید ثبت و قابل پیگیری باشد. راهنمای مشترک CDC، EPA و AWWA درباره تأمین اضطراری آب، بر بررسی منبع آب، مناسب‌بودن وسیله حمل، شست‌وشو و گندزدایی لازم و انتقال بهداشتی آب تأکید دارد؛ این اصول را می‌توان با رعایت الزامات ملی و شرایط واقعی تأسیسات نفتی در برنامه‌های اضطراری آن‌ها به کار گرفت.

در نهایت، برنامه تداوم تأمین آب زمانی قابل اتکاست که به‌صورت دوره‌ای آزموده و بازنگری شود. اجرای تمرین‌های سناریومحور، مانند قطع منبع اصلی، از دسترس خارج‌شدن یک مخزن یا مشکوک‌شدن به سلامت آب تحویلی، می‌تواند نقاط ضعف برنامه را آشکار کند. در این تمرین‌ها باید زمان لازم برای فعال‌سازی منبع جایگزین، کفایت ذخیره موجود، آمادگی تجهیزات انتقال، دسترسی به افراد مسئول و نحوه تصمیم‌گیری درباره ایمنی آب بررسی شود. پس از هر تمرین یا رخداد واقعی، یافته‌ها باید ثبت و در اصلاح برنامه به کار گرفته شوند. بدین‌ترتیب، تداوم تأمین آب سالم از یک اقدام واکنشی به بخشی از نظام آمادگی و تاب‌آوری بهداشتی و عملیاتی صنعت نفت تبدیل می‌شود.

اقدامات لازم پس از وقوع بیوتروریسم ناشی از آلودگی آب

۱- شناسایی عامل تهدید و تعیین گستردگی آلودگی

پس از وقوع یک حمله بیوتروریستی که به آلودگی آب منجر می‌شود، اولین و مهم‌ترین اقدام، شناسایی نوع آلودگی و تعیین شدت آن است. برای این کار، نیاز است که به سرعت نمونه‌های آب را آزمایش کنیم تا بفهمیم چه چیزی باعث آلودگی شده است. این می‌تواند شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها یا حتی سموم خطرناک باشد.در این مرحله، باید منبع آلودگی را ردیابی کنیم، یعنی تشخیص دهیم که آیا آلودگی از چاه‌ها، مخازن آب، شبکه‌های توزیع آب یا حتی رودخانه‌ها ناشی شده است. به عنوان مثال، اگر باکتری‌هایی مثل ویبریو کلرا

(که عامل وبا است) یا سم‌هایی مانند ساکسیتوکسین شناسایی شوند، این اطلاعات می‌تواند به ما کمک کند تا به سرعت واکنش مناسبی داشته باشیم. علاوه بر این، مهم است که بدانیم چه مناطقی و چه جمعیت‌هایی تحت تأثیر این آلودگی قرار گرفته‌اند. برای این کار، باید از نقاط مختلف شبکه آبرسانی نمونه‌برداری کنیم. اگر مشخص شود که آلودگی از یک مخزن آب مرکزی ناشی شده، باید به سرعت آن مخزن را قرنطینه کنیم تا از گسترش بیشتر آلودگی جلوگیری کنیم. این اقدامات نخستین گام‌ها برای محافظت از سلامت عمومی و کاهش خطرات ناشی از چنین حملاتی است.

۲- اقدامات فوری برای کنترل و مهار

پس از مشخص شدن آلودگی آب ناشی از یک حمله بیوتروریستی، اقدامات فوری و مهمی باید انجام شود تا از سلامت مردم محافظت کنیم. یکی از اولین قدم‌ها، قطع دسترسی به منابع آب آلوده است. این یعنی باید آب را در مناطق آسیب‌دیده به طور موقت قطع کنیم و مردم را از خطر آبی که در دسترس دارند آگاه سازیم تا از مصرف آن جلوگیری شود. برای تأمین آب سالم، می‌توانیم از منابع جایگزین مانند تانکرهای آب، بطری‌های آب معدنی یا سیستم‌های تصفیه موقت استفاده کنیم. به عنوان مثال، توزیع آب بطری‌شده در مناطق تحت تأثیر می‌تواند به تأمین نیاز مردم به آب آشامیدنی کمک زیادی کند. علاوه بر این، پاک‌سازی و ضدعفونی منابع آب آلوده ضروری است. می‌توانیم از روش‌هایی مانند کلرزنی، اشعه UV یا اُزن‌زنی استفاده کنیم تا آب را تصفیه کنیم. به عنوان نمونه، افزودن کلر به مخازن آب می‌تواند باعث از بین رفتن باکتری‌ها و ویروس‌ها شود و به این ترتیب، آب سالم‌تری به مردم عرضه کنیم. این اقدامات نه تنها به حفظ سلامت عمومی کمک می‌کند، بلکه احساس امنیت بیشتری را نیز برای مردم ایجاد می‌کند.

۳- مدیریت بهداشت عمومی

مدیریت بهداشت عمومی در واکنش به آلودگی آب ناشی از حملات بیوتروریستی یکی از اولویت‌های کلیدی است. در این مرحله، تشخیص و درمان سریع افرادی که تحت تأثیر آب آلوده قرار گرفته‌اند، بسیار حیاتی است. به عنوان مثال، افرادی که دچار اسهال و استفراغ به دلیل آلودگی آب شده‌اند، باید فوراً تحت درمان قرار گیرند تا از عوارض جدی‌تر جلوگیری شود. اگر واکسنی برای بیماری‌های ناشی از آب آلوده، مانند وبا، موجود باشد، اجرای واکسیناسیون سریع در جمعیت‌های در معرض خطر نیز ضروری خواهد بود. مثلاً توزیع واکسن وبا در مناطق آلوده می‌تواند به شکل مؤثری از شیوع بیماری جلوگیری کند و سلامت عمومی را تأمین کند. علاوه بر این، نظارت مداوم بر سلامت افرادی که در معرض خطر قرار دارند، به شناسایی سریع موارد جدید و پیشگیری از گسترش بیماری کمک می‌کند. برای مثال، ثبت و پیگیری موارد جدید بیماری و وضعیت بیماران، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را برای کنترل بهتر بحران ارائه دهد. این تلاش‌ها به ما این امکان را می‌دهد که نه تنها با

پیامدهای فوری ناشی از آلودگی آب مقابله کنیم، بلکه از پیشرفت‌های احتمالی بیماری‌ها و بحران‌های بهداشتی نیز جلوگیری کنیم.

۴- اطلاع‌رسانی و آموزش عمومی

اطلاع‌رسانی شفاف و به‌موقع در زمان بحران، مستلزم انتقال سریع اطلاعات از طریق رسانه‌ها، شبکه‌های اجتماعی و پیام‌های اضطراری است. این روش به مردم کمک می‌کند تا از خطرات آلودگی آب و اقدامات لازم برای حفاظت از خود آگاه شوند. به عنوان مثال، اعلام مناطق آلوده و ارائه راهکارهای ایمن برای دسترسی به آب سالم می‌تواند از مصرف آب آلوده توسط مردم جلوگیری کند. آموزش رفتارهای پیشگیرانه نیز در این زمینه اهمیت دارد. به مردم یادآوری شود که پیش از مصرف، آب را بجوشانند یا از فیلترهای مناسب استفاده کنند. توزیع بروشورهای آموزشی در مناطق تحت تأثیر می‌تواند نقش مؤثری در افزایش آگاهی مردم و ارتقاء رفتارهای ایمن ایفا کند. علاوه بر این، مدیریت روانی بحران با ارائه اطلاعات دقیق و جلوگیری از انتشار شایعات، به کاهش اضطراب عمومی کمک می‌کند. برگزاری جلسات پرسش و پاسخ با خلق اطلاعات درست و شفاف می‌تواند به کاهش ترس و نگرانی در میان مردم کمک کند. اینگونه تعاملات، احساس نزدیکی و اطمینان را در جامعه تقویت می‌کند و به مردم این احساس را می‌دهد که در این زمان سخت تنها نیستند و منابع اطلاعاتی مطمئنی در دسترس دارند.

۵- اقدامات بلندمدت برای پیشگیری

برای جلوگیری از وقوع مجدد حوادث آلودگی آب ناشی از بیوتروریسم، انجام اقدامات بلندمدت و پیشگیرانه ضروری است. یکی از این اقدامات، تقویت سیستم‌های نظارتی بر کیفیت آب و انجام آزمایش‌های دوره‌ای است. به عنوان مثال، استفاده از سنسورهای آنلاین برای کنترل کیفیت آب می‌تواند به شناسایی و واکنش سریع به آلودگی‌ها کمک کند. سرمایه‌گذاری در سیستم‌های تصفیه پیشرفته و بهبود شبکه‌های توزیع آب نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مثلاً نصب سیستم‌های تصفیه UV در مخازن آب می‌تواند به بهبود کیفیت آب و کاهش خطر آلودگی کمک کند. علاوه بر این، برگزاری دوره‌های آموزشی و مانورهای شبیه‌سازی برای بهبود آمادگی در برابر تهدیدات آینده مهم است. آموزش پرسنل تصفیه‌خانه‌های آب در مورد روش‌های مقابله با بیوتروریسم و شیوه‌های واکنش به بحران‌ها می‌تواند نقش زیادی در بهبود پاسخ‌ها و کاهش آسیب‌های احتمالی ایفا کند. این اقدامات نه تنها می‌توانند به پیشگیری از حوادث مشابه کمک کنند، بلکه به تقویت اعتماد عمومی و بهبود مدیریت بحران در آینده نیز کمک خواهند کرد. با اجرای این برنامه‌ها، می‌توانیم مطمئن شویم که سیستم تأمین آب برای جامعه ایمن‌تر و مقاوم‌تر خواهد بود.

۶- بررسی و بازنگری اقدامات

پس از کنترل بحران ناشی از آلودگی آب، ارزیابی و بازنگری اقدامات انجام‌شده یکی از مراحل ضروری است. این مرحله به ما کمک می‌کند تا اثربخشی اقداماتی که انجام داده‌ایم را ارزیابی کنیم و نقاط ضعف موجود را شناسایی کنیم. به عنوان مثال، تحلیل زمان پاسخگویی و میزان موفقیت در کنترل آلودگی می‌تواند در شناخت نقاط قوت و ضعف سیستم‌های کنونی بسیار مؤثر باشد. اصلاح و بهبود دستورالعمل‌ها و پروتکل‌های مقابله با بیوتروریسم ناشی از آب نیز یکی از اقدامات کلیدی در این مرحله است. به عنوان مثال، تدوین دستورالعمل‌های جدید برای گندزدایی منابع آب آشامیدنی مانند روش‌های نوین و مؤثر ـ می‌تواند به آمادگی بهتر در برابر تهدیدات آینده کمک کند. این فرایند به ما این امکان را می‌دهد که با یادگیری از تجربیات گذشته، نه تنها واکنش به بحران‌ها را بهینه کنیم، بلکه اطمینان حاصل کنیم که در آینده، سیستم تأمین آب ما قادر به مقابله با تهدیدات مختلف خواهد بود. در نهایت، این تلاش‌ها باعث ایجاد یک رویکرد پیشگیرانه و علمی در مدیریت بحران‌ها می‌شود و به تقویت اعتماد عمومی به سیستم‌های بهداشتی و تأمین آب کمک می‌کند.

فصل پنجم:

تهدیدات زیستی در مواد غذایی

بیوتروریسم غذایی

بیوتروریسم غذایی توسط سازمان بهداشت جهانی[1] این گونه تعریف شده است "آلوده کردن عمدی مواد غذایی مورد استفاده انسان ها یا تهدید به آن، با استفاده از میکروارگانیسم ها یا سموم آن ها با هدف آسیب رساندن یا کشتن مردم و یا ایجاد اختلال در ثبات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی به طوری که باعث ترس و وحشت در میان مردم یک جامعه گردد".

امروزه تهدیدات تروریستی نسبت به تحقیقات در زمینه مواد غذایی، تولید و فراوری محصولات مربوطه در حال افزایش است. به طوری که حتی بطری های آب آشامیدنی نیز مورد حمله قرار گرفته اند. با تزریق حلال های قطبی و ماده سفیدکننده به بطری آب آشامیدنی در نوامبرسال ۲۰۰۳ در ایتالیا، بیماری شدید و مرگ تعداد زیادی از کودکان ایتالیایی به وقوع پیوست. اقدامات خرابکارانه تروریست ها اغلب سازمان یافته، هماهنگ و در حال گسترش در ابعاد مختلفی می باشد. تروریست ها به طور معمول برای تهدید، آسیب زدن و از بین بردن دارایی و اقتصاد، امنیت جامعه، سلامت جسمی و روانی مردم از روش های آشکار و پنهان استفاده می کنند. از اهداف آن ها خارج کردن صنایع یا شرکت ها از میدان تجارت است که این هدف با تحت تأثیر قرار دادن محصول، بازاریابی یا قابلیت خرید آن صورت می گیرد. این گونه برنامه‌ها در جهت حذف مادهٔ غذایی مشخص، ترکیبات آن مادهٔ غذایی یا یک محصول کشاورزی طرح ریزی می شود. برای مثال کشف یک نمونه گاو آلوده به جنون گاوی (انسفالوپاتی اسفنجی شکل گاوی[2]) در واشنگتن سبب ایجاد رکود در صنایع گوشت پیش از کریسمس سال ۲۰۰۳ گردید.

سالیانه هزاران محصول غذایی در معرض آلودگی عمدی و اتفاقی قرار دارند. در صنایع غذایی، فرآیندهای دقیق کنترل کیفی برای پایش آلودگی ها و محدودسازی دامنه آن طراحی شده اند. آلودگی های غیرعمدی نیز اثر وسیعی دارند چون این گونه موارد از دیدگاه مردم بی کفایتی دولت را نشان می دهد. ایجاد وقفه در واردات محصولات رقابتی، تحقیقات در زمینه ای خاص و تحمیل محدودیت های تجاری در بیشتر کشورها، به ویژه در کشورهای فاقد سلاح های پیشرفته، متعارف هستند. بسیاری از ابزارهای مورد استفاده در تروریسم غذایی ارزان و ساده هستند. متأسفانه بمب گذاری، آتش سوزی عمدی، دست کاری محصولات غذایی مانند افزودن سم، تخریب و آسیب زدن به تأسیسات تولید آن ها نیز معمول هستند. سالیانه هزاران محصول در معرض دست کاری شرورانه و یا آلودگی غیرعمدی قرار دارند که در نهایت منجر به جمع آوری محصولات از بازار خواهند شد. تروریست هایی که محصولات غذایی را مورد حمله قرار می دهند انگیزه های مختلفی دارند که می تواند اقتصادی (تحت تأثیر قرار دادن شرکت یا بخش اقتصادی خاص)، سیاسی (پیام دادن، تغییر در نتیجهٔ انتخابات، هدایت یک واقعه سیاسی) و یا انگیزه های شرورانه باشد.

1 World Health Organization
2 Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE)

یکی از راه های هدف قراردادن سلامت عمومی، آلوده سازی عمدی آب و غذا با استفاده از عوامل زیستی است. موارد گزارش رخداد آلودگی های عمدی چندان معمول نیست ولی اثر آن ها بر تجارت جهانی بسیار چشمگیر می باشد. بعنوان مثال، بدترین نمونه از آلودگی عمدی مواد غذایی در سال ۱۹۸۴ در اورگان[1] در دالاس آمریکا رخ داد. اعضای یک فرقه اعتقادی خاص، باکتری سالمونلا را از آزمایشگاهی خریداری و کشت دادند و روش های مختلف آلوده سازی مواد غذایی را آزمایش کردند. هدف گروه فوق به دست آوردن آرای محلی در کابینه دولت برای انتخابات بوده است. اعضای این گروه، باکتری ها را به سالادهای صد رستوران اضافه کردند که منجر به بیماری بیش از هزار نفر شدند. در برخی کشورها، دولت به طور عمدی باعث افزایش نگرانی مصرف کنندگان می شود. برای مثال، در شیوع آلودگی با باکتری اشرشیاکلی در سال ۱۹۹۸ در هوکایدو ژاپن، در ابتدا خاویار وارداتی از آمریکا به عنوان منشأ آلودگی معرفی شد، در حالی که بعداً روشن شد که منبع عفونت جوانه های تُرب سفید تولید داخلی بوده است. وقوع آلودگی های غیرعمدی مواد غذایی نیز تاثیرات منفی وسیعی بر سلامت عمومی، اقتصاد مواد غذایی و انتخاب مصرف کننده خواهد داشت. مهم ترین اتفاق ثبت شده در مورد انتشارآلودگی مواد غذایی در سال ۱۹۹۱ رخ داد. در این حادثه ۳۰۰ هزار نفر در شانگهای چین با مصرف صدف های آلوده به هپاتیت آ مبتلا شدند.

محصولاتی که با استفاده از فناوری های زیستی تولید شده اند بیش از سایر موارد در خطر حمله تروریستی قرار دارند. آلوده کردن موادغذایی از موارد احتمالی تهدیدآمیز است و به همین علت فرآیندهای دقیق و سخت گیرانه کنترل کیفیت برای اطمینان از سلامت محصول اجرا می گردد. باتوجه به سیاسی تر شدن حوزهٔ مواد غذایی و حملات گسترده به این بخش، طراحی برنامه های مدیریت بحران می تواند در جهت پیشگیری از این اقدامات موثر باشد.

مروری بر تهدیدات بیوتروریسم غذایی

عوامل زیستی را میتوان از راه های مختلف توسط مواد غذایی انتقال داد. استفاده از حاملینی مانند حشرات و حیوانات میزبان نیز از راه های انتقال آلودگی به مواد غذایی هستند. بطوریکه حتی انتقال مقادیرکم از عوامل زیستی توسط حشرات و حیوانات می تواند در مواد غذایی مشکلات جدی در سلامت عمومی ایجاد کند. برای این منظور حفظ شرایط محیطی ماده غذایی مانند دما، رطوبت و pH نیز باید در نظر گرفته شود.

برای بروز عفونت، باکتری باید از سدهای فرایندی هضم عبور کند، به بافت هدف رسیده، رشد و تکثیر نماید و سپس نشانه های بیماری را ظاهر کرده و از طریق تولید سم سبب بروز بیماری گردد. زمان بیماری زایی سموم باکتریایی یا قارچی برای ایجاد اثرات بیماری زایی قابل مشاهده در مواد غذایی متفاوت است. برای مثال زمان لازم برای ایجاد بیماری توسط سموم باکتری استافیلوکوکوس اورئوس[2] ۳۰ دقیقه تا ۸ ساعت و

---

1 Oregon

2Staphylococcus aureus

بیشتر می باشد. در سایر موارد بروز علائم بیماری ناشی از مصرف غذا حداقل ۶ ساعت بعد از مصرف ماده غذایی آلوده ظاهر می شود و در مواردی چون آلودگی با میکروب لیستریا[1]ممکن است دورهٔ ظهور بیماری به هفته ها زمان نیاز داشته باشد. اغلب بیماری هایی که از طریق مواد غذایی منتقـل می شوند در ابتدا اشتباه تشخیص داده می شوند. در مواردی که مسمومیت ناشی از مصرف موادغذایی به طور عمدی انجام می شود، شناسایی عمدی بودن یا نبودن آن ممکن است مبهم باشد وحتی با توجه به ماهیت مسئله ممکن است اطلاعات نادرست و گمراه کننده نیز داده شود که درمان افراد بیمار را پیچیده تر می کند. متأسفانه درمان موفـق بیماری های باکتریایی ناشی از مصرف غذای آلوده بـه زمان شروع درمان وابسته بـوده بـه طوری که باید قبل از ظهور نشانه های بالینی اقدامات درمانی لازم انجام شود. عوامل مورد استفاده در جنگ افزارهای زیستی و عواملی که در آلوده کردن مواد غذایی به کار میروند بسیار متنوع بوده و در محیط به شکل پراکنده وجود دارند. در نهایت می توان گفت تقریباً هر عامل بیماری زا می تواند برای انتشار عمدی بیماری مـورد استفاده قرار گیرد.

قارچ ها، میکروارگانیسم های پیچیده تری نسبت به باکتری‌ها هستند که تولید مثل آن ها معمولا از طریق اسپور صورت می گیرد. اسپورها توسط باد منتقل شده و در برابر عوامل محیطی از جمله گرما و خشکی مقاوم هستند. در آلوده شدن موادغذایی توسـط قارچ هـا سم تولید شده از آن ها مورد نظر است نه خود موجودات زنده. انتشار عمدی قارچ های بیماری زا می تواند اثرات مخرب بسیار گسترده ای در برداشته باشد. برای مثال، از قارچ های آلوده کننده برنج به نام پایری کولاریا اُرایزا[2] به عنوان عامل پاتوژنیک در سلاح های زیستی استفاده می گردد.

انگل ها نیز به عنوان سلاح های زیستی مورد توجه هستند. بـروز بیماری های انگلی در دام ها وگیاهان به عنوان خطری قابل توجه محسوب می شود. اغلب انگل هایی که منشأ غذایی دارند (از قبیل گونه های آنیساکیس[3] در محصولات دریایی، تریشینلا عامل تریشینوزیس[4] در گوشت و ژیاردیا در آب آلوده) در خارج از بدن میزبان شرایط مناسب رشد و تکثیر ندارند و به عنوان ابزاری برای حمله مستقیم انسان ها به شمار نمی آیند، ولی دو نوع انگل وجود دارد که بسیار عفونت زا بوده و از طریق هوا نیز منتقل می شوند. ریکتزیا توانایی القای بیماری در انسان ها و دام ها را داراست و به عنوان عاملی زیستی برای حمله مـورد توجـه است. کوکسیلا بورنتی عامل تب کیو است، این بیماری منجر به مرگ نمی شود ولـی اثرات ناتوان کننده ای دارد.

عوامل زیستی مورد استفاده در بیوتروریسم غذایی

عوامل زیستی درحال تبدیل شدن به یک سلاح مناسب برای حملات تروریستی از طریق آلوده کردن مواد غذایی می باشند. این عوامل می توانند به روش های مختلفی جهت حملات زیستی در دسترس قرار گیرند.

---

1 Listeria
2 Pyricularia oryzae
3 Anisakis
4 Trichinosis

برای مثال کشت باکتری‌هایی مانند سالمونلا و کلستریدیوم بوتولینوم[1] (مولد سم بوتولیسم) برای افرادی کـه از حداقل سـطح مهارت برخوردار هستند، می تواند انجام شود. همچنین سموم زیستی نیز تولید سیانید یا رایسین[2] در یک آزمایشگاه کوچک خانگی کار چندان دشواری نیست. در بازرسی های برخی منازل در منچستر انگلستان، مـاده رایسین تولید شده در آزمایشگاه های خانگی به دست آمد. خطر اسـتفاده از این مواد این است که شناسایی آن ها بسیار دشوار است.

مهم ترین فاکتور بالقوه و خطرناک که در استفاده از عوامل بیولوژیک می تواند مطرح باشد مدت زمان نهفتگی (دوره کمون)، قبل از مشاهدهٔ عوارض مخرب است. میزان تهدید این عوامل در آلوده کردن غذا به مواردی زیر بستگی دارد شامل ۱-تأثیر بالقوه بر انسان، حیوان و یا سلامت گیاهان؛ ۲-نوع غذای آلوده شده؛ ۳-سهولت شناسایی آلودگی از راه هایی مانند تغییر طعم، رنگ و ظاهر مواد غذایی؛ ۴-زمان یا محلی که عامل آلوده کننده به مواد غذایی اضافه می شود؛ ۵-میزان بالقوه بودن انتشار گستردهٔ آلودگی؛ و۶-ترس و وحشت همگانی مربوط به مادهٔ غذایی یا عامل سمی که ایجاد شده است. میکروارگانیزم ها به طور عمده سرعت عمل کندتری نسـبت بـه سموم زیستی در ایجاد بیماری دارند زیرا از طریق ایجاد عفونت و تولید سم که زمان‌بر است، سبب مسمومیت می‌شوند.

مرکز پیشگیری و کنترل بیماری ها[3] فهرستی از عوامل خطرساز زیستی مرتبط با مواد غذایی را شرح داده است. از خصوصیات بارز این گروه می توان به سهولت انتشار، انتقال از طریق غذا، مرگ و میر پایین، نیاز به اقدامات تشخیصی خاص و نظارت های بعدی اشاره کرد. لیست ایـن عوامل همراه بـا علایم، قدرت کشندگی و نحوه انتقال آنها در جدول ۱-۵ آمده است.

1 Clostridium botulinum
2 Ricine
3 Centers for Disease Control (CDC)

جدول ۱-۵- عوامل زیستی بالقوه قابل استفاده در آلوده سازی مواد غذایی.

میکروارگانیزم	دوز لازم برای بیماری	علائم بیماری	دوره کمون	روش انتقال	درصد کشندگی	ماندگاری در محیط
باکتری ها						
باسیلوس آنتراسیس (عامل سیاه زخم)	۸۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ هاگ	شکل تنفسی: تب ملایم، درد عضلات، سرفه، خستگی مفرط، شوک، کبودی مخاط، سختی در تنفس، منتژیت، نقص دستگاه تنفسی. شکل پوستی: اغلب زخم بدون درد پوستی که به توده ای سیاه رنگ تبدیل میشود. ممکن است تب، سردرد، بی حالی، لمفادنوپاتی موضعی دیده شود. شکل گوارشی: درد شدید در ناحیه شکم، تب، سپتی سمی ،اشکال دهانی حلقی و شکمی بیماری محتمل هستند. دهانی: زخم در حلق و انتهای زبان، تب، اختلال در بلع، تورم غدد لنفاوی. شکل شکمی: التهاب قسمت پایینی در دستگاه گوارش، تهوع، بی اشتهایی، تب، درد در ناحیه شکم، اسهال خونی.	استنشاقی: ۶۰ روز میتواند ۱ تا ۷ روز نیز طول بکشد. جلدی: ۱ تا ۲۱ روز. پوستی: ۱ تا ۷ روز.	از طریق استنشاق (هوا) یا تماس پوستی. واگیری کم به جز فرم پوستی.	استنشاقی:۵۸ درصد پوستی: ۲۰ درصد گوارشی: ۲۵ تا ۶۰ درصد.	بسیار زیاد
یرسینیا پستیس (عامل طاعون تنفسی) (عامل طاعون بوبونیک یا خیاری) (عامل طاعون سپتی سمی)	۱۰۰ تا ۵۰۰ موجود زنده	تنفسی: تب بالا، سردرد، احساس سرما، توکسمی، سیانوز، نقص تنفسی، سرفه همراه با خون، اختلال در دستگاه گردش خون. بوبونیک یا خیاری: ناخوشی عمومی، تب بالا،گره های لنفاوی دردناک. سپتی سمی: احتقان داخل رگی، زخم های پوستی، مرگ سیاه، گانگرن در انگشتان و بینی.	تنفسی: ۱ تا ۶روز بوبونیک: ۲ تا۸روز	از طریق هوا یا تماس پوستی مستقیم (بسیار مسری).	تنفسی: ۱۰۰ درصد بوبونیک: ۵۰ درصد	تا حدی
ویبریوکلرا (عامل وبا)	۱۰۰۰ تا یک ده میلیون موجود زنده	استفراغ، اتساع حفره بطنی، درد، اسهال، از دست دادن شدید آب بدن، شوک.	۲ تا ۴ روز	دهانی	۲۵ تا ۵۰ درصد	پایین
اشریشیاکلی (عامل همولیتیک)	۱۰ عدد	از کار افتادگی کلیه ها، اسهال خونی حاد، دل پیچه، غش، حمله.	۱۲ تا ۳۶ ساعت	امکان انتقال ثانویه از طریق دهان	۳ تا ۵ درصد	پایین
سالمونلا انتریتیدیس (عامل سالمونلوزیس)	۱ میلیون موجود زنده	استفراغ، دل پیچه، اسهال	۶ تا ۴۸ ساعت	دهانی/انتقال ثانویه امکان پذیر است.	۵ درصد	پایین
سالمونلاتیفی (عامل تب تیفوییید)	۱۰۰ تا یک میلیون موجود زنده.	مدفوع شل، خونریزی، تب، سپتی سمی، پریتونیت، سردرد، یبوست، بیحالی، احساس سرما، هذیان،گیجی و درد عضلانی.	۳ تا ۵۶ روز	دهانی حامل مزمن	۱۲ تا ۱۳ درصد	پایین
شیگلا (عامل شیگلوزیس)	۱۰-۱۰۰ عدد باکتری	اولیه: تب گذرا، اسهال آبکی، بیحالی، بی اشتهایی، ناراحتی شکم خفیف، استفراغ.	۴-۱ روز	دهانی انتقال ثانویه امکان پذیر است	۱۰-۱ درصد	پایین
لیستریا مونوسیتوژن (عامل لیستریوزیس)	بیشتر از ۱۰۰ موجود زنده	نشانه هایی مشابه آنفلوانزا، سر درد، منتژیت، آنسفالیت، اندوکاردیت، سقط خودبخودی، سپتی سمی.	۱ تا ۹۰ روز	دهانی (غیرمسری)	۱۳ تا ۴۳ درصد	تا حدی

سم کلستریدیوم بوتولونیوم (عامل بوتولیسم)	۰/۹ میکروگرم استنشاقی ۷۰ میکروگرم دهانی ۰/۰۹ تا ۰/۱۵ میکروگرم وریدی	تهوع، ضعف، استفراغ، فلج تنفسی، گیجی، خشکی گلو، تاری دید، سختی در بلع و تکلم.	۱۲ تا ۷۲ ساعت (به طور معمول) ۲ ساعت تا ۸روز	دهانی، وریدی یا استنشاقی	۵ تا ۹۰ درصد	بالا
باکتری کلستریدیوم بوتولیسم (عامل بوتولیسم)	بوتولیسم	تهوع، ضعف، استفراغ، فلج تنفسی، گیجی، خشکی گلو، تاری دید، سختی در بلع و تکلم. (ارگانیسم در میزبان کلونیزه می شود)	چند روز	دهانی، زخم بدن، غیر مسری	۵ تا۹۰ درصد	بسیار بالا
گونه های بروسلا (عامل تب مالت یا تب مواج)	-	شکل حاد (کمتر از ۸ هفته از شروع بیماری): نشانه هایی مشابه آنفولانزا، نشانه های غیر اختصاصی شامل تب، تعریق، بی اشتهایی، بیحالی، سردرد، درد عضلانی، درد پشت.	چندین هفته تا یک سال	هوا/تنفس دهانی، زخم های پوستی، غیر قابل انتقال	پایین	تا حدی
فرانسیلا تولارنسیس (عامل تولارمی)	۱۰ تا ۵۰ عدد	سرفه، احساس سرما، درد عضلانی، غدد متورم، التهاب ریه و پرده جنب، اختلال در تنفس، خستگی، قابل اشتباه با بیماری تب کیو.	۲ تا ۴ روز	هوا/دستگاه تنفسی غیر مسری	۳۰ تا ۴۰ درصد	کم
استافیلوکوکوس اورئوس، انتروتوکسین B (عامل عفونت استاف)	۳۰ نانوگرم: ناتوان کننده. ۱/۷ میکروگرم: کشنده.	دهانی: تب بالا، سردرد، احساس سرما، تهوع، استفراغ، اسهال. استنشاقی: سرفه خشک	۳ تا ۱۲ ساعت	دهانی، استنشاقی	کمتر از ۵ درصد	بالا
ریکتزیاها						
کوکسیلا بورنتی (عامل تب کیو)	۱تا ۱۰ عدد	تب، درد، سردرد، خستگی، التهاب کبد-آندوکاریت.	۱۰ تا ۴۰ روز	هوا/دستگاه تنفسی به ندرت مسری	کمتر از ۵ درصد	خوب
کوکسی دیوایرس ایمیتیس (عامل تب دره)	-	تب، درد، ضعف.	-	هوا/دستگاه تنفسی	کمتر از ۵ درصد	بالا
ویروس ها						
واریولا میجر (عامل آبله)	۱۰ تا ۱۰۰ عدد	تب، ضایعات پوستی مشخص، سردرد، دردپشت.	۷ تا ۷۱ روز	هوا/دستگاه تنفسی، تماس مستقیم با پوست مسری	۵۳ درصد	بالا
فلاویریده (عامل تب زرد، تب خونریزی دهنده اومسک، بیماری جنگل کیاسانور)	-	تب زرد: تب، درد عضلانی، کندی ضربان قلب، زردی، نقص در عملکرد کلیه، عوارض خونریزی دهنده. اومسک: تب، سرفه، التهاب ملتحمه، ضایعات وزیکولی روی کام نرم، تورم غدد، عفونت ریه، نقص در عملکرد دستگاه عصبی مرکزی. کیاسانور: مشـابه بیماری اومسک.	۳ تا ۱۵ روز بطور کلی وعمومی) تب زرد: ۳ تا ۶ روز اومسک: ۲ تا ۹ روز	هوا/دستگاه تنفسی، حشرات ناقل مسری	کمتر از ۵ درصد (کلی و عمومی) تب زرد: ۲۰ درصد اومسک: کمتر از ۱۰ درصد کیاسانور: ۳ تا ۱۰ درصد	تاحدی
فیلوویریده یا فیلو ویروس (عامل ابولا، ماربرگ)	۱ تا ۱۰۰ درصد	ابولا: ضعف شدید، تب شدید، ضایعات ماکولوپاپولار در پوشت طی ۵روز خونریزی، انعقاد داخل رگی. ماربورگ: تب شدید، درد عضلانی، دانه های قرمز روی پوست، خونریزی، انعقاد داخل رگی.	ابولا: ۲ تا ۲۱ روز ماربورگ: ۲ تا ۴۱ روز	هوا/دستگاه تنفسی، انتقال فرد به فرد، بسیار مسری	ابولا: ۵۰ تا ۹۰ درصد ماربورگ: ۲۳ تا ۷۰ درصد.	پایین

آرناویریده (آرناویروس لاسا آرنا ویریده دنیای جدید)	-	تب لاسا: شروع تدریجی تب، تهوع، درد شکم، گلو درد شدید، سرفه، التهاب ملتحمه، زخم های دهانی، تورم شدید سر و گردن، آب آوردگی پرده پریکارد و جنب. دنیای جدید: شروع تدریجی تب، تهوع، درد عضلانی، درد شکم، التهاب ملتحمه، خونریزی، اختلال کارکردی در دستگاه عصبی مرکزی، اختلالات عصبی-رفتاری.	تب لاسا: ۵ تا ۱۶ روز دنیای جدید: ۷ تا ۱۴ روز	هوا/دستگاه تنفسی، فرد به فرد، بسیار مسری	لاسا: ۱۵ تا ۲۰ درصد دنیای جدید: ۱۵ تا ۳۰ درصد	پایین
خانواده بانیا ویریده نایروویروس (عامل تب خونریزی دهندهٔ کریمه کنگو) فلبوویروس (عامل تب درهٔ ریفت) هانتاویروس (عامل تب خونریزی دهنده، همراه با نشانگان کلیوی)	-	تب، سردرد، درد در ناحیه پشت حدقه چشم، ترس از نور، زردی.	۲ تا ۶ روز	هوا/دستگاه تنفسی، فرد به فرد، بلع غذای آلوده به مدفوع (در مورد هانتاویروس) تب دره ریفت: گزش پشه های ناقل هانتاویروس: حاملان جونده	کمتر از ۱ درصد	تاحدی
ویروس های خونریزی دهنده (عمومی) (عامل تب های خونریزی دهنده)	۱ تا ۱۰۰ عدد ویروس	سر درد، تب، استفراغ، اسهال، درد قفسه سینه، سرفه، شوک، خونریزی.	متغیر ۴ تا ۲۱ روز	هوا/ تنفسی، متغیر در میزان سرایت	متغیر	تاحدی
آنسفالیت ونزوئلایی اسب (آنسفالومیلیت)	۱ تا ۱۰۰ عدد	درد مفاصل، احساس سرما، تهوع، استفراغ به مدت ۲ تا ۵ روز همراه با اسهال و گلو درد.	۲ تا ۵ روز	هوا/ تنفسی، تماس مستقیم با پوست، مسری بودن پایین	۷۰ درصد	پایین
سموم						
ریسین (آبرین سمی مشابه است)	مسمومیت با ریسین	استنشاقی: تب، سرفه، تهوع، سخت شدن قفسه سینه، تعرق شدید، ادم ریوی، ضعف. خوراکی: استفراغ، اسهال خونی، از دست دادن شدید آب بدن، توهم، رفتاری غیرعادی (عصبی)، فشار خون با لا، نقص در اعمال کبد، کلیه، طحال. تزریقی: ضعف، تب، استفراغ، شوک ،اختلال در عمل اعضای مختلف.	تنفسی: ۶ تا ۴۲ ساعت گوارش: ۱ تا ۴ ساعت	دهانی، تزریقی، هوا/ تنفسی، غیرمسری	مرگ طی ۳۶ تا ۷۲ ساعت به وقوع می پیوندد	خوب
آربین (مشابه ریسین)	مسمویت با آربین	خوراکی: ضعف عضلانی، لرزش عضلانی، اسپاسم، فشار خون پایین، افزایش ضربان قلب، ضربان های نامنظم قلب، شوک قلبی- عروقی به خاطر از دست دادن شدید آب، اختلال در دستگاه عصبی مرکزی، اختلال در جهت یابی و حرکت، توهم، حرکات غیرارادی، (عصبی)، کما	کمتر از ۲۴ ساعت	دهانی، پوست یا تماس با چشم، تنفسی	۱ تا ۳ روز نشانه های با تأخیر	خوب
آفلاتوکسین	-	سر درد، زردی، اختلالات گوارشی، بیماری های کبدی	بیشتر از ۲۴ ساعت	دهانی، غیرمسری	پایین	بالا

اقدامات انجام شده در صنعت نفت

پدافند زیستی مواد غذایی در صنعت نفت به شکل طراحی، اجرا و نظارت بر مجموعه های تهیه و توزیع موادغذایی جهت اقدامات پیشگیرانه و واکنشی به منظور حفاظت از سلامت کارکنان، تجهیزات و چرخه تامین غذا در برابر تهدیدات زیستی عمدی مانند حملات بیوتروریستی، حوادث غیرعمدی مانند آلودگی های میکروبی و بلاهای طبیعی مانند سیل و زلزله می باشد. به منظور پیشگیری از وقوع حوادث تروریستی مرتبط با مواد غذایی، اقدامات هماهنگی بین سازمان بهداشت و درمان نفت (به ویژه واحد مهندسی بهداشت محیط) و سایر سازمان های زیرمجموعه برای ایجاد شرایط مناسب بازرسی های بهداشتی از مجموعه های غذایی صورت می پذیرد. ابعاد مهم پدافند زیستی مواد غذایی در صنعت نفت به شکل زنجیره تامین مواد غذایی، فرآیند نگهداری و انبارداری، بهداشت حمل و نقل، پخت و پز و توزیع مواد غذایی، نظارت و پایش میکروبی، آموزش و فرهنگ سازی، مدیریت بحران و پاسخ اضطراری، اعتبار بخشی و استانداردها می باشد.

در بعد زنجیره تامین مواد غذایی، سلامت و ایمنی تامین کنندگان مواد غذایی لازم است بررسی و تایید گردد که از طریق انجام آزمایشات سالیانه این مورد ارزیابی می شود. هزینه انجام آزمایشات توسط شرکت به آزمایشگاه های معتبر و مورد اعتماد پرداخت می گردد.

تولید و تامین مواد اولیه، فرآوری و بسته بندی، انبارداری و نگهداری مناسب، حمل، انتقال و تحویل به محل مورد بررسی قرار گرفته و شرایط نگهداری در دمای مناسب نیز فراهم گردیده است. در فرایند نگهداری لازم است حداقل دمای مناسب در محل سردخانه و انبار نگهداری مواد غذایی تامین گردد. در این زمینه مسئولین مربوطه سردخانه های زیر و بالای صفر تهیه و در محل تعبیه کرده اند. در دکل ها نیز این اقدامات برای رفاه کارکنان مد نظر قرار گرفته است به طوریکه بر اساس بازرسی های بهداشتی انجام شده توسط واحد مهندسی بهداشت محیط بیمارستان نفت اهواز، به تمامی دکل ها راهنمایی ها و دستورات لازم در طی بازرسی های دوره ای و تهیه دستورالعمل های بهداشتی ارائه شده است.

همچنین استانداردهای بهداشتی در تهیه و حمل و نقل مواد غذایی نیز مد نظر گرفته است. بازرسی های مکرر بهداشتی جهت کنترل ورود آلودگی های عمدی یا غیرعمدی در مبدا توسط بازرسان وکارشناسان بهداشت محیط و ناظرین محل جهت تایید یا رد کردن محموله های پروتئینی ارسالی از دامپزشکی به آشپزخانه های شرکت ها یا دکل ها شامل گوشت قرمز و سفید نیز از دیگر روش های محافظت از سلامت کارکنان در پدافند زیستی مواد غذایی صنعت نفت می باشد. لذا کلیه آشپزخانه ها مکلف به تهیه گوشت گرم و تازه یا منجمد مطابق با دستورالعمل های دامپزشکی با ویژگی های بهداشتی شده اند. در این زمینه نیز دستورالعمل بهداشتی بازرسی از محموله های پروتئینی توسط واحد مذکور تهیه شده و به سایر ارگان ها ارسال گردیده است.

در فرآیند پخت و پز مواد غذایی رعایت بهداشت فردی کارکنان، شست و شوی کافی تجهیزات، سالم سازی سبزیجات، بهداشت آب مورد استفاده از طریق استفاده از دستگاه های تصفیه صنعتی (کاهش کدورت و

TDS) و کنترل کیفی نمونه های مواد غذایی از طریق نگهداری نمونه روزانه در یخچال و برداشت نمونه های فصلی و ارسال آن به آزمایشگاه های غذا و دارو جهت بررسی کیفیت میکروبی انجام می گردد. آزمایشات دوره ای میکروبی بر نمونه های آب اخذ شده از این مجموعه ها توسط بازرسان بهداشت محیط در آزمایشگاه واحدهای بهداشتی نیز انجام می گردد. برای حفاظت از منبع تامین آب شرب محل علاوه بر نمونه برداری، دستور داده شده تا کلیه مخازن آب در یک محیط ایمن به شکل محصور با درب قفل شده قرار گیرند تا دسترسی سریع به آن به حداقل برسد.

در طی بازرسی های بهداشتی به کارکنان و ناظران تغذیه و سایر مسئولین مربوطه آموزش های لازم جهت پیشگیری ازهرگونه اقدام تروریستی داده شده است. همچنین مانورهایی در قالب طغیان مواد غذایی با همکاری واحد بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ها از جمله مناطق نفت خیز، و اورژانس و پرستاری بیمارستان نفت اهواز صورت گرفته است تا زمینه های لازم به عنوان آموزش های قبل از وقوع دریافت گردد. در این زمینه نیز دستورالعملی به نام طغیان مواد غذایی توسط واحد مهندسی بهداشت محیط تهیه و در اختیار شرکت ها و مجموعه های غذایی شامل رستوران های عملیاتی، واحدهای ستادی، باشگاه های رفاهی و مجموعه های غذایی مستقر در دکل ها، قرار گرفته است.

تیم واکنش سریع به عنوان یک ساختار در مدیریت بحران توسط مسئول محترم واحد مهندسی بهداشت محیط بیمارستان نفت اهواز طراحی و معرفی گردیده است تا در هنگام وقوع حملات بیوتروریستی بتوانند در جهت شناسایی منبع آلودگی، قرنطینه افراد و معدوم سازی مواد غذایی بالقوه آلوده اقدامات لازم را انجام دهد. اطلاع رسانی ومدیریت بحران نیز بخش دیگری از وظایف این تیم می باشد. در نمونه ای از این اقدامات، تیم واکنش سریع تشکیل شده معاونت بهداشتی نفت اهواز، آموزش های لازم را در زمینه بهداشت مواد غذایی در دوره کرونا از طریق آموزش های حضوری و تلفنی به کارکنان و خانواده های آن ها انجام داده است. اجرای سیستم هشدار سریع، پیشگیری و آمادگی در برابر حملات بیوتروریستی و همچنین اقدامات پژوهشی با حمایت های مالی توسط مسئولین شرکت های نفتی با هدف توسعه و آینده نگری می تواند در این بخش تحول آفرین باشد.

اقدامات لازم پس از وقوع بیوتروریسم ناشی از آلودگی غذا

وقتی که اهداف تاکتیکی مورد نظر باشند، حمله زیستی ممکن است از طریق آلودگی مواد غذایی انجام گیرد. آلوده کردن مواد غذایی به عوامل زیستی می تواند به روش های مختلف انجام شود. بیشتر میکروارگانیسم ها و حتی توکسین ها نسب به حرارت حساس هستند. بنابراین مواردی برای این منظور ایده آل می باشند که بدون حرارت دادن و به صورت آماده مصرف می شوند. هر چه مکانیسم های تولید مواد غذایی، ابتدایی تر و غیر صنعتی تر باشد نفوذپذیری برای خرابکاری بیشتر است. به طور کلی بعضی از عوامل بیماری زا برای آلوده کردن مواد غذایی مناسب تر هستند .این گروه همچنین قادرند که به طور طبیعی انسان را از طریق خوراکی ها

آلوده و بیمار کنند. از جمله این عوامل می توان به گونه هایی از سالمونلا، شیگلا، ویبریوکلرا، کمپیلوباکترججونی و استافیلوکوکوس اورئوس اشاره کرد. عوامل زیستی را می توان در مراحل مختلف زنجیره تولید مواد غذایی به آن ها اضافه نمود. چنانچه این عمل در مراحل ابتدایی، یعنی در مواد غذایی خام انجام گیرد انتشار با اطمینان نسبتا بیشتری انجام خواهد شد و گستره آن وسیع تر خواهد بود. مکانیسم توزیع مواد غذایی در جوامع و گروه های مختلف پیچیده تر از آن است که بتوان به سادگی نتیجه یک چنین عملیاتی را پیش بینی کرد. بهرحال انجام عملیات خرابکارانه با استفاده از عوامل زیستی در مراحل مختلف فازتولید، فاز توزیع و مصرف دارای امتیازات و محدودیت های ویژه ای است که هر کدام می تواند نتیجه خرابکاری را تحت تأثیر قراردهد.

-شناسایی عامل تهدید و تعیین گستردگی آلودگی

این مرحله از مدیریت بحران شامل انجام آزمایش‌های سریع روی نمونه‌های غذایی به منظور تشخیص نوع آلودگی و شناسایی منبع آن است. شناسایی آلودگی‌ها می‌تواند شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها، سموم یباشد. به عنوان مثال، تشخیص باکتری‌هایی مانند سالمونلا یا سمومی مانند بوتولینوم توکسین باید به سرعت صورت گیرد تا به کنترل و جلوگیری از گسترش بیماری کمک کند. همچنین، تعیین محصولات غذایی آلوده و شناسایی مناطق توزیع آن‌ها نیز امری حیاتی است. این کار معمولاً با نمونه‌برداری از محصولات غذایی و بررسی زنجیره تأمین انجام می‌شود. به عنوان نمونه، بررسی لیست فروشگاه‌هایی که محصولات آلوده را توزیع کرده‌اند می‌تواند به شناسایی مناطق پرخطر و محدود کردن مصرف آن‌ها کمک کند. این اطلاعات نه تنها به شناسایی منابع آلودگی کمک می‌کند، بلکه به اجرای اقدامات پیشگیرانه و اطلاع‌رسانی به عموم نیز به منظور جلوگیری از بروز بیماری‌های ناشی از مصرف غذاهای آلوده یاری خواهد رساند. به واقع، سرعت عمل در این مرحله می‌تواند تأثیر زیادی بر سلامت عمومی و کاهش تأثیرات مخرب آلودگی‌ها داشته باشد.

-اقدامات فوری برای کنترل و مهار

این اقدامات در واکنش به آلودگی مواد غذایی شامل جمع‌آوری و معدوم‌سازی ایمن محصولات آلوده از بازار است. به عنوان مثال، جمع‌آوری کنسروهای آلوده از فروشگاه‌ها و سوزاندن آن‌ها می‌تواند به جلوگیری از مصرف بیشتر این محصولات خطرناک کمک کند و سلامت عمومی را تأمین نماید. صدور دستورالعمل‌های فوری برای ممنوعیت فروش و مصرف محصولات غذایی مشکوک نیز ضروری است. اعلام عمومی در مورد خطرات مصرف یک نوع خاص از محصولات غذایی می‌تواند به افزایش آگاهی و جلوگیری از گسترش آلودگی کمک کند. علاوه بر این، استفاده از روش‌های ضدعفونی برای پاک‌سازی مراکز تولید و توزیع مواد غذایی نیز باید اجرا شود. به عنوان مثال، ضدعفونی خطوط تولید در یک کارخانه آلوده می‌تواند از انتشار بیشتر آلودگی جلوگیری کند و اطمینان حاصل کند که محصولات پس از تجدید تجهیزات و فرآیندها، ایمن و سالم

هستند. این اقدامات نه‌تنها مسئولیت‌پذیری در برابر بحران را نشان می‌دهند، بلکه می‌توانند به حفظ سلامت عمومی و افزایش اعتماد مصرف‌کنندگان به سیستم‌های تأمین و توزیع مواد غذایی کمک کنند. همکاری با مقامات بهداشتی و اطلاع‌رسانی شفاف در مورد این پروسه‌ها بسیار ضروری است تا مردم از اقدامات انجام‌شده و ایمنی غذاهای مصرفی خود مطلع شوند.

-مدیریت بهداشت عمومی

این مرحله از مدیریت بحران شامل تشخیص و درمان سریع افرادی است که در معرض مواد غذایی آلوده قرار گرفته‌اند. به عنوان مثال، اگر افرادی به‌خاطر مصرف مواد غذایی آلوده به باکتری سالمونلا دچار مسمومیت شوند، باید بلافاصله در مراکز بهداشتی درمان شوند تا عوارض آن کاهش یابد و سلامت آن‌ها به خطر نیفتد.در صورت وجود واکسن برای پیشگیری از بیماری‌های ناشی از مواد غذایی آلوده، مانند هپاتیت A، واکسیناسیون سریع جمعیت در معرض خطر به شدت ضروری و مؤثر خواهد بود. توزیع واکسن هپاتیت A در مناطق آلوده می‌تواند به طور موثری از شیوع این بیماری جلوگیری کند و از بروز اپیدمی‌های بیشتر جلوگیری کند.علاوه بر این، نظارت بر سلامت افراد در معرض خطر نیز اهمیت زیادی دارد. شناسایی سریع موارد جدید و پیگیری وضعیت بیماران می‌تواند به کنترل بحران کمک کند. ثبت موارد جدید مسمومیت غذایی و جمع‌آوری اطلاعات لازم در مورد علائم، زمان مصرف غذا و سابقه تماس با منابع آلوده، اطلاعات ارزشمندی را برای شناسایی شیوع و تعیین نقاط بحرانی ارائه می‌دهد.این اقدامات مستلزم همکاری نزدیک میان مراکز بهداشتی، مجتمع‌های درمانی و سازمان‌های دولتی است تا اطمینان حاصل شود که اقدامات به سرعت و به‌طور مؤثر انجام می‌شوند.

-اطلاع‌رسانی و آموزش عمومی

اعلام لیست محصولات غذایی آلوده و شیوه‌های ایمن برای مصرف غذا یکی از اقدامات مؤثر در کاهش مواجهه مردم با مواد غذایی آلوده است. این اطلاعات می‌تواند به مردم کمک کند تا از مصرف محصولاتی که ممکن است خطرناک باشند، خودداری کنند و به تبع آن، میزان آلودگی و بروز مسمومیت غذایی کاسته شود.آموزش رفتارهای پیشگیرانه نیز اهمیت زیادی دارد. به عنوان مثال، شستن صحیح مواد غذایی قبل از مصرف، پختن کامل غذا، و نگهداری ایمن مواد غذایی، همگی اقداماتی هستند که می‌توانند خطر مواجهه با باکتری‌ها و مواد آلوده را کاهش دهند. توزیع بروشورهای آموزشی در مناطق تحت تأثیر، می‌تواند به افزایش آگاهی مردم نسبت به این نکات کمک کند و عادات غذایی سالم را ترویج کند.مدیریت روانی بحران نیز بخش مهمی از این فرآیند است. ارائه اطلاعات دقیق و جلوگیری از انتشار شایعات، می‌تواند به کاهش اضطراب عمومی کمک کند. برگزاری جلسات پرسش و پاسخ با مردم، هم فرصتی برای رفع ابهامات و هم افزایش شفافیت به شمار می‌رود. این جلسات می‌توانند به مردم این احساس را بدهند که صدای آن‌ها شنیده

می‌شود و به سؤالات و نگرانی‌هایشان پاسخ داده می‌شود، که این خود می‌تواند به کاهش ترس و اضطراب کمک کرده و اعتماد جامعه را به مدیریت بحران تقویت کند.

-اقدامات بلندمدت برای پیشگیری

برای تقویت ایمنی مواد غذایی و مدیریت مؤثر بحران‌ها، اقدامات متنوعی باید در نظر گرفته شود. یکی از اقدامات کلیدی، تقویت سیستم‌های نظارتی بر ایمنی مواد غذایی و انجام آزمایش‌های دوره‌ای است. به عنوان مثال، استفاده از سنسورهای آنلاین برای کنترل کیفیت مواد غذایی می‌تواند به شناسایی سریع آلودگی‌ها کمک کند و تسریع در واکنش‌های لازم را ممکن سازد. سرمایه‌گذاری در سیستم‌های تولید و توزیع مواد غذایی ایمن بسیار ضروری است. نصب سیستم‌های ضدعفونی پیشرفته در کارخانه‌های تولید مواد غذایی می‌تواند به بهبود کیفیت محصولات و کاهش ریسک آلودگی کمک کرده و اطمینان حاصل کند که محصولات ایمن به بازار وارد می‌شوند.علاوه بر این، برگزاری دوره‌های آموزشی و مانورهای شبیه‌سازی برای آمادگی بهتر در برابر تهدیدات آینده اهمیت دارد. این آموزش‌ها می‌تواند به تولیدکنندگان مواد غذایی و کارمندان مربوطه کمک کند تا با روش‌های بهینه برای مقابله با بیوتروریسم و آلودگی‌های احتمالی آشنا شوند. به عنوان مثال، آموزش به آن‌ها درباره شناسایی نشانه‌های آلودگی و نحوه واکنش به شرایط بحرانی می‌تواند به بهبود پاسخ‌ها در زمان وقوع بحران‌های واقعی کمک کند.در نهایت، این اقدامات در راستای ایجاد یک نظام ایمنی غذایی قوی و مقاوم در برابر تهدیدات بهداشتی مؤثر خواهند بود.

-بررسی و بازنگری اقدامات

به‌روزرسانی دستورالعمل‌ها و روش‌های مقابله با بیوتروریسم ناشی از غذا، گامی بسیار ضروری و مؤثر در بهبود امنیت غذایی و آمادگی برای مواجهه با تهدیدات آینده است. طراحی دستورالعمل‌های جدید برای ضدعفونی مواد غذایی می‌تواند شامل استانداردهای به‌روز و روش‌های نوآورانه‌ای باشد که به کاهش خطر آلودگی‌های مربوط به بیوتروریسم کمک می‌کند. تقویت سیستم‌های نظارتی نیز بخشی حیاتی از این فرایند است. ایجاد پروتکل‌های دقیق و به‌روزرسانی شده برای نظارت بر زنجیره تأمین مواد غذایی، از مزارع تا مراکز توزیع و فروش، می‌تواند به شناسایی سریع و مؤثر تهدیدات کمک کند. استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته مانند پایش آنلاین، تجزیه و تحلیل داده‌ها و سیستم‌های هشداردهنده می‌تواند توانایی ما را برای شناسایی و واکنش به تهدیدات بیوتروریسم بهبود بخشد. علاوه بر این، برگزاری دوره‌های آموزشی برای کارکنان صنعت غذا، به‌ویژه در زمینه شناخت و واکنش به بحران‌های بهداشتی می‌تواند موجب تقویت آمادگی کلی این صنعت شود. به‌روزرسانی اطلاعات و آموزش‌های مداوم به تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و فروشندگان کمک می‌کند تا با وضعیت‌های بحرانی بهتر روبه‌رو شوند و بتوانند به‌طور مؤثری از سلامت مصرف‌کنندگان محافظت

کنند.در مجموع، با به‌روزرسانی دستورالعمل‌ها و تقویت سیستم‌های نظارتی، می‌توانیم هم از تکرار چنین رویدادهایی جلوگیری کنیم و هم اطمینان حاصل کنیم که در برابر تهدیدات بیوتروریسم در آینده آماده‌تریم.

فصل ششم:

تهدیدات زیستی در کشاورزی و دام پروری
(اگروتروریسم)

تعریف اگروتروریسم

آگروتروریسم شاخه ای از بیوتروریسم است که در آن نابودی محصولات کشاورزی، آلوده سازی فرآورده های دامی و لبنی، آلوده کردن صنایع شیلات و آبزیان مورد هدف قرار می گیرد. آگروتروریسم با استفاده از انواع میکروب ها و مواد شیمیایی سعی در آلوده سازی و نابودی محصولات کشاورزی، آلوده سازی فراورده های دامی و لبنی و آلودگی صنایع شیلات و آبزیان می شود. هدف اصلی اگروتروریسم عدم دسترسی افراد یک جامعه به غذای سالم و ایجاد ناامنی غذایی در آن است، زیرا در صورت نبود غذای سالم رعب و وحشت ناشی از قحطی و ترس از گرسنگی کشور را فراخواهد گرفت و همین موضوع سبب بی نظمی و ناهنجاری هایی در سطح جامعه خواهد شد. در صورت شدت بالای این نوع ترور و عدم مدیریت و رسیدگی صحیح آن، جامعه یا کشور هدف متحمل خسارتهای شدید اقتصادی، بیاعتمادی مردم نسبت به مسئولان و از بین رفتن ثبات و پایداری می شود. در این بخش چهارحوزه با احتمال هدف قرارگیری توسط تروریست ها شامل بخش کشاورزی، دام پروری، طیور و آبزیان مورد بررسی قرار می گیرد. به طور کلی در حملات اگروتروریسمی با یک هزینه اندک میتوان تلفات کشاورزی و دامی بالایی در کشور یا جامعه هدف ایجاد کرد و سبب ناامنی غذایی در یک کشور شد، زیرا برای حفظ زندگی و ارتقای سلامتی، دسترسی به مقادیر کافی غذای سالم و مغذی برای فرد مهم و ضروری است. براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت جهانی، غذای ایمن، غذای عاری از هرنوع باکتری های مضر، ویروس ها، انگل ها یا مواد شیمیایی است. ناامنی غذایی می تواند منشأ بیش از ۲۰۰ بیماری مختلف از اسهال گرفته تا سرطان باشد، به نحوی که در سرتاسر جهان، حدود ۶۰۰ میلیون نفر، یعنی به ازای هر ۱۰ نفر، یک نفر پس از خوردن غذای آلوده و ناایمن بیمار می شود. بنابراین، سالانه به دلیل ناامنی غذایی، ۴۲۰ هزار نفر جان خود و ۳۳ میلیون نفر با خوردن غذاهای آلوده، زندگی سالم خود را از دست می دهند. انبارهای نگهداری مواد غذایی و چاه ها و منابع آب از مراکز استراتژیک و حساس برای این نوع ترور است. غذای در دسترس و آب قابل شرب برای مصرف نهایی مراحلی مانند تهیه، نگهداری، فراوری و توزیع را طی می کنند که احتمال اضافه کردن هرنوع عامل بیماری زا در تمام مراحل بیان شده وجود دارد. شیر و فراورده های لبنی نیز محصول دیگری است که می تواند ابزاری بسیار مناسب برای این ترور باشد ، زیرا این محصولات در جامعه بسیار پرمصرف و تقریباً مورد تقاضای تمام اقشار جامعه با دهک های درآمدی متفاوت هستند. بهترین زمان ممکن برای آلوده کردن این محصولات نیز پس از پاستور یزاسیون و استریلیزاسیون و قبل از بسته بندی است؛ برای مثال، در سال ۱۹۸۵ بزرگ ترین اپیدمی سالمونلوز ناشی از سالمونلا تیفی موریوم از طریق شیر پاستوریزه به مسمومیت ۱۷۰۰۰۰ نفر در ایالات متحده آمریکا منجر شد. این موضوع تنها به کارخانه ها و صنایع لبنی محدود ش نمی ود، زیرا آلودگی می تواند از طریق بسته بندی محصولات متفاوت نیز سبب ایجاد بیماری و مسمومیت شود. انواع گوشت قرمز و سفید نیز محصولات دیگری هستند که می توانند در مدت

پرورش دام و طیور یا در کشتارگاه ها آلوده شوند. باید خاطرنشان کرد که احتمال وجود آلودگی در کالاه ای وارداتی دوچندان است.

مهمترین تهدیدات زیستی موثر بر حوزه کشاورزی کشور

نگرانی پیرامون کاربرد سلاح‌های ضد زراعی به واسطه تعدادی از کشورهای متجاوز، در اواخر دهه ۱۹۸۰، به‌دلیل مشاهده شواهدی مبنی بر دسترسی عراق به ظرفیت نظامی به قصد نابودی محصولات ایرانی از طریق تحقیق و توسعه گونه‌های قارچ سیاهک گندم[1] و آسپرژیلوس مولد آفلاتوکسین ایجاد شد. از دیگر اقدامات صدام حسین در طول جنگ تحمیلی این کشور علیه ایران، پخش پاتوژن لکه گندم[2] در مزارع ایران بود. شیوع جاروک لیموترش از جمله مواردی است که احتمال حمله اگروتروریسمی دارد. این بیماری در اواخر دهه ۱۹۷۰ در عمان و ۱۹۸۹ در امارات گزارش شد. مشاهده بیماری جاروک در ایران طی سال ۱۳۷۶ از استان سیستان و بلوچستان اعلام شد و در مدت زمان اندکی، ۸۰ درصد از باغ‌های لیموترش جنوب کشور را از بین برد.جشن خودکفایی گندم در سال ۱۳۸۷ برگزار شد، اما یک سال پس از آن، تولید گندم با افت شدیدی مواجه گشت این امر را ناشی از آفت وارد شده توسط دانشمندی پاکستانی که تحصیلات خود را در اورشلیم گذرانده است، می‌دانند. در بخش دام و شیلات، بروز تعدادی از بیماری‌ها آسیب سنگینی به کشور وارد کرده است. ارنیتوبلهازی ترکستانیکم[3] بیماری ناشی از کرم پهن است. آلودگی به این انگل نخستین بار از کشورهای آسیای میانه شروع و در مهر ۱۳۷۲ به ایران وارد شد و تا اواخر زمستان همان سال ادامه یافت. خسارت اقتصادی ایجاد شده توسط این بیماری، عامل آسیب شدید در سطح وسیعی از فرآورده‌های دامی شد؛ به‌گونه‌ای که پیامد تلفات ناشی از آن حدود ۶۰-۸۰ درصد گزارش شد. پدیده کشنده قرمز[4](ناشی از نوعی جلبک به نام ککلودینیوم[5]) که سبب از بین رفتن منابع شیلات در کشورهای حوزه کارائیب، کشورهای اسکاندیناوی، اقیانوس آرام جنوبی و آب‌های آمریکای شمالی شد، نهایتاً در مرداد ۱۳۸۷ در خلیج‌فارس و دریای عمان ظهور یافت و عامل نابودی بیش از ۳۴ تن آبزی شد. همچنین، ورود بیماری لکه سفید به مزارع پرورش میگو در استان‌های شمالی و جنوبی کشور طی سال ۱۳۹۸ در نتیجه آلودگی تخم‌های وارداتی، با انگیزه اهداف اگروتروریسم مطابقت دارد. در ایران، موارد متعددی از شیوع آنفولانزای مرغی، لکه سفید میگو، شانه‌دار مهاجم در دریای خزر، گرینینگ مرکبات، جاروک لیموترش در صنعت کشاورزی و دامی مناطق جنوب گزارش شده است. از دیگر تهدیدات مهم در این حوزه می توان به موراد ذیل شامل: آفات و بیماری‌ها، محصولات یا موجودات تراریخته[6]، سرقت منابع ژنتیکی و دانش بومی، واردات بی‌رویه انواع بذر و نهال،

1 Tilletia tritici
2 Tan spot
3 Ornithobilharzia turkestanicum
4 Red tide
5 Coclodinium
6 Genetically Modified Organism

واردات و یا قاچاق محصولات کشاورزی، مصرف بی‌رویه سموم کشاورزی و کودهای شیمیایی، وابستگی در تامین نهاده‌ها، تحریم لوازم آزمایشگاهی اشاره کرد.

الف- آفات و بیماری‌ها

آفات و بیماری‌های گیاهی نسبت به آفات و بیماری‌های حیوانی دارای ریسک کمتری برای سلامتی انسان هستند. اصلی‌ترین تاثیر آن‌ها بر اقتصاد کشور از طریق کاهش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی است. همچنین باعث تاثیر منفی بر بازارهای جهانی، کاهش صادرات و صدمه زدن به محیط زیست طبیعی کشور می‌شوند. علاوه بر این ممکن است باعث کاهش اطمینان عمومی بر زنجیره و امنیت غذایی به‌ویژه در مواقع بروز عمدی بیماری‌ها شوند. انواع ویروس‌ها، پاتوژنهای باکتریایی و قارچی، آفات حشرات و نماتدهای انگلی از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زا هستند که میتوانند بعنوان سلاح، جهت حملات بیولوژیکی در کشاورزی استفاده گردند.

ب- محصولات یا موجودات تراریخته

عوامل بیولوژیک در طبیعت وجود دارند، اما ممکن است در جهت افزایش بیماری‌زایی، مقاومت در برابر داروهای رایج و یا افزایش توانایی پراکنش در محیط‌زیست دستکاری شوند. بنابراین، محصولات کشاورزی نسبت به عوامل بیماری‌زای دستکاری شده از طریق مهندسی ژنتیک می‌توانند بسیار حساس باشند.

ج- سرقت منابع ژنتیکی و دانش بومی از جوامع محلی

یکی از ساده‌ترین مثال‌های کاربرد تنوع زیستی و دانش بومی، گیاهان دارویی و کاربردهای درمانی آن‌ها هستند. بنا به نوشته بقراط در ۵۰۰ سال پیش از میلاد از یک داروی تلخ که از پوست درخت بید به‌دست می‌آمد برای درمان درد و ناراحتی استفاده می‌شده است. امروزه این داروی تلخ به‌عنوان آسپرین شناخته می‌شود.

یکی از مهم‌ترین جنبه‌های نگرانی جوامع محلی از روند تصاحب جرم‌پلاسم[1] این است که شرکت‌های بزرگ با اشتیاق در حال کاربرد حق انحصاری روی تولیدات جدید شامل مواد ژنتیکی جمع‌آوری شده هستند تا مانع استفاده رقبا از آن‌ها شوند، چراکه آن‌ها را قادر می‌سازد با افزایش قیمت محصولات و یا دریافت حق مالکیت از سایر شرکت‌های علاقه‌مند به استفاده از این تکنولوژی، منافع سرشاری را نصیب خود کنند.

د- واردات بی‌رویه انواع بذر و نهال

1 Germplasm

بذر و نهال از جمله مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی است که تولیدات بخش گیاهی به شکل کامل به آن وابسته است. از آنجا که بخشی از بذر مورد استفاده در کشور از خارج از ایران وارد می‌شود و کشور در این حوزه دارای وابستگی‌هایی به کشورهای دیگر است، بسیاری از آفات و بیماری‌ها می‌توانند از طریق این نهاده‌ها وارد کشور شده و به سرعت در سراسر کشور پخش شوند.

هـ- واردات قانونی و یا قاچاق محصولات کشاورزی

در سال‌های گذشته، بسیاری از محصولات کشاورزی به دلایل مختلف از جمله خشکسالی و تولید کم در کشور به صورت قانونی و قاچاق وارد شده است. مبدا بسیاری از این محصولات، کشورهای همسایه از جمله پاکستان، عراق و ترکیه و مصر است که همراه با واردات این محصولات، برخی از عوامل بیماری‌زا که در کشور ما وجود نداشته و غیربومی بوده، وارد کشور شده است و آسیب‌های زیادی به کشاورزی کشور وارد کرده است.

ف- مصرف بی‌رویه سموم کشاورزی و کودهای شیمیایی

در سال‌های اخیر با گسترش فناوری و روی آوردن انسان به کشاورزی صنعتی از یک طرف و افزایش آفات بیماری‌زا از طرف دیگر، مصرف کودهای شیمیایی و سموم کشاورزی در کشور افزایش یافته است و از طریق محصولات کشاورزی بطور غیر مستقیم بر سلامت انسان و محیط‌زیست اثرات و تبعات منفی داشته است.

ظ- وابستگی در تامین نهاده‌ها، لوازم آزمایشگاهی و تحریم آن‌ها

نیاز کشور به واردات برخی نهاده‌ها از جمله بذر و نهال، برخی سموم شیمیایی و ابزار و تجهیزات آزمایشگاهی که در کشور تولید نمی‌شود و یا به میزان کمی تولید می‌شود، موجب وابستگی کشور در این حوزه به واردات شده و در مقاطع زمانی که کشور تحت تحریم‌های شدید بوده، این تحریم‌ها اثرات منفی بر بازار داخل داشته به گونه‌ای که علاوه بر اثرات اقتصادی نامطلوب و افزایش قیمت آن‌ها در کشور در برخی موارد ورود غیرقانونی و با کیفیت پایین این محصولات موجب بروز خسارت‌هایی نیز به کشور شده است.

جدول ۱-۶- عوامل بیماری زای وارد شده به کشور

نام	نام لاتین	سال ورود
عامل بلاست برنج	Magnaporthe Grisea	۱۳۳۰
عامل ویروس تریستزای مرکبات	Citrus Tristeza Virus	۱۳۴۸
کرم ساقه‌خوار برنج	Chilo Suppressalis	۱۳۵۱
سوسک کلرادو سیب زمینی	Colorado Beetle	۱۳۶۱
عامل پژمردگی باکتریایی سیب‌زمینی	Rhalstonia Solanacearum	۱۳۶۲
بید سیب‌زمینی	Phthorimaea Operculella	۱۳۶۴
عامل آتشک درختان دانه‌دار	Ervinia Amylovora	۱۳۶۸
عامل شانکر باکتریایی مرکبات	Bacterial Citrus Canker	۱۳۶۸
سوسک حنایی خرما	Red Palm Weevil	۱۳۶۹
شپشک سپردار کاج نوئل	Nuculaspis Abietis	۱۳۷۴
سیاهک ناقص و یا هندی گندم	Karnal Bunt	۱۳۷۵
عامل رایزومانیای چغندر قند	Beet Necrotic Yellow Vein Virus	۱۳۷۶
عامل سیاهک دروغی برنج	Ustilaginoidea vriense	۱۳۷۶
عامل جاروی جادوگر لیموترش	Witches Broom	۱۳۷۷
زنگ سیاه ساقه گندم	Tilletia Tritici	۱۳۷۸

نقاط ضعف و چالش‌های مقابله با تهدیدات زیستی در حوزه کشاورزی

در حوزه مبارزه با تهدیدات زیستی، با چالش‌ها و نقاط ضعفی روبه‌رو هستیم. این موارد به‌طور کلی شامل موارد زیر است:۱- ضعف در شناسایی سریع آفات و بیماری‌ها؛۲ - نبود سیستم پایش و مراقبت یکپارچه و سراسری تهدیدات زیستی در بخش کشاورزی برای اطلاع‌رسانی سریع؛ ۳- ضعف در تشخیص عوامل بیماری‌زا و به خصوص عوامل اگزوتیک؛ ۴- ضعف در سیستم قرنطینه مرزی و داخلی به گونه‌ای که در بسیاری از موارد حتی فیزیک قرنطینه هم رعایت نمی‌شود؛ ۵- پایین بودن سطح امنیت زیستی مزارع و ورود آفات و عوامل به مزارع به دلیل دسترسی آسان به آن‌ها؛ ۶- سوءمدیریت، سوءتدبیر و عدم برنامه‌ریزی صحیح و تصمیم‌گیری‌های مقطعی که در بسیاری از موارد اثرات مخربی بر کشاورزی داشته است؛ ۷-فقدان سیستم آماری صحیح، دقیق و به‌روز در مورد تولید محصولات کشاورزی؛ ۸- ضعف در مستندسازی و انتشار تجارب حاصل از رخدادهای گذشته؛ ۹- پایین بودن دانش و نگرش و نبود حساسیت در برخی از مسوولان در مورد اهمیت تهدیدات زیستی در بخش کشاورزی؛ ۱۰-تناقص در افق‌های فکری برخی مدیران در تصمیم‌گیری‌ها مانند استفاده و تولید GMOها، نظرات ضد و نقیض و منع؛ ۱۱- ضعف در حوزه قوانین؛ قدیمی بودن برخی

قوانین و عدم به‌روزرسانی آن‌ها، نبود قوانین بازدارنده در برخی موارد، عدم اطلاع از قوانین و گاه تعدد و یا تضاد قوانین.

راهبردهای پیشنهادی مقابله با تهدیدات زیستی در حوزه کشاورزی

راهبردهای پیشنهادی مقابله با تهدیدات زیستی در حوزه کشاورزی در سه محور اصلی پیشگیری، آمادگی و کاهش اثرات قابل دسته‌بندی هستند .این راهبردها مجموعه‌ای از اقدامات عملیاتی و برنامه‌های اجرایی را در بر می‌گیرند که با هدف کنترل و مدیریت تهدیدات زیستی، کاهش آسیب‌پذیری بخش کشاورزی و افزایش توان مقابله با حوادث احتمالی تدوین می‌شوند.

الف- پیشگیری

راهبرد پیشگیری بر جلوگیری از وقوع تهدیدات زیستی و کاهش آسیب‌پذیری سیستم‌های کشاورزی متمرکز است .در این راستا، تقویت امنیت زیرساخت‌های کشاورزی از طریق حصارکشی مزارع، نصب دوربین‌های امنیتی، بهبود اقدامات امنیتی در تأسیسات فرآوری مواد غذایی، ارتقا و توسعه سیستم‌های قرنطینه‌ای مرزی و بهبود وضعیت امنیت زیستی در مزارع کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است .همچنین، افزایش نظارت بر زنجیره‌های تأمین مواد غذایی از طریق ردیابی محصولات، انجام بازرسی‌های ایمنی مواد غذایی، نظارت بر فعالیت‌های آنلاین مرتبط با کشاورزی و تقویت تعاملات و هماهنگی با نهادها و وزارتخانه‌های مرتبط، از جمله گمرک، فرودگاه‌ها، بنادر و نیروی انتظامی، با هدف جلوگیری از قاچاق محصولات و نهاده‌های کشاورزی ضروری است .در کنار این اقدامات، ترویج کشاورزی پایدار و انعطاف‌پذیر از طریق تنوع‌بخشی به تولیدات کشاورزی، توسعه نظام آموزش، پژوهش و ترویج در بخش‌های مختلف کشاورزی و حمایت و تقویت زیرساخت‌های موردنیاز برای تولید و خودکفایی در تولید نهاده‌های اولیه، از جمله بذر و نهال، می‌تواند به کاهش آسیب‌پذیری این بخش کمک کند .همچنین، ایجاد و توسعه نظام مراقبت بیولوژیک و سیستم‌های هشدار سریع در سراسر کشور، به‌کارگیری سامانه‌ها و سازوکارهای نوین رصد، پایش و تشخیص بیماری‌ها و تهدیدات حوزه گیاهی و ایجاد یک ساختار جامع برای مقابله با تهدیدات زیستی، از دیگر اقدامات ضروری در این زمینه به شمار می‌روند.

ب- آمادگی

راهبرد آمادگی بر آماده‌سازی سیستم‌های کشاورزی و ذی‌نفعان برای مقابله با تهدیدات زیستی متمرکز است . تحقق این راهبرد مستلزم توسعه برنامه‌های جامع پاسخ به حوادث، شناسایی نقاط ضعف در زنجیره‌های تأمین مواد غذایی و تدوین و اجرای اقدامات پاسخ اضطراری، از جمله پروتکل‌های قرنطینه و واکسیناسیون، است .در این راستا، آموزش کشاورزان، کارگران فرآوری مواد غذایی، مأموران مجری قانون و پرسنل بهداشت عمومی، در کنار افزایش آگاهی مسئولان و تصمیم‌گیران نسبت به اهمیت تهدیدات زیستی، نقش مهمی در ارتقای سطح آمادگی ایفا می‌کند .همچنین، برگزاری منظم تمرین‌ها و مانورهای شبیه‌سازی برای ارزیابی آمادگی در برابر حملات اگروتروریستی و بهبود هماهنگی میان واحدهای مختلف مرتبط با مدیریت تهدیدات زیستی، از اقدامات ضروری در این حوزه است .افزون بر این، تقویت، توسعه و حمایت از آزمایشگاه‌های مرجع منطقه‌ای و ملی برای شناسایی آفات و عوامل بیماری‌زا، ایجاد و توسعه بانک‌های اطلاعاتی و سیستم‌های آماری به‌روز و حمایت از ایجاد بانک‌های ژن بومی، می‌تواند ظرفیت‌های تشخیصی و اطلاعاتی کشور را برای مواجهه مؤثر با تهدیدات زیستی افزایش دهد.

پ-کاهش اثرات

راهبرد کاهش اثرات با هدف محدود کردن خسارات ناشی از تهدیدات زیستی و تسریع در بازیابی سیستم‌های کشاورزی پس از وقوع حوادث دنبال می‌شود .در این چارچوب، ایجاد ذخایر استراتژیک مواد غذایی به‌منظور کاهش احتمال بروز کمبود غذا در صورت وقوع حملات اگروتروریستی، از اهمیت برخوردار است .همچنین، توسعه سیستم‌های هشدار اولیه با هدف شناسایی سریع حملات اگروتروریستی و محدود کردن گسترش آن‌ها، می‌تواند در کاهش دامنه خسارات مؤثر باشد .ارائه خدمات حمایتی به آسیب‌دیدگان، از جمله مراقبت‌های پزشکی، مشاوره و کمک‌های مالی به کشاورزان و سایر قربانیان تهدیدات زیستی، نیز از دیگر اقدامات موردنیاز در این زمینه است .در سطح منطقه‌ای و بین‌المللی، توسعه تعاملات و همکاری‌های مشترک با کشورهای همسایه برای مدیریت تهدیدات زیستی و تقویت زیرساخت‌های لازم برای کسب اطلاع از وضعیت تهدیدات بالقوه در کشورهای همسایه و منطقه، می‌تواند به بهبود مدیریت این تهدیدات کمک کند .در نهایت، اصلاح، به‌روزرسانی و تصویب قوانین مرتبط با تهدیدات زیستی، همراه با تدوین و تصویب دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌های مربوط به واردات محصولات و فرآورده‌های زیستی به کشور و نحوه نظارت بر آن‌ها، از اقدامات ضروری برای تقویت چارچوب قانونی مقابله با تهدیدات زیستی محسوب می‌شود.

تهدیدات زیستی در حوزه دام

به تولید هدفمند یک بیماری پاتوژنیک دامی یا بیماری مشترک بین انسان و دام (زئونوز) به منظور ایجاد ترس وزیان های اقتصادی و کاهش امنیت مقابله و مبارزه موثر با آن و بطورکلی کاهش امنیت زیستی مردم و افزایش ریسک فاکتورهای مربوط به آن در جامعه اطلاق می گردد. با توسعه و رشد صنعت تولید فرآورده های دامی مورد نیاز، رعایت اصول بهداشتی و پیشگیری از بروز بیماری های خطرناک دامی، بیماری های مشترک بین انسان و دام و مدیریت بحران در شرایط وقوع بیماری در کشور از جمله مواردی است که باید توجه گردد؛ زیرا هرگونه غفلت این صنعت مهم و حساس را به خطر انداخته و موجب بروز خسارات اقتصادی سنگین و غیرقابل جبران خواهد شد. شناخت دقیق نقاط بحران و شناسایی عوامل بیماری‌زا و نیز تهدیدات مربوط به ضررهای اقتصادی و شیوع برخی بیماری های قابل انتقال در جوامع بشری از مسایل ضروری می باشد. بیماریهای قابل شیوع خطرناک در حوزه دامپزشکی که از سوی سازمان جهانی بهداشت دام[1] اعلام می شود (مانند سیاه زخم یا شاربن،آنفلوانزای فوق حاد پرندگان ،تب برفکی) باید با اولویت مورد بررسی قرار گیرند تا از شیوع آنها جلوگیری شود و در صورت بروز بیماری های اگزوتیک (غیر بومی) اجرای پروتکل مراقبت فعال بیماری ،کنترل و ریشه کنی آن الزامی می باشد. یک جنگ افزار بیولوژیک مناسب باید از قابلیّت بیماری زایی بالایی برخوردار باشد؛ قابل رؤیت نبوده، بدون طعم و بو باشد؛کم هزینه باشد؛ از قابلیت تولید افشانه پایدار برخوردار باشد تا بتواند از راه استنشاق ایجاد آلودگی نماید، در محیط باقی بماند. به‌دلیل اینکه حوزه دامپزشکی از نظر بستر و مناطقی کاری در معرض عوامل بیماری‌زا است، نوع تهدیداتی که این بخش را تحت تأثیر قرار می‌دهد، استفاده از سویه‌های اگزوتیک یا غیربومی عوامل بیماری‌زا است و علاوه برآن، استفاده از عوامل بیماری‌زای آزمایشگاهی یا ورود عوامل بیماری‌زا از طریق مواد بیولوژیک و دستکاری ژنتیک عوامل بومی و استفاده از آن علیه دام‌ها و همچنین استفاده از ترکیبات تراریخته می‌تواند جزو عوامل زیستی باشدکه حوزه دام را می‌تواند مورد مخاطره قرار دهد.

بیوتروریسم هدفمند دامی را می‌توان به عنوان معرفی عمدی یک عامل بیماری‌زای دامی به دام‌ها با هدف ایجاد خسارات اقتصادی، اختلال در ثبات اجتماعی اقتصادی یک کشور، و ایجاد وحشت و ناراحتی توصیف کرد. اگرچه معرفی عمدی بیماری‌های دامی رایج نیست، اما دام‌ها در گذشته هدف حملات جنگ بیولوژیکی یا بیوتروریسم قرار گرفته‌اند. به عنوان مثال، آلمان تحقیقاتی در زمینه سلاح‌های بیولوژیکی برای بیماری‌هایی مانند تب برفکی و طاعون گاوی انجام داده است، و روسیه نیز تحقیقاتی در مورد بیماری‌هایی مانند تب خوکی آفریقایی ، تب برفکی و طاعون گاوی انجام داده است. ایالات متحده، کانادا و بریتانیا نیز بیماری‌هایی مانند سیاه‌زخم، بروسلوز و گلاندرز را مورد بررسی قرار داده‌اند. بریتانیا در طول جنگ جهانی دوم ۵ میلیون «کیک گاوی» حاوی هاگ سیاه‌زخم تولید کرد که قرار بود بر روی مراتع آلمان ریخته شود. روش‌ها و انگیزه‌های

[1] World Organization for Animal health

تروریست‌ها برای حمله به دام‌ها طیف گسترده‌ای را شامل می‌شود، از اقدامات فردی گرفته تا شرکت‌ها و کشورها که می‌توانند باعث تلفات گسترده در حیوانات، انسان‌ها یا هر دو شوند. اگرچه ممکن است دام ها اولین انتخاب تروریست‌ها نباشد، زیرا فاقد ارزش شوک‌آور اهداف تروریستی سنتی است، بسیاری از تحلیلگران آن را یک هدف ثانویه قابل قبول می‌دانند.

در طول قرن گذشته، تغییراتی در تولید دام‌ها رخ داده است که از حالت محلی و منطقه‌ای به سمت سیستم‌های گسترده‌تر و متمرکزتر حرکت کرده است. در گذشته، حیوانات معمولاً در همان منطقه ای که تولید می شدند، پرورش و ذبح می‌گردیدند، اما امروزه این روند تغییر کرده است. این تغییرات فرصتی را برای معرفی و گسترش پاتوژن‌ها در مسافت‌های طولانی در یک دوره کمون واحد فراهم می‌کند، قبل از اینکه تعداد قابل توجهی ازحیوانات علائم بیماری را نشان دهند. جابجایی گسترده حیوانات ممکن است به عنوان یک مکانیسم پراکندگی داخلی برای عوامل بیوتروریستی عمل کند. مطالعات شبیه‌سازی در ایالات متحده نشان می‌دهد که بیماری‌هایی مانند تب برفکی به سرعت و خارج از کنترل گسترش می‌یابند. بسیاری از بیماری‌های دامی به راحتی قابل دستیابی، مدیریت و توزیع هستند. تجارت بین‌المللی محصولات غذایی اغلب به وضعیت عاری از بیماری گره خورده است، که ممکن است توسط یک حمله به خطر بیفتد. بسیاری از دامپزشکان تجربه کمی با بیماری‌های دامی خارجی دارند که در داخل کشور ریشه‌کن شده‌اند اما در سایر کشورها بومی هستند. استفاده از عوامل بیماری‌زای دامی علیه دام‌ها در حملات بیوتروریسم بین سال‌های ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۸ به دقت بررسی شده است. این بررسی‌ها نشان می‌دهند که چنین رویدادهایی در مقایسه با حملات علیه اهداف دیگر بسیار نادر هستند. با این حال، یک حمله بیوتروریسم کشاورزی به تخصص یا فناوری کمی نیاز دارد. بیشتر بیماری‌های دامی قابل گزارش بسیار مسری هستند و به طور مؤثر از یک منبع گسترش می‌یابند، همان‌طور که در همه‌گیری‌های اخیر بیماری هایی مانند تب برفکی، تب خوکی کلاسیک، آنفلوانزای پرندگان، بیماری نیوکاسل و تب آبی زبان، دیده شده است. علاوه بر این، تروریست‌ها می‌توانند بدون اینکه خودشان آلوده شوند بسیاری از عوامل بیماری‌زا را منتشر کنند. در این نوع حملات بیوتروریستی، تحریم‌های تجاری پس از شیوع اعمال می‌شود، بنابراین حتی یک شیوع کوچک می‌تواند تأثیرات اقتصادی بسیار بزرگی داشته باشد. دامپروری بخش حیاتی اقتصاد بسیاری ازکشورهای توسعه‌یافته است. بر اساس گفته‌های چالک، حداقل سه سطح هزینه مرتبط با یک حمله بیوتروریسم در حوزه دام وجود دارد: ۱-هزینه‌های مستقیم ناشی از اقدامات مهار و نابودی دام‌های بیمار، ۲-هزینه‌های جبرانی پرداختی به دامپروران برای نابودی محصولات دامی و خسارات وارد شده به صنایع مرتبط مستقیم و غیرمستقیم و۳-هزینه‌های بین‌المللی به شکل تحریم‌های تجاری محافظتی که توسط شرکای تجاری عمده اعمال می‌شود.

اهمیت پدافند غیر عامل در حوزه دامپزشکی

از آنجا که تولیدات دامی به طور مستقیم با مقوله امنیت غذایی جامعه در ارتباط است؛ بنابراین هر گونه تهدید زیستی دام اثرات نامطلوبی بر جامعه خواهد گذاشت از این رو تهدیدات زیستی دامی باید با حساسیت و دقت پیگیری و نقاط بحرانی در این رابطه شناسایی شوند. تهدیدات زیستی دامی از دو دیدگاه قابل بررسی است شامل بیماری های دامی کاهش دهنده تولید که ورم پستان از مهمترین آنهاست، دیگری بیماری های مشترک که بروسلوز در رأس آن ها قرار دارد.

اداره کل دامپزشکی به دلیل مسئولیتش در حفظ و حراست از سرمایه دامی و تامین سلامت و بهداشت جامعه انسانی، در تامین غذای مردم در شرایط عادی و بحرانی و تهاجمی دشمن نقش حیاتی دارد. در راستای استراتژی پدافند غیرعامل، استفاده از سیستم های مراقبت از بیماری های دامی و قرنطینه های داخل کشوری برنامه های مدونی را در حال انجام دارد سامانه اطلاعات جغرافیایی از جمله ابزارهایی است که باتطابق وضعیت کانون بیماریها با مختصات جغرافیایی، شناسایی سریع وقوع اپیدمی های منطقه ای، امکان پیش بینی و پیشگیری در مختصات جغرافیایی و نیز امکان ایجاد تجهیزات قرنطینه ای و کنترل تردد در منطقه خطر بیماری و نیز امکان ایجاد لایه های امنیتی در محدوده کانونهای بیماری زا را فراهم نموده است. با توجه به موفقیت سامانه یاد شده در زمینه دام، بسط این سیستم به واحد اپیدمیولوژیک دامی نیز صورت گرفته و نظر به تجربه موفق حاصل شده و اهمیت قرنطینه ها در پیشگیری از بروز بیماری ها، گسترش آن به قرنطینه های دامی و واحد های اداره نظارت بر بهداشت عمومی دامپزشکی نیز در حال انجام است. آزمایشگاه های تشخیصی دامپزشکی نیز به عنوان عاملی مهم در جهت کنترل مخاطرات و تهدیدات بیولوژیکی فعالیت دارند. شیوع بیماری‌های مرتبط با دام می‌تواند تأثیر اقتصادی ویران‌کننده‌ای داشته باشد. برای ایالات متحده و استرالیا، که برای چندین دهه عاری از تب برفکی بوده‌اند، تخمین زده می‌شود که معرفی این بیماری و گسترش بعدی آن به ترتیب حدود ۱۴ میلیارد دلار آمریکا و ۵ تا ۱۲ میلیارد دلار آمریکا هزینه در پی خواهد داشت. یک گزارش اخیر از بانک جهانی نتیجه گرفته است که کنترل زودهنگام بیماری‌های دامی و زئونوتیک مقرون به صرفه بوده و از بیماری‌های انسانی جلوگیری می‌کند. جدول ۲-۶ مروری بر هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم مرتبط با همه‌گیری‌های اخیر بیماری‌های دامی قابل گزارش ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که این عوامل باعث می‌شوند که صنعت دام‌داری به عنوان یک هدف بالقوه برای حملات بیوتروریستی در نظر گرفته شود.

جدول ۲-۶-هزینه‌های اقتصادی برخی از شیوع‌های بیماری‌های دامی قابل گزارش

بیماری دامی	کشور	سال	تعداد گله‌های مبتلا	تعداد حیوانات معدوم‌شده	هزینه‌های مستقیم (میلیون)	هزینه‌های غیر مستقیم (میلیون)
سیاه زخم	سوئد	۲۰۰۸	۱	۷۸	۶۰ (SEK)	۲۸ (۱ SEK)
آنفلوانزای پرندگان بسیار بیماری‌زا[۲]	ایالات متحده	۸۴-۱۹۸۳	نامشخص	۱۷ میلیون	۶۰ (US$)	-
آنفلوانزای پرندگان بسیار بیماری‌زا	ایتالیا	۱۹۹۹	۴۱۳	۱۶ میلیون	(یورو) ۱۱۲	(یورو) ۳۹۵
آنفلوانزای پرندگان بسیار بیماری‌زا	هلند	۲۰۰۳	۲۵۵	۳۰ میلیون	(یورو) ۳۰۰	(یورو) ۷۰۰
آنفلوانزای پرندگان بسیار بیماری‌زا	کانادا	۲۰۰۴	۴۲	۱۷ میلیون	۳۸۰ (US$)	-
آنفلوانزای پرندگان کم‌بیماری‌زا[۳]	ایالات متحده	۹۸-۱۹۹۷	۱۸	نامشخص	۳٫۵ (US$)	-
آنفلوانزای پرندگان کم‌بیماری‌زا	ایتالیا	۰۱-۲۰۰۰	۸۰	۱٫۷ میلیون	۱۰ (یورو)	-
آنفلوانزای پرندگان کم‌بیماری‌زا	ایتالیا	۰۳-۲۰۰۲	۳۸۸	۷٫۶ میلیون	۴۰ (یورو)	-
بیماری نیوکاسل[۴]	ایالات متحده	۰۳-۲۰۰۲	۹۱۲	۳٫۲ میلیون	۲۲۱ (US$)	۱۲۱ (US$)
بیماری نیوکاسل	ایرلند شمالی	۱۹۹۷	۲۶	۵۴۶،۰۰۰	۳٫۵ (£)	-
تب خوکی کلاسیک	بلژیک	۱۹۹۰	۱۱۳	۱ میلیون	(یورو) ۲۱۲	-
تب خوکی کلاسیک	بلژیک	۹۴-۱۹۹۳	۵۲	۷۴۳،۸۷۱	(یورو) ۷۵	-
تب خوکی کلاسیک	بلژیک	۱۹۹۷	۸	۷۴،۱۴۰	(یورو) ۱۰	-
تب خوکی کلاسیک	هلند	۹۸-۱۹۹۷	۴۲۹	۱۲ میلیون	(یورو) ۱،۳۲۰	(یورو) ۱،۰۲۰
تب برفکی[۵]	ایتالیا	۱۹۹۳	نامشخص	۸،۰۰۰	۱۱٫۵ (US$)	۱۲۰ (US$)
تب برفکی	بریتانیا	۲۰۰۱	۲،۰۳۰	۶٫۱ میلیون	۳،۱۲۵ (£)	۴،۰۰۰ (£)
تب برفکی	هلند	۲۰۰۱	۲۶	۲۶۰،۰۰۰	(یورو) ۲۷۳	(یورو) ۱،۰۲۷
تب برفکی	تایوان	۱۹۹۷	۶،۱۴۷	۴ میلیون	۳۷۹ (US$)	۱،۳۰۰ (US$)
تب برفکی	کره جنوبی	۱۱-۲۰۱۰	۱۵۷	۹٫۷ میلیون	۲،۷۰۰ (US$) در ۲۰۱۰	-
ویروس نیپاه	مالزی	۹۹-۱۹۹۸	۹۴۶	۱ میلیون	۲۳۳ (US$)	۲۶۷ (US$)
تب آبی زبان	هلند	۰۷-۲۰۰۶	۶،۴۸۰	۰	(یورو) ۳۲	-
Qتب	هلند	۱۰-۲۰۰۷	۸۸	۵۰،۰۰۰	(یورو) ۲۷	(یورو) ۱۳۴-۳۰۸

1 Swidish Krona
2 (HPAI)
3 LPAI
4 ND
5 FMD

انواع بیماری های دام

بیماری های دام از نظر ماهیت بسیار متفاوت هستند و می توانند عفونی، انگلی یا غیر عفونی باشند. بیماری‌های عفونی توسط عوامل بیماری‌زا مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها ایجاد می‌شوند که از طریق تماس مستقیم بین حیوانات، مایعات بدن یا به طور غیرمستقیم از طریق خوراک، آب یا تجهیزات آلوده پخش می‌شوند. بیماری‌های انگلی توسط ارگانیسم‌هایی مانند کرم، کنه و شپش ایجاد می‌شوند که حیوانات را آلوده می‌کنند و اغلب سیستم ایمنی آنها را تضعیف و آنها را مستعد ابتلا به بیماری‌های دیگر می‌کنند. بیماری های غیر عفونی ناشی از عوامل محیطی، کمبودهای تغذیه ای یا شرایط ژنتیکی مانند کمبود مواد معدنی، اختلالات متابولیک و جهش های ژنتیکی هستند. دلایل انتقال بیماری های دام می تواند شامل ازدحام بیش از حد، بهداشت نامناسب و تهویه ضعیف باشد که گسترش سریع عوامل عفونی را تسهیل می کند. عوامل استرس مانند تغذیه نامناسب، حمل و نقل نامناسب، همچنین سیستم ایمنی حیوانات را تضعیف می کند و حساسیت به بیماری ها را افزایش می دهد. علاوه بر این، شرایط آب و هوایی و تغییرات فصلی می تواند باعث بیماری های خاصی شود، زیرا سطح دما و رطوبت محیط مساعدی را برای رشد پاتوژن ها و انگل ها ایجاد می کند.

بیماری های واگیردار دامی

بیماری های واگیر بزرگترین تهدید برای سلامت دام هستند. آنها توسط باکتری ها، ویروس ها، ریکتزیا و قارچ ها ایجاد می شوند. برخی از بیماری های دامی تک یاخته ای مانند بیماری های عفونی رفتار می کنند و اغلب به همین عنوان در نظر گرفته می شوند. در حالی که آنها باید با سایر بیماری های انگلی طبقه بندی شوند. همه بیماری های مسری عفونی هستند، اما همه بیماری های عفونی، مسری نیستند. یک بیماری مسری بیماری است که به راحتی از یک یا گروهی از حیوانات به حیوانات دیگر منتقل می شود. اکثر بیماری های عفونی حیوانات مسری هستند. با این حال، برخی از آنها مانند آسپرژیلوزیس، قابل انتقال از یک دام به دام دیگر نیستند. بیماری های دامی می تواند از دو جنبه مورد بررسی قرار گیرد که شامل بیماری های دام سبک و بیماری های دام های سنگین یا بزرگ می باشند که در ادامه توضیح داده شده اند. ۱-بیماری های دام سبک یا دام کوچک: دام سبک یا دام کوچک به گونه های کوچک حیوانات اهلی مانند گوسفند، بره، بز، بزغاله اطلاق می شود. بیماری های رایج در دام های سبک شامل: سقط جنین، پنومونی باکتریایی، انسفالیت آرتریت کاپرین، لنفادنیت موردی، کوکسیدیوزیس، اکتیمای مسری (اورف یا دهان درد)، انتروتوکسمی (بیماری پرخوری)، پوسیدگی پا و سوزاندن پا، همونکوزیس، بیماری جان[1]، کراتوکونژکتیویت[2]، لیستریوز (بیماری حلقه ای)، مایکوپلاسموزیس، فلج اطفال مالاسیا،کمبود تیامین/ویتامین B_1، سمیت بارداری (کتوز)، خارش گوسفند[3]. دام

1 Paratuberculosis
2 Pinkeye
3 Scrapie

های سنگین (دام بزرگ) به گاو و گوساله اطلاق می شود. در دامداری ها، بیشترین نگرانی ها به سلامت گاو معطوف شده است، چرا که در صورت بروز بیماری های گاو یا تلف شدن این دام، ضرر مالی سنگینی به دامدار وارد خواهد شد. بنابراین نیاز است تا بیماری های گاو و گوساله ها بخوبی شناخته شوند. چند هفته اول، مهمترین زندگی یک گوساله جوان است، زیرا بدن آن ها هنوز به حدی رشد نکرده است که بتواند به طورموثر با بیماری ها مبارزه کند. با این همه خطر احتمالی برای سلامت گاو و گوسفند، مهم است که یک دامدار با بیماری های گاو و گوساله آشنا باشد. ۲-مهمترین بیماری های واگیردار دام بزرگ به شرح زیر شامل بیماری اسکور[۱] گاو و گوساله، سالمونلوز[۲]، ذات الریه یا پنومونی[۳]، نواقص مادرزادی قلب[۴]، دیفتری[۵] می باشند. که در ادامه توضیح داده شده اند.

۱-بیماری اسکور گاو و گوساله

اسکور که آب شستگی گاو یا گوساله نیز شناخته می شود، یک بیماری گوارشی شایع در گوساله های جوان است که با اسهال مشخص می شود. اغلب در اثر عفونت های باکتری (مانند E. coli یا سالمونلا)، ویروس ها (مانند روتاویروس یا کروناویروس)، یا انگل ها (مانند کریپتوسپوریدیوم و کوکسیدیا) ایجاد می شود. بهداشت نامناسب، استرس و مصرف ناکافی آغوز، از عوامل مهم کمک کننده هستند؛ زیرا می توانند سیستم ایمنی گوساله را ضعیف کنند و آسیب پذیری آن را در برابر عوامل بیماری زا افزایش دهند. علائم اسکور ممکن است شایع ترین علت مرگ گوساله در اولین ماه زندگی باشدکه شامل اسهال شدید، نفس نفس زدن انگار از نظر جسمی خسته شده است، چشمهای گود رفته، عدم تمایل به تغذیه یا از بطری یا مستقیم از مادرشان، بی حالی، کم آبی ناشی از اسهال، اغلب علت مستقیم مرگ بر اثر است. پیشگیری و درمان اسکور گاوی: پیشگیری از اسکور شامل حفظ محیطی تمیز، اطمینان از دریافت آغوز کافی در گوساله ها بلافاصله پس از تولد، و مدیریت دقیق استرس و تغذیه است. درمان معمولاً شامل آبرسانی مجدد با محلول های الکترولیت و گاهی اوقات آنتی بیوتیک بسته به علت آن است.

۲- سالمونلوزیس

سالمونلوز گاو یک بیماری عفونی در گاو است که توسط باکتری سالمونلا و در درجه اول سالمونلا انترتیکا ایجاد می شود. این بیماری هم گوساله ها و هم گاوهای بالغ را درگیر می کند و در صورت عدم درمان می تواند کشنده باشد. می تواند به سرعت در گله ها از طریق خوراک آلوده، آب، مدفوع و از طریق تماس مستقیم

1 Scour
2 Salmonellosis
3 Bovine pneumonia
4 CHD
5 Bovine diphtheria

بین حیوانات، به ویژه در شرایط شلوغ یا غیربهداشتی، گسترش یابد. شایع ترین علائم آن عبارتند از اسهال خونی، پنومونی، آرتروز، زردی، سپتی سمی و همه علائم اسکور می باشد. درمان سالمونلوز: علیرغم کثرت علائم، این امر غیر معمول نیست که سالمونلوز قبل از بروز هرگونه علامتی گوساله را بکشد. باید بلافاصله درمان های آنتی بیوتیکی انجام شود و گوساله باید به یک محیط گرم و ایزوله منتقل شود. واکسیناسیون گوساله ها در برابرگونه های جداگانه سالمونلا امکان پذیر است، که سالمونلا تایفی موریم و سالمونلا دابلین[1] دو موردی هستند که بیشتر در برابر آنها محافظت می شوند. تنها راه دیگر برای جلوگیری موثر از سالمونلوز این است که اطمینان حاصل شود که محل زندگی گوساله از نظر بهداشتی رعایت شده و هر گونه پستانک مصنوعی که از آن استفاده می کند به خوبی تمیز می شود.

۳-ذات الریه یا پنومونی

ذات الریه شایع ترین و کشنده ترین بیماری های گوساله ها می باشد. عامل اصلی برخی از عفونت های ویروسی است و می تواند در نتیجه عفونت های باکتریایی (مانند سالمونلوزیس) ایجاد شود. ذات الریه یک بیماری گوساله ای فرصت طلب است که زمانی رخ می دهد که سیستم ایمنی بدن آنها ضعیف شده یا دچار نقص شده باشد. علائم ذات الریه شامل موارد زیر است: تنبلی، سرفه کردن، خس خس کردن، از دست دادن اشتها، ترشح مخاطی، بی حالی و افسردگی، دمای بدن بیش از ۳۹,۶ درجه سانتی گراد.

روش های پیشگیری و درمان پنومونی گاو: از آنجا که پنومونی احتمالاً نتیجه یک عفونت ویروسی است، گوساله هایی که علائم را نشان می دهند باید در اسرع وقت جدا شوند و برای جلوگیری از بیماری ممکن است به محرک های تنفسی و داروهای ضد التهابی و همچنین آنتی بیوتیک ها نیاز داشته باشند. همچنین لازم به ذکر است که ذات الریه ممکن است رشد بدن گوساله را حتی پس از درمان نیز به تاخیر بیاندازد. برای کاهش احتمال ابتلا به بیماری ذات الریه، اطمینان حاصل کنید که هر آغل گوساله دارای تهویه کافی است و مناطق خواب آنها مستعد خروج هوا یا مرطوب شدن نیست. تجمع آمونیاک می تواند منجر به شیوع ذات الریه شود، به همین دلیل تمیز کردن منظم مناطق تغذیه و جلوگیری از زباله در اطراف بسیار مهم است.

۴-نواقص مادرزادی قلب

برای پیشگیری از نقایص قلبی هیچ کاری نمی تون انجام داد. اما باید گفت که شیوع این بیماری در گوساله ها بیشتر از آن چیزی که فکر می کنید. به همین دلیل است که برای هر دامداری ضروری است که علائم نقص مادرزادی قلب را بشناسد و به طورکلی از آن ها آگاه باشد. علائم نقص مادرزادی قلب عبارتند از: تغذیه نامناسب، خستگی مفرط و بی حالی، حساسیت به پنومونی را افزایش دهند. به طور مرتب نفس نفس می زند

[1] S.dublin

علیرغم اینکه هیچ فعالیت بدنی انجام نداده است. افزایش ضربان قلب در حین تغذیه، بلافاصله بعد از آن، یا بعد از ورزش خفیف می تواند رخ دهد.

۵-دیفتری

در اثر عفونت باکتریایی ایجاد می شود، اگرچه در صورت عدم درمان دیفتری، این بیماری از دهان شروع شده و می تواند به ریه ها منتقل شده و منجر به ذات الریه شود. قبل از این اتفاق، دیفتری باعث موارد زیر می شود: افسردگی، التهاب گونه، درد و تورم، دمای بالای بدن، زخم دردناک دهان و زبان و عدم تمایل به تغذیه (به دلیل ناراحتی دهانی).

بهترین روش پیشگیری از دیفتری، جلوگیری از بروز هرگونه آسیب دهانی است. یک راه خوب برای این کار این است که گوساله ها از خار، بوته و سایر اشیاء تیز دور نگاه داشته شوند.

روش های کنترل بیماری های دامی

یک دامدار همواره باید مسئول بررسی و کنترل سلامت دام های خود بوده و اطلاعات لازم را به موقع به گوش دامپزشک رسانده تا اقدامات لازم صورت گیرد. علائم مشکلات سلامتی از یک تغییر تقریباً غیرقابل توجه در رفتار تا مرگ ناگهانی متغیر است. برخی از نشانه هایی که باید به دنبال آنها باشید عبارتند از:

۱. وضعیت تغذیه: گاوها می توانند چاق، معمولی یا لاغر باشند. گاوهای لاغر لزوماً بیمار نیستند، زیرا می توانند به تازگی بچه دار شده یا به سادگی حیواناتی با تولید بالا باشند. با این حال، گاوهای بیمار به دلیل کاهش اشتها، هضم ضعیف غذا یا از دست دادن ذخایر بدن، وزن خود را کاهش می دهند. وضعیت گاو باید نسبت به همه شرایط قضاوت شود.

۲. طرز راه رفتن و ایستادن: نحوه حرکت یک حیوان می تواند نشان دهنده درد در بدن، نتیجه صدمه یا سم عفونی(لنگش) باشد که لازم است توسط دامپزشک جهت درمان مورد بررسی قرار گیرد.

۳. چشم و گوش: چشم ها باید دارای یک حالت روشن و زنده و بدون ترشح باشند. چشمان فرو رفته نشان دهنده کم آبی بدن است. گوش ها باید بتوانند آزادانه در اطراف حرکت کنند.

۴. پوست، پوشش یا غشاهای مخاطی: پوست گاوهای سالم انعطاف پذیر است و در صورت فشار به سرعت باید به حالت عادی برگردد. تاخیر طولانی مدت، خشکی بینی را نشان می دهد. پوست باید صاف و براق باشد. غشاهای مخاطی اطراف چشم، بینی و واژن باید صورتی تا مایل به قرمز و مرطوب باشند. در گاوهای بیمار، این غشاها می توانند بیش از حد قرمز یا بیش از حد رنگ پریده شوند، که بعداً نشان دهنده کم خونی است.

۵. گوارش: گاوهای سالم اشتهای خوبی دارند و با اشتیاق غذا می خورند. مدفوع و ادرار به طور مرتب تخلیه می شوند و مدفوع دارای قوام طبیعی است. وقتی هضم غذا مختل می شود، اشتهای گاو کاهش می یابد و

مدفوع خیلی سریع (شستشو) یا خیلی کند (یبوست) تخلیه می شود. گاوها هنگام سالم بودن مرتباً نشخوار می کنند (حداقل ۶ تا ۸ ساعت در روز) و اگر هنگام استراحت نشخوار نشود، هضم غذا مختل می شود.

۶. ادرار: ادرار یک حیوان سالم باید رقیق، زرد و شفاف باشد. اگر دچار تغییراتی مانن افزایش غلظت یا وجود عوامل مخاطی یا قرمز نشانه باشد نشان دهنده بیماری است.

۷. واژن: باید بسته شود، بدون تورم بدون ترشح و کمی سفید رنگ شود. واژن متورم با ترشح مایل به سفید یا غشاهای تجزیه شده نشان دهنده مشکلات باروری است.

۸. تنفس: در گاوهای سالم، تنفس آرام و منظم است، در حالی که در موارد ناآرامی، تب، خستگی یا استرس گرمایی، میزان تنفس افزایش می یابد. سرفه، ترشحات بینی و تنفس سریع یا آهسته همه می توانند از علائم بیماری باشند.

۹. گردش خون: ضربان قلب راهنمای خوبی برای سلامت گاو است، زیرا ۶۰ تا ۷۰ ضربه در دقیقه برای گاوهای شیری طبیعی است.

۱۰. دمای بدن: دمای طبیعی بدن ۳۸,۵-۳۹,۵ درجه سانتی گراد است و دمای بالاتر در حیوانات بیمار (با تب) یا در حیوانات گرمازدگی ثبت می شود.

۱۱. تولید شیر: هنگامی که گاو بیمار است، تولید شیر کاهش می یابد، دلیل اصلی آن کاهش اشتها است.

۱۲. علائم غیرطبیعی خاص: علائم خاصی که باید در گوساله ها جستجو کرد. مشکلات سلامتی در گوساله هایی با گوش های افتاده، سر به زیر، عدم نوشیدن آب، در گوشه ای دراز کشیدن، لنگیدن، متورم شدن مفاصل، تورم ناف، ترشح یا خون در مدفوع آنها وجود دارد. بینی و چشم باید شفاف و مرطوب و بدون ترشح باشد. گوساله ها هنگام ایستادن پس از یک دوره استراحت باید بدن خود را بکشند. بوی آمونیاک می تواند نشان دهنده تهویه ضعیف و مشکلات احتمالی ذات الریه باشد. در صورت مشاهده این علائم سریعا باید به دامپزشک مراجعه شود. داروهای آنتی بیوتیک خوراکی، آمپول های تزریقی و مکمل های ویتامینه و غذایی از جمله روش های درمان سرپایی دام ها در مزرعه محسوب می شوند. همچنین برخی نگرانی ها در مورد وجود بیماری های منتقله از طریق حوادث بیوتروریستی زیستی وجود دارد. این بیماری ها میتوانند سلامت دام، جامعه و اقتصاد را به شدت تحت تاثیر قرار دهند. جدول ۳-۶ فهرست بیماری‌های دامی در لیست‌های بیوتروریسم ارائه شده توسط خدمات بازرسی سلامت حیوانات و گیاهان آمرکا، مرکز کنترل بیماری های واگیر امریکا، و گروه ای استرالیایی را نشان می دهد.

جدول ۳-۶- فهرست بیماری‌های دامی در لیست‌های بیوتروریسم

بیماری/عامل بیماری‌زا	APHIS[1]	CDC	AG[2]
بیماری اسب آفریقایی	X	X	-
تب خوکی آفریقایی	X	X	-
سیاه‌زخم (باسیلوس آنتراسیس)	X	X	X
آنفلوانزای پرندگان	X	X	-
تب بلوتانگ	X	-	-
بوتولیسم (کلستریدیوم بوتولینوم)	X	X	X
بروسلوز گاوی (بروسلا آبورتوس)	X	X	X
بروسلوز گوسفندی (بروسلا ملیتنسیس)	X	X	X
بروسلوز خوکی (بروسلا سویس)	X	X	X
کلامیدوفیلا پسیتاسی	X	X	-
تب خوکی کلاسیک	X	X	-
پلوروپنومونی واگیردار گاوی	X	X	-
پلوروپنومونی واگیردار بزی	X	X	-
آنسفالیت اسبی شرقی	X	X	X
بیماری دهان و پا	X	X	-
بیماری گلاندرز (بورخولدریا ماله‌ای)	X	X	-
آبله بزی	X	X	-
ویروس هندرا (مربوط به اسب)	X	X	-
بیماری پوستی گره‌ای	X	X	-
ویروس لیسا	X	-	-
ملیوئیدوز (بورخولدریا سودوماله‌ای)	X	X	X
بیماری نیوکاسل	X	X	-
ویروس نیپا (مربوط به خوک)	X	X	-
طاعون نشخوارکنندگان کوچک	X	X	-
شبه‌هاری	X	-	-
تب کیو (کوکسیلا بورنتی)	X	X	X
تب دره ریفت	X	X	-
طاعون گاوی	X	X	-
آبله گوسفندی	X	X	-
بیماری وزیکولار خوکی	X	X	-
ویروس بیماری تشن	X	-	-
تولارمی (فرانسیسلا تولارنسیس)	X	X	X
آنسفالیت اسبی ونزوئلایی	X	X	X
استوماتیت وزیکولار	X	X	-
آنسفالیت اسبی غربی	X	X	-

1 Animal and Plant Health Inspection Service
2 Australia grouop

بیماری های مشترک بین انسان و دام

عوامل زیستی زیادی وجود دارند که می توانند از طریق دام ها به انسان ها منتقل گردند و سبب بروز همه گیری شوند. رادولف ویرشو در قرن ۱۹ به بیماری های مشترک انسان و حیوان نام زئونوس ها را اطلاق نمود و آنها را تحت عنوان بیماری های عفونی که انسان از حیوانات اهلی می گیرد تعریف کرد. نام این دسته از بیماری ها نمایانگر مسوولیت مشترک و خطیری است که به طور مشترک به عهده بخش های پزشکی و دامپزشکی در زمینه پیشگیری ، تشخیص و درمان این گونه بیماری هاست. براساس گزارشات سازمان جهانی بهداشت، از میان ۱۷۰۹ عامل بیماری‌زا ۸۳۲ عامل (۴۹٪) از حیوانات به انسان منتقل می شوند. یماریهای مشترک بین انسان و حیوان از هر دو جنبه اقتصادی و بهداشت عمومی از اهمیت ویژه ای برخوردارند. طی ۳۰ سال اخیر بسیاری از بیماریهای عفونی جدید شایع شده که بخش وسیعی از آنها زئونوز می باشند. تعدادی از این بیماری ها برای اولین بار ظاهر شده، درحالی که بسیاری از آنها پس از دوره های خاموشی باردیگر تظاهر یافته اند. برخی از این بیماریها مانند هاری، تب خونریزی دهنده کریمه کنگو و طاعون بدلیل بروز همه گیری و احتمال مرگ و میر در انسان موجب رعب و وحشت می شوندالبته بیماری هایی همچون جنون گاوی، تب کریمه کنگو و آنفلوآنزای پرندگان را نیز نباید نادیده بگیریم ، چرا که خطر ورود و شیوع آنها همواره ما را تهدید می کند. سالانه بیش از ۴۰۰میلیارد تومان هزینه از سوی وزارت بهداشت برای بیماری های مشترک میان انسان و حیوان صرف می شود؛ در حالی که بسیاری از دست اندرکاران ، این بودجه را به نسبت گستردگی کار مورد نیاز بسیار ناچیز می دانند. . مهم ترین و متداول ترین بیماری های قابل انتقال بین حیوان و انسان در ایران هاری ، کیست هیداتیک، تب مالت، سیاه زخم و سالمونلوزیس است. بیماری هاری برای اکثریت مردم آشناست، بیماری صد درصد کشنده ای است که حیوان مبتلا از طریق گازگرفتن می‌تواند انسان را آلوده نماید. لیشمانیوز، پشه عامل ایجاد بیماری لیشمانیوز جلدی (سالک) مدتی از زندگی خود را روی بدن جوندگان و سگ سپری می‌نماید و این حیوانات می‌توانند براحتی منتقل کننده بیماری سالک جلدی یا احشایی باشند. بیماری تب خونریزی دهنده کریمه-کنگو که در انسان کشنده و بسیار واگیر است در حیوانات علائم خاصی ندارد. بیماری تب مالت که هم اکنون در کشور ما رو به افزایش است باعث دردهای طاقت فرسای استخوانی در انسان شده و عمدتاً از طریق لبنیات غیر پاستوریزه منتقل می گردد. بیماری سیاه زخم (شاربن): که برای حیوانات بسیار کشنده است، عامل آن مدتها در خاک زنده می ماند باعث بروز زخمهای عمیق و آزاردهنده در بدن می شود. بیماری کیست هیداتید که برای غالب شهروندان اسمی آشنا دارد توسط سبزیجات آلوده به مدفوع سگ به انسان منتقل می‌گردد. بیماری توکسوپلاسموزکه یک بیماری انگلی می‌باشد توسط مدفوع گربه می‌تواند انسان را مبتلا نماید. این بیماری می‌تواند موجب ناباروری و یا سقط جنین در خانم ها گردد. بیماری سارس که سال ۸۲ تقریباً ۸۰۰ نفر را در جهان مبتلا نمود می‌تواند از گربه به انسان سرایت کرده باشد. خسارت سارس در جنوب شرق آسیا هم ۳۰ تا ۵۰ میلیارد دلار برآورد شده است. بیماری جنون گاوی: که در دهه ۱۹۸۰ در دام ظاهر شد

می‌تواند از طریق گوشت گاو آلوده به انسان منتقل گردد و آنفلوانزای مرغی چنانچه از نام آن برمی‌آید از طیور به انسان سرایت کرده و در انسان و خوک تغییر ماهیت داده و باعث وقوع همه گیری های جهانی شده است. بر اساس یک دیدگاه اگر آنفلوآنزای فوق حاد پرندگان شیوع یابد بالغ بر ۲ هزار میلیارد دلار خسارت اقتصادی به همراه دارد.

اکثر متخصصین بیماریهای عفونی بر این باورند که احتمال بروز یک همه گیری شدید جهانی دیگر در راه است و این مساله در اثر یک تغییرژنتیکی در ویروس عامل بیماری روی خواهد داد که درنتیجه ویروس توانایی آلوده سازی گونه های مختلف راخواهد داشت. به عنوان مثال، از نظر تاریخی در هردوره ۱۰ تا ۱۲ ساله، تغییر ژنتیکی در ویروس آنفلوآنزا وقوع می یابد که این تغییر ژنتیکی در سال ۱۹۱۸ میلادی به گسترش جهانی بیماری و ۵۰۰ هزار مورد مرگ و میردر ایالات متحده آمریکا و ۲۰ میلیون نفر در سرتاسر دنیا منجر گردید. دورنمای بیماریهای نوپدید جمعیت جهان در طی قرن گذشته ۴ برابر شده است به طوری که سالانه ۸۰ تا ۱۰۰ میلیون نفر بر جمعیت کره زمین افزوده شده است و در همین مدت زمان جمعیت جهان نیز پیر شده است. اثر متقابل این تغییرات و رشد جمعیت با حیوانات و فرآورده های دامی نیز به طرز بی سابقه ای افزایش یافته در نتیجه دورنمای این وضعیت میتواند منجر به رخداد بیماریهای مشترک نوپدید و بازپدید گردد. در سال ۲۰۰۳ ایالات متحده با وجود تمام مراقبت های بهداشتی که اعمال می نماید به طور همزمان سه بیماری عفونی مختلف سارس، ویروس نیل غربی و آبله میمونی را تجربه کرد. قبل از آن هیچیک از این سه بیماری در داخل خاک آمریکا مشاهده نشده بود.

عوامل ایجاد کننده زئونوزها

زئونوزها توسط عوامل مختلفی ایجاد میشوند که شامل؛ بیماریهای ناشی از باکتری ها : تب مالت (بروسلوز)- سیاه زخم، طاعون؛ بیماریهای ناشی ازویروس ها: مانند هاری، آنفلوانزا، نیوکاسل؛ بیماریهای ناشی ازانگل ها: توکسوپلاسموز، فاسیولوز؛ بیماری های ناشی از قارچ ها: کچلی؛ و بیماریهای ناشی از پریون ها: جنون گاوی.

بیماری های باکتریایی

سالانه میلیو نها نفر در سراسر جهان به بیماریهای منتقله از راه غذا از قبیل سالمونلا و کمپیلوباکتریوزیس مبتلامی شوند. از سایر بیمار یهای مهم باکتریایی می توان شاربن یا سیاه زخم، بروسلوز یا تب مالت ،سل و مشمشه را نام برد. سیاه زخم از جمله بیمار یهای مهمی است که عامل آن باکتری باسیلوس آنتراسیس است. این بیماری دردام صددرصد کشنده می باشد. برای پیشگیری از این بیماری در حیوانات سازمان دامپزشکی کشور دامهای حساس خصوصا گوسفند، بز، گاو، اسب و شتررا بر علیه این بیماری به طور سالانه واکسینه می نماید.

در مورد بیماری سل نیز از جمله بیمار یهای مهم قابل انتقال بین انسان و گاو است که عامل بیماری ازطریق تماس مستقیم ویا مواد آلوده دام مبتلا، به انسان انتقال پیدا میکند. انتقال آلودگی در انسان میتواند باعث مننژیت، عفونت دستگاه تناسلی، سل پوستی و استخوانی گردد. برای پیشگیری از این بیماری دام های واجد شرایط در

دامداریهای تحت پوشش به طور منظم آزمایش می شوند و در صورت مواجه با دامهای راکتور مثبت،ضمن حذف و کشتار آنها، اقدامات بهداشتی و قرنطینه های واحد مورد نظر را تقویت نموده و آزمایشات را در فواصل معینی انجام میدهیم تا گله فاقد دام راکتور شود.

بیماری بروسلوز یا تب مالت بیماری واگیری است که در گاو، گوسفند، بز و خوک موجب سقط جنین و کاهش تولید می شود. این بیماری در بسیاری از نقاط جهان وجود دارد. علت اصلی بروز بیماری در انسان تماس مستقیم با دام و ترشحات آلوده دام عفونی و مصرف فرآورد ه های لبنی غیر پاستوریزه خصوصا خامه و پنیر و بستنی غیرپاستوریزه است. اساس شناسایی دامهای آلوده در ایران استفاده از آزمایشهای سرمی و کشت جنین سقط شده است که به طور منظم بر اساس استراتژیهای تعریف شده سازمان دامپزشکی کشور دام های واجد شرایط آزمایش گردیده و دام راکتوربروسلوزی شناسایی که نسبت به حذف و کشتار آنها اقدام می شود. از سوی دیگر جهت ایجاد ایمنی در دام ها و پیشگیری از بیماری، نسبت به واکسیناسیون گاو، گوسفند و بز اقدام میشود که نوع واکسن مصرفی و نوع دام و سن دام تعیین کننده نوع واکسن مصرفی است. مشمشه نیز یکی از بیمار یهای مهم قابل انتقال بین انسان و تک سمی ها مثل اسب است این بیماری واگیرو عفونی به شکل مزمن یا حاد در تک سمی ها مطرح است.

بیماری های ویروسی

از بیماریهای ویروسی قابل انتقال بین انسان وحیوان بیماری هاری را به عنوان یکی از مخاطره آمیزترین بیماریها میتوان نام برد که کشندگی صد درصد داشته وبه علت گاز گرفتگی توسط حیوان هار به انسان منتقل می شود. از این جمله حیوانات می توان به سگ سانان و گربه سانان اشاره کرد. تخمین زده میشود که سالانه در سراسر جهان حدود ۵۵ هزار نفر که عمدتا کودک هستند به علت هاری می میرند. از دیگر بیمار یهای ویروسی نوپدید میتوان به تب خونریزی دهنده کریمه کنگواشاره کرد که بیماری مهلک ویروسی بوده و در آسیا، آفریقا، اروپای شرقی و خاورمیانه اتفاق افتاده که ویروس به وسیله کنه وهمچنین در نتیجه تماس با خون یا ترشحات انسان وحیوان مبتلا انتقال می یابد.

بیماری نوپدید ویروسی دیگر آنفلوآنزای فوق حاد پرندگان می باشد که با توجه به اینکه در طیور تا صد درصد می تواند تلفات بدهد و در جوامع انسانی نیز مخاطرات غیر قابل جبران به همراه داشته باشد اهمیت ویژه ای در چند سال اخیر پیدا کرده است تا آنجایی که مجامع بهداشتی بین المللی به دنبال یافتن راه حلی برای مقابله با این بیماری می باشند. این بیماری در حال حاضر آسیای جنوب شرقی، اروپا،خاورمیانه و آفریقا را به مخاطره انداخته و احتمال تغییرژنتیکی ویروس و ترکیب با ویروس انسانی و انتقال فرد به فرد نیز وجود دارد. تظاهرات بالینی بیماری در انسان از موارد بدون علامت تا بیماری خفیف به همراه تب، اسهال و استفراغ وگلو درد و در مراحل حاد اختلالات تنفسی، شوک سپتیک و نارسایی های کبدی و کلیوی و در مرحله حادتر پنومونی شدید و مرگ متغیر است.

بیماریهای زئونوزی در ایران

به دلیل استفاده های مکرر از فرآورده های دامی، احتمال ابتلاء به بیماری‌های قابل انتقال بین انسان و حیوان بسیار بالاست. با وجود تلاش بسیاری از سازمانهای مختلف در جهت کنترل بیماری‌های قابل انتقال بین انسان و حیوان، این بیماری‌ها هنوز موجب مرگ و میر و ناتوانی بسیاری از افراد می شوند. در سال ۱۳۸۲تعداد موارد مبتلایان انسانی به تب مالت در کشور نزدیک به ۲۱ هزار نفر بوده و این میزان در سال ۱۳۸۳به ۲۵ هزار نفر افزایش یافته است که البته این آمار بر اساس گزارش های سیستم دولتی بوده و شامل آمار بخش های خصوصی نظیر مطب ها، کلینیک ها و بیمارستان های خصوصی نمی شود بنابراین آمار مبتلایان، بیش از تعداد اعلام شده است. در سال ۱۳۸۳ نزدیک به صد و ده هزار مورد به علت حیوان گزیدگی برای درمان و پیشگیری از بیماری هاری به مراکز وزارت بهداشت و درمان مراجعه کرده اند که تعداد این افراد با وجود کنترل این بیماری و فعالیت های ستاد مرکز اتلاف حیوانات در وزارت کشور، هر ساله سیر صعودی دارد. در سال ۱۳۸۲ تعداد موارد ابتلا به سالک ۲۱ هزار مورد بوده و این آمار در سال ۱۳۸۳ به ۲۷ هزار مورد افزایش یافته که علت آن هم افزایش تعداد نقل و انتقال انسان های حساس و ورود آنها به نقاط آلوده و مهاجرت موش و پشه های ناقل این بیماری بوده است. حدود ۱۲ میلیون نفر در سراسر جهان به آن مبتلا هستند. در ایران بیماری تقریبا بومی شده است اما میزان بروز آن متفاوت است.

بیماری های مشترک میان انسان و دام به هاری، تب مالت و سالک ختم نمی شود. در سال ۱۳۸۵، ۲۰۰ مورد ابتلا به سیاه زخم و۴۰ مورد تب کنگو در کشور دیده شده است. همچنین خطر آنفلوانزای پرندگان هنوز کشور را تهدید می کند. مهم ترین و متداول ترین بیماری های قابل انتقال بین حیوان و انسان در ایران هاری ، کیست هیداتیک ، تب مالت ، سیاه زخم و سالمونلوزاست. البته بیماری هایی همچون جنون گاوی ، تب کریمه کنگو و آنفلوآنزای پرندگان را نیز نباید نادیده بگیریم ، چرا که خطر ورود و شیوع آنها همواره ما را تهدید می کند. چگونگی پیشگیری و کنترل بیماری های مشترک، تقویت و گسترش هماهنگی بین بخشی، تقویت سیستم گزارش دهی و اطلاع رسانی درمورد شیوع بیماری درانسان و حیوان، آموزش جامعه در مورد راه های انتقال و پیشگیری بیماری، آموزش کادر فنی بخش بهداشت و دامپزشکی، تقویت کنترل کیفی واکسن های دامی مورد نیاز در بخش دامپزشکی، تامین وتقویت تولیدات داخلی، واکسن های دامی در بخش دامپزشکی، تامین غرامت مناسب برای دام آلوده کشتار شده خصوصاً در مورد تب مالت، نظارت کیفی مواد لبنی در مراحل تهیه، تولید و توزیع واکسیناسیون دام های واجد شرایط واکسن در مورد بیماری های تب مالت، شاربن، بهسازی محیط به منظور محدود کردن محل های تجمع سگهای ولگرد برای پیشگیری از بیماریهای هاری،کیست هیداتیدو سالک نوع شهری، مبارزه با ناقلان بیماری، کاهش مخزن بیماری، تقویت پستهای قرنطینه بین استانی و بین مرزی، سالم سازی محصولات دامی برای استفاده بهینه تحقیقات کاربردی اپیدمیولوژی و اکولوژی، افراد در

معرض خطر دامپزشکان، کارکنان کشتارگاهها، دامداران، شیردوشان و کسانی که در کارخانه های فرآورده های حیوانی کار می کنند، کشاورزان، کارگران فاضلابرو ها، ماهیگیران، شکارچیان و معدنچیان که در فعالیت های شغلی خود با گل و خاک آلوده با ترشحات عفونی حیوانات در تماس هستند، نیز دیده می شود.

بیماری های زئونوز و بیوتروریسم

عوامل ایجاد کننده بیوتروریسم دامی معمولا از جمله عوامل ایجاد کننده بیماری های مهم و خطرناک در انسان هستند و اغلب این عوامل مشترک بین انسان و دام هستند. در حملات بیوتروریستی از عوامل ویروسی ، باکتریائی و انگلی استفاده گردیده است. معمولا عوامل مورد استفاده در بیوتروریسم در طبیعت یافت می شوند که البته برای استفاده از آنها گاها لازم است تا میزان بیماری زائی آنها افزایش یابد. گاهی این عوامل بیماری زا باید در برابر داروها و سموم مقاوم سازی شوند تا براحتی در محیط غیر فعال نشوند و حداکثر زیان را وارد نمایند. بدیهی است که نیروهای نظامی، تنها جمعیت در معرض خطر برای حملات بیولوژیک نیستند بلکه اقشار مختلف در معرض خطر بوده و به منظور دفاع در مقابل اثرات ناتوان کننده بالقوه یک حمله ، نیازمند کسب آگاهی نسبت به اصول اساسی همه گیرشناسی عوامل مورد استفاده در جنگ بیولوژیک می باشند. حدود ۷۰ درصد عوامل بیوتروریسم در کل دنیا جنبه زئونوز یا بیماری‌های مشترک انسان و دام دارد. طبق نظر کارشناسان سازمان بهداشت جهانی در حال حاضر ۱۷ کشورجهان قابلیت تولید چنین موادی را دارند. این عوامل بیماری زا از راههای مختلفی در جوامع هدف مورد استفاده قرار می گیرند. انتشار عوامل بیماری زا در هوا ، آب ، مواد غذائی ، انواع مواد کنسرو شده ، اسباب بازی ، پاکت نامه ، هدایای پستی،حشرات ناقل و خون سابقه داشته است.

مهمترین عوامل بیوتروریسم دامی

استفاده از سلاح های بیولوژیک به بیش از سیصد سال قبل از میلاد بر می گردد که رومی ها چاههای اطراف شهر را توسط لاشه های حیوانات مرده آلوده می کردند تا سربازان دشمن از آنها نوشیده، بیمار و یا تلف شوند. جدول ۴-۶ مهم ترین عوامل بیولوژیکی مورد استفاده در بیوتروریسم دامی را نشان می‌دهد که می تواند برای حملات بیوتروریستی مورد استفاده قرار گیرد.

جدول۴-۶- عوامل مورد استفاده در حوادث بیوتروریستی دامی

عامل زیستی	بیماری	مخزن
باسیلوس انترآسیس	سیاه زخم	حیوانات علفخوار
پرسینیا پستیس	طاعون	جوندگان وحشی
کلستریدیوم بوتولینوم	بوتولیسم	گوارش، حیوانات
فرانسیسلا تولارنسیس	تولارمی	حیوانات وحشی
مامارنا ویروس آرژانتینی	جونین یا تب خونریزی دهنده	جوندگان وحشی
کوکسیلابورنتی	تب Q	احشام، سگ، گربه، وحوش، پرندگان
بروسلاها	بروسلوز	گاو، خوک، گوسفند، سگ
بورخولدریا مالئی	مشمشه (گلاندرز)	اسب، قاطر، الاغ
ویروس آنسفالیت ونزوئلایی و اسبی شرقی و غربی	آنسفالیت	پشه، اسب، جوندگان
کلستریدیوم پرفرنژنس	مسمومیت غذایی	انسان و حیوانات
سالمونلا	گاستروآنتریت حاد	حیوانات و انسان
مایکوباکتریوم توبرکلوزیس	سل	انسان، گاو
اشریشیا اکلی: H۷۰۱۵۷	خونریزی دهنده روده	گاو، آهو، انسان
کریپتوسپوریدیوم پاروم	کریپتوسپوریدیوز	انسان، گاو و سایر حیوانات
ویروس نیپا	آنسفالیت	خوک
ویروس آنسفالیت کنه‌ای	آنسفالیت	پشه، پرندگان، جوندگان
ویروس لاسا	تب لاسا	جوندگان وحشی
ویروس تب زرد	گرفتاری کبد	پشه آیدس، انسان

بیوتروریسم در آبزیان

آبزی‌پروری به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخه‌های تولید غذا در طول زیست بشر بوده است. رشد سریع جمعیت در جهان و کاهش ذخایر ماهیان به دلایل مختلف، از جمله آلودگی آب‌ها و تخریب محیط زیست، باعث شده که نیاز شدیدی به تکثیر و پرورش آبزیان احساس شود. تولید پایدار و افزایش تولید، عمده‌ترین اهداف آبزی‌پروری به شمار می‌آیند. اتخاذ اقدامات گوناگون و فناوری‌هایی مانند آبزی‌پروری متراکم، گسترش زمانی و مکانی فعالیت‌های آبزی‌پروری، معرفی گونه‌های جدید در آبزی‌پروری و پیشرفت راهبردهای مدیریت بهداشت، ضامن افزایش تولید در آبزی‌پروری محسوب می‌شود. در همین راستا و با توجه به گسترش فعالیت‌های تکثیر و پرورش ماهی و پرداختن به موضوع افزایش تولید در واحد سطح، به علت محدودیت منابع آبی و پرورش متراکم ماهی، نیاز به کنترل شدیدتر و بیشتر بیماری‌های آبزیان بیش از پیش احساس می‌شود؛ چرا که عدم توجه کافی به این موضوع می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری به همراه داشته باشد. تجربیات سایر کشورها مؤید این موضوع است که علیرغم پیچیدگی‌های درمان بیماری‌ها، رعایت مسائل بهداشتی در مزارع تکثیر و پرورش ماهی بسیار مهم است.

با ورود آلودگی به مزارع، زمینه ابتلای ماهی به انواع بیماری‌ها فراهم شده است و در صورت رخداد بیماری، نه تنها مدیریت تولید با مشکل مواجه می‌شود، بلکه در مواردی بازگشت به شرایط مطلوب نیز غیرممکن می‌گردد. در این راستا، شناخت مسائل بهداشتی و رعایت آن‌ها، همچنین توجه به دستورالعمل‌ها و به طور کلی رعایت برنامه‌های ایمنی و امنیت زیستی، بسیار مهم و با ارزش است. ایمنی و امنیت زیستی در مزارع آبزی‌پروری به

معنای حفاظت از آبزیان در برابر عوامل بیماری‌زا شامل ویروس، باکتری، قارچ و انگل است. برای طراحی یک برنامه مؤثر ایمنی و امنیت زیستی در این زمینه، نیاز به دانش پرورش آبزیان، مدیریت، شناخت راه‌های انتقال بیماری‌ها و تهدیدات بالقوه برای صنعت آبزی‌پروری است. یکی از راهکارهای اصلی سازمان جهانی بهداشت حیوانات برای کنترل بیماری‌ها در مزارع آبزی‌پروری، تعیین دستورالعمل بهداشتی آبزیان و به کار بردن تست‌های تشخیصی برای شناسایی انواع بیماری‌های محتمل در مزارع آبزی‌پروری می‌باشد.

هدف از تعیین دستورالعمل بهداشتی آبزیان، ایجاد ایمنی بهداشتی جهانی در آبزیان و محصولات مربوط به آن است. این امر با همکاری کشورهای صادرکننده و واردکننده، با جلوگیری از انتقال عوامل بیماری‌زا میسر می‌گردد. برنامه ایمنی و امنیت زیستی می‌بایست در آغاز ساخت مزرعه و طراحی امکانات آن مورد ملاحظه قرار گیرد. یک برنامه ایمنی و امنیت زیستی مناسب برای هر مزرعه، بسته به نوع منبع تأمین آب، وضعیت جغرافیایی و مصالح ساختمانی مورد استفاده در آن، متفاوت خواهد بود. حتی جزئیات این برنامه برای استخرهای مختلف یک مزرعه نیز متفاوت است. اما به صورت کلی، پیشنویس قراردادهای یک برنامه امنیت زیستی مناسب باید از یک استاندارد جامع و کلی پیروی نموده و در یک سامانه زیستی پویا و در شرایط مختلف، قابل ارزیابی و در صورت نیاز قابل تغییر باشد. از آنجا که اساس مدیریت صحیح در پیشرفت و تولید پایدار، استفاده مناسب از مواد شیمیایی در کاستن یا از بین بردن عوامل بیماری‌زا است، هدف اولیه برنامه ایمنی و امنیت زیستی، جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به محل ابزیان است. منابع زیادی وجود دارد که می‌تواند اجسام عفونی را وارد این محل کند. افزایش ذخایر جدید (تخم، لارو، بچه ماهیان انگشت‌قد)، آلودگی آب یا خوراک، آلودگی اشخاص، حیوانات، تجهیزات و وسایل کار و نیز ماهیان بیمار تحت بالینی از جمله این منابع هستند. جهت پیشگیری از ورود اجسام عفونی به محیط های آبزیان، هر یک از این منابع بالقوه نیاز به ارزیابی و پایش مداوم دارد. بنابراین، یک برنامه ایمنی و امنیت زیستی آبزی‌پروری شامل پیشگیری از وقوع بیماری‌ها، پایش بیماری‌های مختلف، ضدعفونی کردن مزرعه و پیش‌بینی ایمنی متداول می‌باشد.

مخازن بیماری های آبزیان

در سامانه‌های آبزی‌پروری و به‌ویژه مزارعی که دارای آب برگشتی هستند، مناطق بسیاری به عنوان مخازن بیماری‌زاها وجود دارد. این مناطق عبارتند از زمین، آب، استخرها، تجهیزات و وسایل کار، سطل‌ها، ساچوک‌ها، لوله‌های سیفونی، برس‌ها و هواده‌ها که می‌توانند حاوی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا باشند. به همین سبب، ضدعفونی کف استخرها، چکمه‌ها و سایر وسایل و نیز قرار دادن ظروف محتوی ماده ضدعفونی در مدخل ورودی و خروجی بخش‌های مختلف مزرعه بسیار توصیه شده است. ظروف فلزی و استخرهای دارای آب کثیف، فیلترها، رسوبات و دیواره‌های استخرها نیز از جمله مناطقی هستند که می‌توانند به عنوان مخازن بیماری‌زا عمل کنند. استخرها و مخازن آب اغلب دارای غشایی نازک یا لایه‌ای رسوبی محتوی

ارگانیسم‌های بیماری‌زا هستند. رسوبات کف استخرها نیز پناهگاهی مناسب برای اجرام بیماری‌زای بی‌هوازی محسوب می‌شوند. تجمع خوراک مصرف‌نشده در کف استخرها نیز امکان رشد بیماری‌زاها را فراهم می‌کند. فیلترها نیز محیط ویژه‌ای برای تغلیظ میکروارگانیسم‌ها به حساب می‌آیند و فیلترهای مکانیکی چنانچه به طور مکرر مورد استفاده قرار گیرند، می‌توانند موجب کاهش بار میکروبی مطلوب و همچنین سایر بیماری‌زاهای بالقوه گردند.

نحوه انتقال عوامل بیماری‌زا

در مزارع آبزی‌پروری، بیماری‌زاها با چندین روش منتقل می‌گردند که منابع بالقوه انتقال دهنده این عوامل بیماری زا می تواند شامل آب، ماهی، حاملین، ناقلین و خوراک باشد. ۱- آب: آب می‌تواند به عنوان یک مخزن بیماری و انتشار عوامل بیماری‌زا عمل کند. حتی آبی که جهت حمل ماهیان زنده به کار می‌رود، می‌تواند منبعی از باکتری‌ها، انگل‌ها و یا سایر اجرام باشد. عوامل بیماری‌زا به وسیله آب می‌توانند به آسانی از یک مزرعه به مزرعه دیگر و یا در مزارع دارای سامانه برگشتی آب، از یک استخر به استخر دیگر منتقل گردند. ۲-ماهی: در استخرهای متراکم، عوامل بیماری‌زا می‌توانند به صورت مستقیم از یک ماهی به ماهی دیگر منتقل گردند. در این حالت، خود ماهی از مخازن عمده انتقال و حفظ بیماری بوده و می‌تواند بدون نشان دادن علائم بالینی بیماری، تنها به عنوان حامل بیماری عمل کند. همچنین ممکن است که برخی ماهیان نسبت به بیماری‌زاهای مخصوصی ایمن باشند و توانایی انتشار اجرام بیماری‌زا را به سایر ماهیان و یا به آب داشته باشند. ماهیان بیمار و مرده از مخازن عمده اجرام بیماری‌زا محسوب می‌شوند. به همین دلیل، جمع‌آوری سریع ماهیان بیمار و مرده و ضبط آن‌ها در کوره لاشه‌سوز و یا دفن در چاه ضروری است. ۳-حاملین: حاملین موجود زنده‌ای هستند که می‌توانند اجرام بیماری‌زا را از یک ماهی به ماهی دیگر منتقل کنند. به عنوان مثال، انگل سخت‌پوست آرگولوس (شپشک ماهی)، نه تنها باعث ایجاد آسیب فیزیکی در ماهی می‌شود، بلکه می‌تواند در انتقال برخی باکتری‌ها و ویروس‌ها در بین ماهیان نیز مؤثر باشد. زالوها نیز حاملین دیگری هستند که انگل‌های خونی و باکتری‌ها را در بین ماهیان انتقال می‌دهند. پرندگان ماهی‌خوار و آبزی نیز از دیگر حاملین مطرح در انتقال بیماری‌ها هستند. نباید از نظر دور داشت که افراد نیز می‌توانند حاملین و عوامل بیماری‌زا را از یک استخر به استخر دیگر منتقل کنند. ۴-ناقلین: به اشیاء بی‌جانی که بیماری را منتقل می‌کنند، ناقل می‌گویند. در مزارع آبزی‌پروری، تجهیزات، سطل‌ها، ساچوک‌ها و لوله‌های سیفونی همه به نوعی ناقل محسوب می‌گردند که در صورت عدم ضدعفونی مناسب، می‌توانند موجب انتقال بیماری گردند. مدفوع ماهیان، غذای مصرف‌نشده، جلبک‌ها، گیاهان آبزی و سایر نخاله‌های متلاشی‌شده، بستر مناسبی را جهت رشد و نمو بیماری‌زاهای فرصت‌طلب فراهم می‌کنند. کف استخرها باید از این زباله‌ها و نخاله‌ها پاک شوند و مسیرهای ورود و خروج

آب به استخرها، هواده‌ها و سایر سطوح باید به صورت مکرر تمیز شوند. ۵-خوراک: خوراک و غذای ماهیان نیز می‌تواند منبعی از بیماری‌ها باشد. خوراک منجمد و غذای زنده می‌تواند باکتری‌ها، انگل‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها را منتقل کند. همچنین در صورتی که غذا به شیوه‌ای نامناسب انبار شود، می‌تواند محتوی باکتری‌های بیماری‌زا و سموم قارچی گردد.

روش های کاهش خطر ابتلا به بیماری در آبزیان

کیفیت آب یکی از مهم‌ترین شرایط پرورش آبزیان است و حفظ کیفیت آب اولین قدم در آغاز تلاش‌ها برای فراهم آوردن یک رابطه مناسب بین ماهی و محیط زیست است که باعث ارتقای شرایط بهداشتی و فیزیولوژیک ماهی خواهد شد. بنابراین، حفظ کیفیت آب از نظر اسیدیته، میزان اکسیژن محلول، درجه حرارت و سختی در پیشگیری از بیماری‌ها حیاتی است و پایش پارامترهای آن در برنامه روزانه مدیریت اجرایی برنامه ایمنی و امنیت زیستی الزامی است. کیفیت آب به‌ویژه در مزارع با آب برگشتی بسیار بی‌ثبات بوده و با نوسانات موقتی (به عنوان مثال با افزایش آمونیاک و نیتریت) می‌تواند منجر به بیماری و خسارت قابل توجه گردد. این نوسانات محیطی در بیشتر موارد با سرکوب سیستم ایمنی موجب افزایش حساسیت آبزیان به بیماری‌زاها می‌گردد. بسیاری از بیماری‌زاهای فرصت‌طلب در محیط آبی تنها در مواقع استرس و با سرکوب سیستم ایمنی موجب بروز بیماری می‌گردند. ضدعفونی آب موجب از بین رفتن و کاهش عوامل بیماری‌زا می‌شود. به طور معمول از دو روش استفاده از اشعه فرابنفش و ازن برای ضدعفونی آب مزارع پرورش ماهی می‌توان استفاده کرد. امروزه همچنین استفاده از فیلترهای زیستی در سامانه‌های آبزی‌پروری بازچرخشی مطرح است. این فیلترها سبب صرفه‌جویی در میزان مصرف آب و دفع ارگانیک‌های غیرمحلول و آمونیوم موجود در آب می‌گردند. از دیگر روش‌های جلوگیری از آلودگی و کاهش اجرام بیماری‌زا، خرید تخم چشم‌زده، بچه‌ماهی و ماهی از تولیدکنندگانی است که مزارع آن‌ها عاری از آلودگی است. در این راستا، ارائه آزمایشات لازم و معتبر مبنی بر عدم وجود آلودگی‌های انگلی، باکتریایی، قارچی و ویروسی از سوی تولیدکننده و نیز ضدعفونی تخم‌های چشم‌زده در مرکز تکثیر، الزامی است.

به منظور اجتناب از بروز بیماری در مزرعه آبزی‌پروری، اجرای یک برنامه قوی و سخت قرنطینه‌ای برای جدا کردن ماهیان تازه‌وارد لازم است. فاصله زمانی لازم برای دوره قرنطینه متغیر است، ولی به صورت معمول این مدت را برابر ۳۰ روز در نظر می‌گیرند. در طول دوره قرنطینه، ماهیان از نظر علائم بالینی بیماری بررسی شده و نمونه‌برداری‌های لازم به منظور تشخیص آلودگی و درمان در صورت تشخیص بیماری انجام می‌گردد. واکسیناسیون نیز یکی دیگر از روش‌های پیشگیری است. از دیگر موارد در مدیریت مطلوب، رسیدگی به تراکم ماهیان در استخرها، تغذیه و ژنتیک آبزیان است. توجه به موارد مذکور به همراه ایجاد وضعیت بهداشتی

و سطح ایمنی مناسب، منجر به ایجاد مقاومت مطلوب و از بین بردن احتمال ایجاد خطر توسط برخی از بیماری‌زاهای بالقوه می‌گردد.

بخش ضروری دیگر در برنامه ایمنی و امنیت زیستی، پایش بیماری‌هاست. پایش بیماری‌ها شامل یک برنامه‌ریزی منظم جهت ارزیابی بهداشتی تمامی استخرهای یک مزرعه است. با توجه به موقعیت و وضعیت مزرعه، از آبزیان تلف‌شده و یا آبزیان زنده و یا از هر دو نمونه‌گیری به عمل می‌آید. هیچ‌یک از آزمایشات پایشی نمی‌تواند به صورت قاطع و کامل عدم آلودگی به بیماری‌زاهای بالقوه را در جمعیت آبزیان تضمین کند، بلکه تنها به کاهش خطرات ناشی از بقای بیماری‌زا در جمعیت کمک می‌نماید. وجود وسایل جداگانه (ساچوک‌ها، سطل‌های غذا و سایر عوامل مورد استفاده) برای هر واحد تولیدی مطلوب بوده و به رفع خطر آلودگی بین بخش‌های مختلف مزرعه کمک می‌نماید. در هنگام استفاده از وسایل کار در استخرهای مختلف، ترجیح بر استفاده از وسایل کار اختصاصی برای هر استخر است، اما در صورتی که امکان آن وجود ندارد، گندزدایی و ضدعفونی وسایل برای استفاده در استخرهای مختلف الزامی است. به علاوه، جمع‌آوری وسایل و تجهیزات در بین مراحل تولید و ضدعفونی کردن آن‌ها، بسیار پراهمیت است و منجر به کاهش خطر انتشار عوامل عفونی می‌گردد.

گندزدایی و ضدعفونی وسایل بخش مهمی از روند پیشگیری و کنترل بیماری در صنعت آبزی‌پروری است. رویه ضدعفونی به منظور کاهش بار عوامل بیماری‌زا در وسایل کار است و به وسیله آن خطر انتشار اجرام عفونی بین دسته‌های مختلف ماهیان یک واحد تقلیل می‌یابد. برای ضدعفونی تجهیزات، به طور معمول از ترکیبات آمونیوم چهارظرفیتی و یددار استفاده می‌شود. اما قبل از کاربرد این وسایل، باید آن‌ها را با میزان کافی آب شستشو داد تا از باقی‌مانده‌های مواد ضدعفونی‌کننده پاک شود، زیرا در غیر این صورت باقی‌مانده مواد ضدعفونی‌کننده می‌تواند در ماهیان ایجاد مسمومیت کند. کلرین نیز برای ضدعفونی وسایل به کار می‌رود. اما نظر به تخریب شبکه‌ها و احتراز از مرگ ماهیان، باید وسایل ضدعفونی‌شده با کلرین نیز به حد کافی شستشو شود. کلر به صورت گاز، مایع یا جامد برای ضدعفونی کردن تورها، حوضچه‌ها و سایر ادوات تکثیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از این ماده برای غیرفعال کردن عوامل بیماری‌زای ماهی در مراکز تکثیر متداول است. هنگام ضدعفونی حجم‌های زیاد آب، نظیر پساب‌های تخلیه‌شده از مراکز تکثیر و پرورش ماهی، به صورت معمول کلر اقتصادی‌ترین ماده برای انجام این کار است. در مورد ضدعفونی حجم‌های کمتر، نظیر مخازن حمل ماهی مستقر بر روی کامیون و یا مخازن ضدعفونی تورها، به صورت معمول نمک‌های هیپوکلریت نظیر هیپوکلریت کلسیم به کار می‌رود. امروزه از ترکیبات ویرکن آس و پراکسید هیدروژن نیز برای شست و شوی استخرها و تجهیزات استفاده می‌شود. برای آگاهی از ضدعفونی‌کننده‌های مناسب جهت

تجهیزات، کف استخرهاباید از توصیه‌های کارشناسان بهداشت محیط و دامپزشکان مسئول بهداشت آبزیان استفاده کرد.

ثبت کلیه رخدادها، برنامه‌ها، تغییرات و سایر موارد مرتبط با فعالیت آبزی‌پروری در دفتر مزرعه، عامل بزرگ موفقیت در هر برنامه ایمنی و امنیت زیستی است. با استفاده از این روش می‌توان اطلاعات دقیق درباره وضعیت سلامت جمعیت، میزان افزایش وزن، میزان مصرف غذا، برنامه واکسیناسیون و درمانرا جهت مدیریت مطلوب مد نظر قرار داد. از دیگر موضوعات مطرح در برنامه ایمنی و امنیت زیستی، طرح وسایل کار، نحوه گردش این وسایل در بین کارکنان، دفتر ثبت بازدیدکنندگان، روند ضدعفونی جهت تجهیزات و کارکنان، برنامه مدیریت زباله و پسماندها و راهبرد کنترل آفات است که جای دارد در یک نظام‌نامه، روند مجموعه مقررات گردآوری شود. به دلیل پیچیدگی روابط متقابل بین عامل بیماری‌زا، محیط آبی و شرایط فیزیولوژیک ماهی، همه ویژگی‌های عوامل استرس‌زای فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی که به دنبال آن موارد تهاجم بیماری رخ می‌دهد، تعیین نشده است.

به هر حال، عوامل زمینه‌ساز متداول در بروز بیماری برای ماهی‌ها در پرورش متراکم شناسایی شده‌است. این عوامل شامل اقدامات استرس‌زا در مراکز تکثیر، نظیر دستکاری ماهی، رقم‌بندی از نظر اندازه، ایجاد تراکم بیش از حد و غذای نامرغوب است. حمل ماهی در شرایط نامطلوب کیفیت آب، مانند پایین بودن اکسیژن محلول، بالا بودن غلظت آمونیاک و دی‌اکسید کربن، درجه حرارت‌های نامطلوب و کاهش جریان آب نیز از دیگر عوامل استرس‌زا و زمینه‌ساز بروز بیماری در آبزیان است. استرس موجب افزایش حساسیت ماهیان به عفونت با عوامل بیماری‌زای فرصت‌طلب می‌گردد. راهبردهای متعددی جهت افزایش مقاومت و کاهش استرس در ماهیان وجود دارد که برخی از آن‌ها عبارتند از: استفاده از نژاد آرام ماهیان برای پرورش؛ پایش پارامترهای کیفیت آب؛ فراهم‌کردن خوراک با کیفیت مطلوب در حد امکان؛ خریداری تخم چشم‌زده و بچه‌ماهی از مراکز تکثیر مطمئن و عاری از بیماری. جمع‌آوری ماهیان بیمار و مرده، راهبردی مهم در کاهش انتشار بیماری‌زاها از یک ماهی به ماهی دیگر است. در طراحی مزارع و امکانات باید چگونگی جمع‌آوری این ماهیان مد نظر قرار گیرد. جمع‌آوری باید حداقل یک بار در روز و در صورت امکان به طور متوالی انجام گردد. پایش جزء مهم تشخیص اولیه، جداسازی و درمان یک بیماری است. بنابراین باید نحوه و شیوه پایش استاندارد در مزارع لحاظ گردد. در استخرهای وسیع باید به صورت دوره‌ای و در فواصل معین از ماهیان نمونه‌گیری کرد و آزمایش‌های مختلف جهت شناسایی عوامل بیماری‌زای گوناگون انجام شود. ثبت میزان رشد و ضریب تبدیل می‌تواند جهت تشخیص بیماری‌های تحت‌بالینی کمک‌کننده باشد.

از دیگر اصول مهم مدیریت برنامه ایمنی و امنیت زیستی در مزارع آبزی‌پروری، به منظورکاهش خطر انتشار بیماری‌زاها در محیط، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: شستشوی دست‌ها با مایع صابون ضدباکتریال قبل از ورود به مزرعه؛ ضدعفونی کفش‌ها و چکمه‌ها یا تعویض آن‌ها با کفش‌های یک‌بار مصرف قبل از ورود به مزرعه؛ فراهم‌کردن ناحیه و فضایی مناسب در مزرعه جهت ضدعفونی و شستشوی وسایل کار از قبیل سطل‌های غذادهی، ساچوک‌ها، شبکه‌ها و برس‌ها، دستگاه‌های اندازه‌گیری اکسیژن و درجه حرارت؛ ضدعفونی کامل استخرها و وسایل کار قبل از ماهی‌ریزی؛ اعمال ملاحظات بهداشتی جهت به حداقل رساندن عوامل بالقوه آلودگی؛ به حداقل رساندن تعداد کارگران مختلف با گروه مخصوص ماهیان؛ اجرای ملاحظات کافی به منظور جلوگیری از انتقال عوامل بیماری‌زا به وسیله پمپ‌های هواده؛ به حداقل رساندن انتقال ماهیان بین استخرها؛ استفاده از واکسن به عنوان ابزاری در مدیریت بهداشتی جهت پیشگیری از بیماری؛ جلوگیری از ورود افراد به سالن هچری و پرورش لاروها؛ اجرای برنامه‌ها و تدابیر ایمنی لازم در هنگام ورود و بازدید کارشناسان؛ به حداقل رساندن افراد بازدیدکننده از مزرعه؛ ضدعفونی چرخ‌های خودروهایی که به مزرعه وارد یا خارج می‌شوند؛ تأسیس توقفگاه جهت بازدیدکنندگان در محل مناسبی از مزرعه.

ضدعفونی تخم‌ها

تعداد کمی ماده ضدعفونی‌کننده با اثروسیع و فوری جهت ضدعفونی تخم‌ها وجود دارد. یدوفور (ترکیب یددار آلی) یکی از موادی است که به طور رایج و وسیع به میزان ۱۰۰ ذره در هر میلیون (ppm) و برای مدت ۱۰ دقیقه در اسیدیته ۶ جهت ضدعفونی تخم‌ها به کار می‌رود. یکی از فواید این محلول آن است که بعد از ضدعفونی، تأثیرش با رنگ کهربایی نمایان می‌شود. عدم تغییر رنگ یا تغییر به رنگ دیگر نشان‌دهنده عدم تأثیر طولانی است. تعیین اثر سایر ضدعفونی‌کننده‌ها بسیار مشکل است.

قرنطینه

قرنطینه در آبزی پروری به منظور جلوگیری از ورود بیماری‌زاهایی که ریشه‌کنی آن‌ها مشکل یا غیرممکن است، به کار می‌رود. راه حل معمول، اجرای قرنطینه و جداسازی بخش‌های مرتبط با این حوزه و آبزیان جدید از سایر بخش‌های مزرعه است. با توجه به پرهزینه بودن ساخت محیط قرنطینه، باید در ابتدای ساخت هر محل پرورش آبزیان، برنامه ساخت محیط قرنطینه نیز در نظر گرفته شود. در این قسمت، دستورالعملی که بتواند کلیه گونه‌های مختلف آبزیان را در تمام شرایط تحت پوشش قرار دهد، وجود ندارد، بلکه تنها به ارائه راهبردی در جهت توسعه امکانات قرنطینه بسنده شده است. دستورالعمل‌های قرنطینه می تواند شامل: ۱-در پیش‌نویس قرارداد قرنطینه باید گونه، سن و منبع تهیه ماهی مشخص باشد. ۲-آب محل قرنطینه باید از آب مزرعه جدا باشد و خروجی آن هم وارد مزرعه نشود.۳-مدت قرنطینه بر اساس دوره کمون و رشد بیماری‌زاها تعیین می‌گردد.

اگرچه امروزه مدت ۳۰ روز به عنوان استاندارد قرنطینه در نظر گرفته می‌شود، اما این مدت بسته به چرخه و دوره زندگی عوامل بیماری‌زا، زمان مشاهده علائم درمانگاهی و همچنین با توجه به درجه حرارت آب می‌تواند کوتاه‌تر یا طولانی‌تر در نظر گرفته شود.۴-قرنطینه باید ماهیان را در برابر عوامل بیماری‌زای غیربومی محافظت کند. همچنین برنامه قرنطینه باید به گونه‌ای اجرا شود که مانع رشد میکروارگانیسم‌های جدیدی که می‌توانند مشکل تازه‌ای ایجاد کنند، شود.۵ -در پیش‌نویس قرارداد قرنطینه نباید از پادزیست‌ها جهت پیشگیری از بیماری‌ها استفاده شود، زیرا مصرف آن‌ها غیرقانونی است و می‌تواند خطرات جدی را در رشد و مقاومت باکتری ایجاد کند.۶-قرنطینه باید در محیطی ایزوله و بسته انجام شود و در صورت اضافه شدن ماهیان جدید، باید مدت زمان قبلی قرنطینه را صفر در نظر گرفت. ۷-در یک سامانه قرنطینه‌ای خوب، عوامل بالقوه انتقال بیماری مانند تجهیزات و شبکه‌ها، سطل‌ها، تور و هواده‌ها باید به حداقل برسد و در یک مکان مشخص و مختص قرنطینه نگهداری شود.۸- اشخاصی که در محیط قرنطینه هستند باید به هنگام ورود و خروج دست‌های خود را کاملاً بشویند و ضدعفونی کنند.۹-کاستن تردد افراد به محیط قرنطینه، ضدعفونی چکمه‌ها و تعویض لباس‌ها قبل از ورود و پس از خروج از محیط قرنطینه الزامی است.۱۰-با در نظر گرفتن بالاترین درجه حرارت آب بسته به هر گونه ماهی، می‌توان چرخه زندگی بسیاری از عوامل بیماری‌زا را کنترل کرد. ۱۱-قبل از ورود ماهیان به مجموعه، باید آن‌ها را به درجه حرارت آب عادت داد. ۱۲-توصیه می‌شود ماهیان برای جلوگیری از استرس، در تراکم پایین نگهداری شوند.۱۳-در مدت قرنطینه، ماهیان باید از نظر نشانه‌های بالینی بیماری به دقت پایش شوند و نمونه‌گیری برای تشخیص آلودگی و تعیین نوع درمان در صورت تشخیص بیماری انجام گردد.۱۴-بعد از تخلیه ماهیان از محیط قرنطینه، ضدعفونی کامل استخرها و تجهیزات الزامی است.

امنیت و ایمنی زیستی در طیور

امنیت زیستی راهکاری جهت پیشگیری از شیوع بیماری‌ها به مزرعه است. امنیت زیستی، ارزان‌ترین و مؤثرترین وسیله کنترل بیماری‌هاست. هیچ برنامه پیشگیری‌کننده‌ای بدون امنیت زیستی، عملی نیست. امنیت زیستی سه جزء دارد شامل: ۱- جداسازی: محدود کردن حیوانات در فضای کنترل‌شده را گویند. حصار سبب نگهداری پرندگان در داخل و دور نگه داشتن دیگر حیوانات در خارج است. این جداسازی همچنین جدا کردن پرندگان در سنین مختلف را نیز در بر می‌گیرد. این جداسازی، تمیز کردن و ضدعفونی را جهت قطع سیکل بیماری تسهیل می‌سازد؛ ۲-کنترل رفت و آمد: این کنترل شامل رفت و آمد به مزرعه و رفت و آمدهای داخل مزرعه است؛ ۳- رعایت بهداشت: ضدعفونی مواد و تجهیزات وارد شده به مزرعه و پاکیزگی کارکنان مزرعه که باید موراد زیر را در نظر گرفت: ۱-پیش از وارد کردن پرنده‌ها به ساختمان، محل نگهداری آن‌ها باید ضدعفونی و تمیز گردد تا احتمال انتقال هرگونه بیماری‌زایی از گله طیور قبلی به فعلی از بین برود؛ ۲-چنانچه طیور بر روی

زمین آلوده نگهداری می‌شوند، تعویض لایه رویی خاک سبب کاهش بیماری‌زاها و انگل‌های موجود در خاک می‌شود؛ ۳-تمیز کردن و ضدعفونی کلیه تجهیزات طبق یک برنامه منظم؛ ۴-پس از ضدعفونی کردن ساختمان‌ها، بهترین راهکار خالی نگه داشتن آن به مدت حداقل ۲ هفته است؛ ۵-پرندگان با سنین یا گونه‌های مختلف نباید با هم در یک محل نگهداری شوند. پرندگان پیرتر می‌توانند بیماری را به پرندگان جوان‌تر منتقل کنند، زیرا پرندگان جوان حساستر هستند. همچنین برخی از بیماری‌ها مانند هیستومونیازیس (سرسیاه) می‌تواند از جوجه‌ها به مرغ‌ها منتقل شود. با رعایت توصیه‌های امنیت زیستی، می‌توان از به حداقل رساندن عوامل بیماری‌زا در مزرعه طیور اطمینان خاطر پیدا کرد و متعاقب آن از بروز بیماری در طیور پیشگیری کرد. در سال ۱۹۸۴، مدت زمان رشد طیور ۹۴ روز به طول می‌انجامید و ضریب تبدیل غذایی ۳٫۸۵ بود. امروزه وزن یکسان در عرض ۳۸ روز حاصل می‌شود. این نتایج با ترکیبی از بهداشت، ایمنی و امنیت زیستی و سامانه‌های تولیدی پیشرفته، تغذیه و ژنتیک رخ می‌دهد. بدون برنامه‌های ایمنی و امنیت زیستی، این تحول رخ نمی‌داد. امنیت زیستی از جنبه حیاتی برخوردار است، زیرا وقوع بیماری‌ها می‌تواند فاجعه‌آفرین باشد. در مورد جوجه‌های جوان، هدف تسریع رشد و ایجاد مقاومت نسبت به بیماری‌ها است. تلاش در جهت ایجاد گونه‌های مقاوم به بیماری سبب شتاب رشد جوجه‌ها گردیده است. پدید آمدن واکسن‌ها و ایجاد پروتکل‌های امنیت زیستی سبب جایگزینی انتخاب‌های ژنتیکی گران‌قیمت و غیرقابل اطمینان برای ایجاد مقاومت در برابر بیماری‌ها گردیده است. با نگاهی گذرا به طول مدت ماندگاری برخی از عوامل بیماری‌زای پرندگان در محیط، می‌توان بیش از پیش به اهمیت اجرای اصول ایمنی و امنیت زیستی در طیور پی برد.

یکی از این اقدامات، جلوگیری از ورود پرندگان وحشی به مزرعه است، زیرا این پرندگان می‌توانند ناقل بیماری‌های مختلف باشند. استفاده از سیلوهای بسته جهت نگهداری غذا نیز اهمیت زیادی دارد، زیرا از آلودگی غذا توسط عوامل خارجی جلوگیری می‌کند. سامانه‌های خودکار غذادهی نیز به کاهش هدر رفتن غذا و کنترل دقیق‌تر تغذیه کمک می‌کنند. علاوه بر این، اجرای برنامه‌های کنترلی برای حاملین و آفت‌ها، مانند جوندگان و حشرات، بخشی ضروری از برنامه‌های ایمنی‌زیستی است. ایمنی‌زیستی، به عنوان برنامه‌ای جهت تضمین سلامت و بهداشت طیور، به حضور حاملین و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا که در محیط پرورش جوجه‌ها زندگی می‌کنند نیز توجه دارد. زمانی که یک وسایل وارد محیط زیست می‌شود، اثر آن سبب بر هم زدن ساختار خون و فلور طبیعی و پدید آمدن یک اکولوژی جدید می‌گردد.

از دیگر موارد حمایت‌کننده کنترل بهداشت گله که برای برنامه ایمنی‌زیستی ضروری است، می‌توان به لزوم وجود حمام، اتاق تعویض لباس، اتاقی برای ضدعفونی، اتاق ذخیره تخم‌مرغ، اتاق گندزدایی و محلی برای گندزدایی و پاکیزه‌کردن تخم‌مرغ‌ها اشاره کرد. این امکانات به حفظ بهداشت محیط و جلوگیری از انتقال

بیماری‌ها کمک می‌کنند. همچنین در داخل مزرعه، وجود اتاقی برای لوازم کار، جمع‌آوری تخم‌مرغ‌ها، محلی برای انتخاب تخم‌مرغ‌ها، توزیع غذا و توزین، کنترل آب و الکتریسیته ضروری است. این فضاها باید به گونه‌ای طراحی شوند که کارکنان بتوانند به راحتی و با رعایت بهداشت، فعالیت‌های روزانه خود را انجام دهند. نباید از نظر دور داشت که ضدعفونی برای کاهش خطر آلودگی سامانه به بیماری‌زاها از مهم‌ترین مراحل است. ضدعفونی منظم تجهیزات، سطوح و محیط مزرعه، به ویژه پس از هر دوره تولید یا در صورت بروز بیماری، از انتقال عوامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کند. این اقدامات به طور هماهنگ و منظم اجرا می‌شوند تا امنیت زیستی در مزارع پرورش طیور تضمین شود و از شیوع بیماری‌های واگیردار جلوگیری گردد. ورود محصولات طیور به تجارت جهانی نیازمند تغییراتی در شکل این محصولات، همانند برنامه‌های تضمین کیفیت و ایمنی‌زیستی برای مصرف‌کنندگان است. در طی سالیان اول قرن ۲۱، صنعت طیور وارد بازار جهانی شد و نیاز به محصولات صنعت طیور رو به افزایش است. شرکت‌ها از برنامه‌های مدیریتی اجتماعی و محیطی در نیل به این اهداف استفاده می‌کنند. در برزیل، ایجاد بازارهای جدید سبب رشد محصولات طیور و افزایش نیاز به فرآوری محصولات گردیده است. یکی از مواردی که منجر به افزایش محصولات و کاهش قیمت آن‌ها شده، محیط زندگی طیور است. برزیل از نوسانات هوایی بالایی برخوردار است و داشتن اطلاعات کافی در مورد منطقه برای تولیدات طیور و بهداشت مرتبط با آن استراتژیک است. این مسئله کیفیت این فرآیند را محدود می‌کند و باید راهکارهایی جهت بهبود آن ارائه گردد. یکی از این راهکارها، ایمنی‌زیستی است که در برنامه جهانی بهداشت طیور به جزئیات آمده است. این برنامه، ایمنی‌زیستی و استانداردهای بهداشتی تولیدات طیور را پایه‌گذاری نموده است.

- انتخاب منطقه، وسعت محل نگهداری و موقعیت منطقه بر اساس عواملی مانند هوا، خاک، مشخصات رویشی منطقه، فاصله ایمن از خطر انتقال بیماری‌زاها و پتانسیل کم محل نگهداری از لحاظ بهداشت و اقتصاد منطقه.
- پس از برنامه‌ریزی، باید تجهیزات لازم در محل نگهداری طیور فراهم گردد.
- مزرعه طیور باید از محیط و غذای عالی برخوردار باشد، به‌طوری‌که دیگر گونه‌های اهلی و وحشی در محیط اطراف را نیز جذب کند.

امنیت زیستی به برنامه‌ای جهت محافظت از حیات اشاره دارد. به معنای ساده‌تر، به معنای دور نگه داشتن اجرام از طیور و دور نگه داشتن طیور از اجرام عفونی است. چندین ارگانیسم عفونی به عنوان بیماری‌زاهای بیماری‌زا مطرح هستند، که شامل ویروس‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها هستند. همچنین انگل‌ها، داخلی یا خارجی، نیز سبب ایجاد بیماری می‌شوند. کنترل این انگل‌ها بخش مهمی از برنامه‌های امنیت زیستی است. روش‌های بسیاری برای دور نگه داشتن و جلوگیری از ورود اجرام عفونی از مزرعه طیور وجود دارد:

– محدود کردن رفت‌وآمد افراد مختلف به مزرعه و تماس آن‌ها با پرندگان؛ –تهیه کردن طیور از منابع سالم و فاقد بیماری، داشتن اطلاعات کافی در مورد گذشته و والدین مزرعه طیور فعلی و سابقه بیماری؛ – واکسیناسیون در مورد والدین و طیور تازه‌هچ‌شده؛ – در صورت اضافه کردن جوجه جدید به مزرعه، حداقل به مدت ۲ هفته قرنطینه شود؛– دور نگه داشتن پرندگان وحشی و دیگر پستانداران از مزرعه طیور، زیرا ممکن است دارای اجرام بیماری‌زا باشند؛– تهیه غذا از یک منبع سالم و پاک؛– تهیه آب بدون آلودگی؛– دور نگه داشتن حیوانات خانگی برای جلوگیری از انتقال بیماری.

برنامه ایمنی‌زیستی در پرورش طیور

برنامه ایمنی‌زیستی شامل سلسله‌ای از اقدامات و عملیات با هدف بهبود بهداشت و سلامت صنعت طیور در طی فرآیند تولید است. این برنامه از مزارع صنعتی به مزارع تولیدکننده خالص دقیق‌تر و مشکل‌تر می‌گردد. مهم‌ترین مسئله در برنامه ایمنی‌زیستی، دریافت جوجه، محل و مکان مزرعه، حمل‌ونقل و جریان مزرعه، غذا و آب، روش‌های ضدعفونی و پاکیزه‌کردن مزرعه، واکسیناسیون، کنترل مواد زائد ارگانیک و همچنین کنترل سایر پرندگان جهت جلوگیری از آلودگی‌های ممکن و کنترل حاملین بیماری‌زا مانند جوندگان، حشرات و حیوانات وحشی است. در مزرعه‌های تولیدکننده جوجه‌های گوشتی، برنامه‌های ایمنی‌زیستی از بازده بیشتری برخوردار هستند و علت آن، ساختارهای فیزیکی مانند حصارهای اطراف مزرعه، جلوگیری از ورود وسایل نقلیه و حیوانات، حمام و اتاق تعویض لباس در محل ورودی، اتاقی جهت ضدعفونی (گندزدایی)، مکانی برای ضدعفونی وسایل نقلیه و مکانی برای دفع مواد زائد ارگانیک است. همچنین، فضاهای میان محل‌های نگهداری طیور برای تضمین چرخش هوا، وجود کمربند سبز اطراف محل نگهداری طیور، منطقه تولیدی با ابزار مناسب، ماشین‌آلات و تجهیزات جهت تضمین پدید آمدن محیطی مناسب برای بهبود فرآیند تولید و ایمنی محصولات مزرعه بسیار مفید است.

روش‌های استاندارد و ضدعفونی

روش‌های استاندارد و ضدعفونی در سطح مزرعه، مانند استانداردهای ایمنی‌زیستی و کنترل پروفیلاکسی برای کاهش خطر بیماری‌ها، در برنامه ملی سلامت طیور (برزیل) توصیه گردیده است. برای ایجاد محل ایده‌آل نگهداری طیور، باید محیط و اصول ایمنی‌زیستی مورد توجه قرار گیرند تا سلامت طیور و محصولات آن‌ها بهبود یابد. هرچند پیشرفت فناوری در صنعت طیور، با توجه به بیماری‌های موجود، وابستگی فرآیند تولید را به برنامه‌های کنترلی افزایش می‌دهد. دانش گسترده در زمینه محیط منطقه برای تضمین بازده برنامه‌های ایمنی‌زیستی ضروری است.

برنامه‌های ایمنی‌زیستی تولیدکنندگان جوجه‌های گوشتی

یکی از مسائل رو به بهبود در برنامه‌های تولیدکنندگان جوجه گوشتی، ایمنی‌زیستی است. ایمنی‌زیستی در صنعت طیور به عنوان راهی برای فهم و تضمین سلامت طیور از طریق سلسله‌ای از اقدامات استاندارد در زمینه کنترل تولید جهت تضمین کیفیت محصول نهایی است. اصول ایمنی‌زیستی مزرعه تولیدکننده جوجه گوشتی در قانون برنامه ملی سلامت طیور وزارت کشاورزی برزیل توضیح داده شده است. چندین مؤلفه به برنامه ایمنی‌زیستی - مرتبط با تولید و قیمت - به عنوان سامانه‌ای مفید جهت پیشگیری اشاره کرده‌اند. هرچند سازگاری سامانه تولیدی و جمعیت پرندگان به زیست‌بوم منطقه باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین این مؤلفین، به بررسی واکنش زیست‌بوم به اقدامات کنترلی مانند دفع مواد زائد، کنترل آفات و حیوانات نیز پرداخته‌اند. چنین اقداماتی ممکن است از آلودگی گله‌ها به بیماری‌زاها جلوگیری کند.

راهکارهای عملیاتی ایمنی‌زیستی

راهکارهای عملیاتی ایمنی‌زیستی سبب کنترل بهداشت طیور، تولید بالا، قیمت پایین و ظرفیت حمایت از بازارهای جهانی می‌شود. این افزایش تولید اگرچه ممکن است تضمین‌کننده یک برنامه استاندارد نباشد، ولی نشان‌دهنده اقدامات کنترل‌کننده است.

سیاست‌های کنترل بیماری‌زاهای طیور

سیاست‌های کنترل بیماری‌زاهای طیور سبب بهبود اقداماتی در جهت درمان و ریشه‌کنی برخی بیماری‌های مهم منطقه‌ای و جهانی، مانند آنفلوآنزای مرغی، نیوکاسل، مایکوپلاسموز و سالمونلوزیس (که هم انتقال افقی و هم انتقال عمودی دارند) گردیده است.

انتقال عمودی و افقی

انتقال عمودی آلودگی فرزند توسط والدین و انتقال افقی در طیف تولیدی از طریق عوامل مختلف صورت می‌پذیرد. تنها راه کنترل مؤثر سلامت گله طیور، به‌کارگیری برنامه ایمنی‌زیستی است که این برنامه خود زیر نظر دامپزشکی پیش‌گیرانه در هر مرحله از تولید خواهد بود.

اهداف کنترل سلامت گله در تولید جوجه‌های گوشتی

هدف از کنترل سلامت گله، کاهش مرگ و میر، افزایش میزان تولید تخم‌مرغ و باروری (که به صورت مستقیم بر روی قیمت مؤثر است) و تضمین سلامت انسان از طریق پیشگیری از انتقال بیماری‌های مشترک بین انسان و حیوان، مانند سالمونلا و کمپیلوباکتر ژوژنی، است.

درجه‌بندی برنامه ایمنی‌زیستی طیور

درجه‌بندی برنامه ایمنی‌زیستی طیور شامل ایمنی‌زیستی نظری یا مفهومی، ایمنی‌زیستی ساختاری و ایمنی‌زیستی عملی است که باید در کلیه مراحل، از طراحی محل نگهداری طیور تا پرورش آن‌ها، لحاظ شوند. آنالیز این مراحل نشان می‌دهد که این برنامه شامل ارتباط میان میکروارگانیسم‌های حاضر در محل تولیدی و محیط نیز می‌گردد.

ارتباط میکروارگانیسم‌ها

میکروارگانیسم‌های مختلف از طریق ارتباطات اختصاصی داخلی یا از طریق هم‌تکاملی با هم ارتباط دارند که مشخصه واکنش اکولوژیکی میان جمعیت‌های مختلف در یک جامعه است.

بیماری‌های عفونی و راه‌های انتقال در پرورش طیور

بیماری‌های عفونی و راه‌های انتقال آن‌ها یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در صنعت پرورش طیور است، زیرا این بیماری‌ها می‌توانند به راحتی از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر منتقل شوند و خسارات سنگینی به بار آورند. برخی از راه‌های اصلی انتقال بیماری‌های عفونی شامل وارد شدن پرندگان بیمار، کفش و لباس آلوده، ورود پرندگان بهبودیافته و حامل، تماس با اشیاء آلوده به بیماری‌زاها، آب ناخالص مانند آب زهکشی‌شده سطحی، جوندگان و پرندگان وحشی، حشرات، غذای آلوده، اجرام آلوده منتقل‌شونده از راه هوا و انتقال از طریق تخم‌مرغ است. همه این عوامل، ورود پرندگان جدید و رفت و آمد افراد را به بزرگ‌ترین خطر برای سلامت پرندگان تبدیل می‌کند. بنابراین، مدیریت این دو عامل باید جزء اولین مواردی باشد که در مزرعه رعایت شود.

برای ارزیابی میزان امنیت زیستی مورد نیاز، باید به عواملی مانند اقتصاد، منطق و خطر نسبی توجه کرد. هزینه‌های اجرای برنامه‌های امنیت زیستی باید با توجه به سودآوری مزرعه سنجیده شود و برنامه‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که به طور منطقی قابل اجرا باشند. همچنین، میزان خطر انتقال بیماری باید بر اساس شرایط مزرعه و منطقه ارزیابی شود. پرندگان جدید خطر بزرگی محسوب می‌شوند، زیرا وضعیت بیماری آن‌ها ناشناخته است. آن‌ها ممکن است بیمار یا حساس به عفونتی باشند که در حال حاضر در پرندگان موجود در مزرعه به صورت حامل وجود داشته باشد. بنابراین، قرنطینه و بررسی دقیق پرندگان جدید قبل از ورود به گله اصلی، یکی از اقدامات ضروری برای حفظ امنیت زیستی است.

برای حفظ امنیت زیستی و جلوگیری از شیوع بیماری‌ها در مزارع پرورش طیور، راهکارهای متعددی وجود دارد که باید به دقت اجرا شوند. بهتر است پرندگان جدید در محلی جداگانه قرنطینه شوند و این محل تا حد امکان از محل پرندگان موجود دور باشد تا خطر انتقال بیماری‌ها کاهش یابد. مدت قرنطینه باید حداقل دو هفته

و ترجیحاً چهار هفته به طول بیانجامد تا اطمینان حاصل شود که پرندگان جدید عاری از هرگونه بیماری هستند. جریان رفت و آمد کارکنان نیز باید از محل پرندگان جوان‌تر به پیرترها باشد تا از انتقال بیماری از پرندگان مسن‌تر به جوجه‌ها جلوگیری شود. استفاده از پوشش پای‌کفش جداگانه در محل پرندگان ساکن و محل قرنطینه پرندگان جدید ضروری است و این پوشش باید در هر محلی ضدعفونی گردد. حمام ضدعفونی نیز به کاهش مقدار ارگانیسم‌های عفونی بر روی چکمه‌ها کمک می‌کند. پس از دست زدن به طیور در گروه‌های مختلف، حتماً شستشوی دست‌ها انجام گیرد تا از انتقال بیماری جلوگیری شود. اطراف ساختمان باید پاک باشد، به این معنا که هیچ گونه گیاهی در اطراف آن نباشد تا از تجمع جوندگان و حشرات جلوگیری شود. تجهیزات و وسایل باید به صورت منظم ضدعفونی شوند و دستگاه‌های آب و غذادهنده نیز طبق برنامه‌ای منظم ضدعفونی گردند. در نهایت، به خاطر داشته باشید که خشک‌کردن و استفاده از آفتاب در کشتن ارگانیسم‌های بیماری‌زا بسیار مؤثر هستند. این راهکارها به طور هماهنگ و منظم اجرا می‌شوند تا امنیت زیستی در مزارع پرورش طیور تضمین شود و از شیوع بیماری‌های واگیردار جلوگیری گردد.

امنیت زیستی در بازار پرندگان زنده

برای پیشگیری از انتقال احتمالی آنفلوآنزای پرندگان یا دیگر بیماری‌های واگیردار، تولیدکنندگان طیور و کسانی که با آن سروکار دارند باید احتیاطات لازم را در بازارهای پرندگان زنده رعایت کنند. این بازارها در بسیاری از شهرهای بزرگ وجود دارد. ویروس‌های آنفلوآنزای پرندگان می‌تواند از این بازارها از پرندگان آلوده یا از قفس‌های آلوده، لوازم نقلیه و کارکنان منتقل گردد. چنانچه این بازارها آلوده باشند، هرگونه جابه‌جایی در مورد پرندگان، افراد و وسایل سبب انتقال آلودگی می‌گردد.

برای حفظ امنیت زیستی و جلوگیری از شیوع بیماری‌ها در بازار پرندگان زنده، راهکارهای متعددی وجود دارد که باید به دقت اجرا شوند. یکی از این راهکارها جایگزین کردن قفس‌های چوبی با قفس‌های پلاستیکی یا آهنی است، زیرا این قفس‌ها به راحتی تمیز و ضدعفونی می‌شوند و امکان پاک‌سازی کامل آن‌ها فراهم است. علاوه بر این، باید محل را از پر، مدفوع و سایر مواد زائد پاکیزه نگه داشت تا از تجمع عوامل بیماری‌زا جلوگیری شود. کلیه تجهیزات و وسایل نقلیه نیز باید قبل از ورود به مزرعه به طور کامل پاکیزه و ضدعفونی شوند تا خطر انتقال آلودگی کاهش یابد. نگهداری پرندگان جدید به دور از پرندگان فروخته‌نشده نیز یکی دیگر از اقدامات ضروری است، زیرا این کار از تماس پرندگان جدید با پرندگان موجود جلوگیری می‌کند. در نهایت، باید از خروج پرنده از بازار بدون ذبح جلوگیری کرد تا احتمال انتقال بیماری‌ها به خارج از بازار به حداقل برسد. این راهکارها به طور هماهنگ و منظم اجرا می‌شوند تا امنیت زیستی در بازار پرندگان زنده تضمین شود و از شیوع بیماری‌های واگیردار جلوگیری گردد. ضدعفونی کردن بازار پرندگان زنده شامل

مراحل متعددی است که باید به دقت اجرا شوند تا از انتقال بیماری‌ها جلوگیری شود. ابتدا باید محل را کاملاً خالی کرد و تمام لوازم‌هایی که نیاز به تمیز کردن و ضدعفونی دارند، جمع‌آوری نمود. سپس وسایل را از نزدیک دیوارها جابه‌جا کرده و سطوح را مرطوب کرد تا غبار بر روی آن‌ها ثابت شود. در ادامه، موارد ارگانیک جامد یا مواد زائد مانند پر و مدفوع را از تجهیزات مرغداری (مانند قفس‌ها) پاک کرد. پس از آن، تجهیزات و اتاق را با آب داغ و اسپری پرفشار شستشو داد و از ضدعفونی‌کننده‌های مناسب برای سطوح تجهیزات، سقف، دیوار و کف استفاده نمود. برای جلوگیری از تحریک ناشی از عوامل ضدعفونی‌کننده، تهویه و محافظت کافی ضروری است. همچنین باید از ورود افراد از منطقه آلوده به منطقه پاک جلوگیری کرد و در نهایت، محل را به مدت ۲۴ ساعت خالی نگه داشت تا ضدعفونی به طور کامل انجام شود. این مراحل به طور دقیق و منظم اجرا می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که بازار پرندگان زنده عاری از هرگونه عامل بیماری‌زا است و از شیوع بیماری‌ها جلوگیری می‌کند.

تهدیدات زیستی ناشی از اگروتروریسم و پیامدهای آن در صنعت نفت

اگرچه صنعت نفت به‌طور مستقیم در زمره بخش‌های کشاورزی و دام‌پروری قرار نمی‌گیرد، وابستگی آن به زنجیره تأمین مواد غذایی، خدمات پیمانکاری، منابع آب و زیرساخت‌های پشتیبانی، این صنعت را در برابر پیامدهای غیرمستقیم مخاطرات یادشده آسیب‌پذیر می‌سازد. تأمین مستمر غذای سالم برای کارکنان و پیمانکاران، استمرار فعالیت مراکز تهیه و توزیع غذا و دسترسی به منابع جایگزین در شرایط اختلال، از جمله مؤلفه‌هایی هستند که ضرورت بررسی اگروتروریسم را در چارچوب مدیریت ریسک و پدافند زیستی صنعت نفت توجیه می‌کنند. در این چارچوب، تمرکز اصلی بر شناسایی وابستگی‌های سازمانی، کاهش آسیب‌پذیری زنجیره تأمین و محدودسازی پیامدهای احتمالی رخدادهای زیستی قرار دارد.

یکی از مهم‌ترین ابعاد این تهدید، بروز بیماری‌های واگیر در دام و طیور و پیامدهای ناشی از آن بر تولید و توزیع محصولات دامی است. گسترش بیماری‌های عفونی در واحدهای دام‌پروری می‌تواند به کاهش عرضه محصولات پروتئینی، اعمال محدودیت بر جابه‌جایی دام و فرآورده‌های دامی و افزایش هزینه‌های تأمین مواد غذایی منجر شود. چنین شرایطی، به‌ویژه در سازمان‌هایی که برای تأمین غذای کارکنان به شبکه مشخصی از تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان وابسته‌اند، ممکن است استمرار خدمات پشتیبانی را با دشواری مواجه سازد. بااین‌حال، تمایز میان شیوع طبیعی بیماری، نقص در نظام کنترل بهداشتی و وقوع عمدی یک رخداد زیستی از اهمیت اساسی برخوردار است؛ زیرا صرف مشاهده بیماری یا افزایش تلفات دامی، بدون وجود شواهد معتبر و بررسی تخصصی، نمی‌تواند دلیلی بر وقوع اگروتروریسم تلقی شود.

آلودگی زیستی مواد غذایی نیز از دیگر مخاطرات مرتبط با این حوزه است که می‌تواند به‌طور مستقیم سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید کند. آلودگی مواد اولیه، محصولات غذایی یا غذای آماده مصرف ممکن است موجب بروز بیماری‌های منتقله از غذا، توقف توزیع محموله‌های مشکوک و ضرورت انجام بررسی‌های اپیدمیولوژیک شود. در محیط‌های صنعتی، بروز چنین رخدادهایی علاوه بر ایجاد پیامدهای بهداشتی، می‌تواند غیبت کارکنان، افزایش تقاضا برای خدمات درمانی و اختلال در عملکرد مراکز تغذیه را به دنبال داشته باشد. ازاین‌رو، کنترل بهداشتی زنجیره تأمین، قابلیت ردیابی محموله‌ها، نظارت بر شرایط حمل و نگهداری و ثبت مستندات مربوط به تأمین‌کنندگان، از ارکان اساسی کاهش آسیب‌پذیری در برابر آلودگی‌های زیستی محسوب می‌شوند.

در کنار مخاطرات مرتبط با دام، طیور و مواد غذایی، سلامت منابع آب و زیرساخت‌های پشتیبان تولید و توزیع غذا نیز جایگاه مهمی در ارزیابی تهدیدات زیستی دارد. کیفیت بهداشتی آب مورد استفاده در فرایندهای مرتبط با تهیه غذا، وضعیت انبارها و سردخانه‌ها و رعایت الزامات بهداشتی در مراکز نگهداری و توزیع، بر ایمنی نهایی مواد غذایی اثرگذار است. اختلال در هر یک از این اجزا ممکن است پیامدهایی فراتر از یک مرکز یا واحد تولیدی ایجاد کند و بر چندین حلقه از زنجیره تأمین اثر بگذارد. بنابراین، ارزیابی مخاطرات زیستی باید علاوه بر شناسایی عوامل بیماری‌زا، شرایط محیطی، نقاط آسیب‌پذیر فرایندهای تأمین و قابلیت کنترل و ردیابی محصولات را نیز دربرگیرد.

از منظر صنعت نفت، پیامدهای اگروتروریسم را می‌توان در پیوند میان سلامت کارکنان، تداوم عملیات و پایداری اقتصادی زنجیره تأمین تحلیل کرد. اختلال در دسترسی به مواد غذایی سالم، کاهش ظرفیت تأمین‌کنندگان یا ضرورت توقف توزیع محصولات مشکوک می‌تواند برنامه‌ریزی خدمات پشتیبانی را تحت تأثیر قرار دهد. هم‌زمان، افزایش هزینه‌های تهیه و حمل مواد غذایی، انجام آزمایش‌های تخصصی، جایگزینی منابع تأمین و اجرای اقدامات کنترلی می‌تواند بار اقتصادی مضاعفی بر سازمان تحمیل کند. در صورت گستردگی رخداد، نگرانی کارکنان و جوامع محلی نیز ممکن است افزایش یابد و ضرورت اطلاع‌رسانی دقیق، مستند و هماهنگ را برجسته سازد. میزان تأثیرگذاری این پیامدها به عواملی همچون تنوع تأمین‌کنندگان، قابلیت جایگزینی منابع، مدت اختلال و ظرفیت سازمان برای مدیریت بحران وابسته است؛ ازاین‌رو، تعیین سطح تهدید در هر منطقه باید بر مبنای داده‌های معتبر و ارزیابی اختصاصی شرایط عملیاتی صورت گیرد.

در مناطق نفت‌خیز جنوب کشور، بررسی این مخاطرات به دلیل پیوند فعالیت‌های صنعتی با شبکه‌های محلی تأمین کالا و خدمات، اهمیت ویژه‌ای دارد. بااین‌حال، این اهمیت به معنای وجود سطح مشخص یا بالاتری از

تهدید در یک منطقه خاص نیست، بلکه ضرورت شناخت وابستگی‌های عملیاتی و ارزیابی آسیب‌پذیری‌های مرتبط را نشان می‌دهد. در چنین شرایطی، پدافند زیستی باید به‌عنوان بخشی از نظام جامع مدیریت ریسک سازمانی تعریف شود و میان الزامات بهداشت محیط، ایمنی و سلامت شغلی، مدیریت بحران، تدارکات و تداوم کسب‌وکار پیوند برقرار کند.

یکی از ارکان اصلی این رویکرد، استقرار نظام نظارت مبتنی بر ریسک بر زنجیره تأمین مواد غذایی است. ارزیابی صلاحیت بهداشتی تأمین‌کنندگان، بررسی مستندات مبدأ و حمل، کنترل شرایط نگهداری و ردیابی محموله‌ها، امکان شناسایی سریع‌تر عدم انطباق‌ها و محدودسازی دامنه پیامدهای احتمالی را فراهم می‌سازد. این اقدامات باید با بازرسی‌های دوره‌ای از آشپزخانه‌های صنعتی، انبارها، سردخانه‌ها و مراکز توزیع غذا تکمیل شوند تا مخاطرات ناشی از نقص‌های بهداشتی، نگهداری نامناسب یا ضعف در اجرای الزامات ایمنی غذا به‌موقع شناسایی شوند. همچنین، پیش‌بینی منابع جایگزین تأمین و ارزیابی ظرفیت پیمانکاران برای ادامه ارائه خدمات ضروری، نقش مهمی در کاهش وابستگی به یک مسیر یا منبع تأمین دارد.

شناسایی زودهنگام رخدادهای غیرعادی، مؤلفه مهم دیگری از پدافند زیستی به شمار می‌رود. افزایش غیرمنتظره موارد بیماری منتقله از غذا، مشاهده الگوهای اپیدمیولوژیک غیرمعمول یا دریافت گزارش‌های معتبر درباره بیماری‌های دامی می‌تواند ضرورت بررسی تخصصی را مطرح کند. ارزش این نشانه‌ها در آن است که زمینه ارزیابی سریع‌تر وضعیت را فراهم می‌کنند؛ بااین‌حال، تفسیر آن‌ها باید بر شواهد بالینی، نتایج آزمایشگاهی، اطلاعات مربوط به مواجهه و نظر مراجع ذی‌صلاح استوار باشد. تشخیص منشأ آلودگی و تعیین عمدی یا غیرعمدی بودن رخداد نیز باید از فرایند مراقبت و کنترل اولیه سلامت تفکیک شود تا اقدامات فوری بهداشتی بدون تأخیر انجام گیرند و بررسی‌های تخصصی در مسیر قانونی و سازمانی خود ادامه یابند.

نمونه اقدامات انجام شده در مدیریت مخاطرات اگروتروریسم

در حوزه بهداشت و درمان صنعت نفت اهواز، پیشگیری و مدیریت پیامدهای بهداشتی مرتبط با اگروتروریسم، در چارچوب وظایف نظارتی بهداشت محیط و با همکاری واحدهای مسئول تأمین، نگهداری و توزیع مواد غذایی دنبال می‌شود. با توجه به وابستگی مجموعه‌های صنعتی و اقامتی به تأمین مستمر غذای سالم، نظارت بر بهداشت مراکز تهیه و طبخ غذا و اطمینان از انطباق مواد اولیه با ضوابط بهداشتی، از مؤلفه‌های مهم حفاظت از سلامت کارکنان و کاهش آسیب‌پذیری زنجیره تأمین غذا محسوب می‌شود.

کارشناسان بهداشت محیط بهداشت و درمان صنعت نفت اهواز به‌صورت مستمر از آشپزخانه‌های صنعتی و مراکز تهیه و توزیع غذا بازرسی می‌کنند. این بازرسی‌ها علاوه بر ارزیابی شرایط بهداشتی محیط، تجهیزات،

نگهداری و آماده‌سازی مواد غذایی، بررسی مشخصات بهداشتی مواد اولیه مصرفی را نیز دربرمی‌گیرد. وجود مدارک و مشخصات بهداشتی معتبر، اطلاعات مربوط به تولیدکننده یا تأمین‌کننده، تاریخ تولید و انقضا، شرایط نگهداری و سایر الزامات قانونی متناسب با نوع ماده غذایی، از جمله مواردی است که در ارزیابی انطباق محموله‌ها با ضوابط مربوط اهمیت دارد. بررسی شرایط حمل‌ونقل، سلامت ظاهری بسته‌بندی و رعایت الزامات دمایی نیز در صورت ارتباط با نوع محصول، بخشی از فرایند نظارت بهداشتی بر مواد اولیه به شمار می‌رود.

این نظارت مستمر، امکان شناسایی زودهنگام عدم انطباق‌های بهداشتی و پیگیری اصلاح آن‌ها را فراهم می‌کند و در کاهش احتمال ورود مواد غذایی نامنطبق به فرایند تهیه و توزیع غذا نقش دارد. در صورت مشاهده مواد اولیه فاقد مدارک لازم، محصولات دارای مشخصات نامعتبر یا سایر موارد مشکوک، موضوع باید مطابق دستورالعمل‌های مصوب مستندسازی و به واحد مسئول ارجاع شود تا اقدامات مقتضی، از جمله جلوگیری از مصرف یا توزیع محموله تا تعیین تکلیف آن، در حدود اختیارات قانونی انجام گیرد.

از منظر پدافند زیستی، این بازرسی‌ها بخشی از سازوکار پیشگیرانه حفاظت از زنجیره تأمین غذا هستند؛ بااین‌حال، عدم انطباق بهداشتی یا نقص در مدارک یک محصول به‌تنهایی دلیلی بر آلودگی عمدی یا وقوع اگروتروریسم نیست. در صورت مشاهده شواهد معتبر از آلودگی غیرعادی یا بروز موارد مشکوک بیماری منتقله از غذا، بررسی تخصصی، حفظ مستندات و قابلیت ردیابی محموله‌ها و هماهنگی با مراجع بهداشتی و سایر نهادهای ذی‌صلاح ضرورت دارد.

بنابراین، استمرار بازرسی‌های بهداشت محیط، کنترل مشخصات بهداشتی مواد اولیه، ثبت و پیگیری نواقص و هماهنگی با واحدهای تدارکات و تأمین غذا، ظرفیت مهمی برای کاهش مخاطرات بهداشتی و افزایش آمادگی سازمان در برابر اختلالات زنجیره تأمین مواد غذایی فراهم می‌کند. این اقدامات، ضمن حفاظت از سلامت کارکنان، می‌توانند به تقویت قابلیت ردیابی مواد غذایی و ارتقای تاب‌آوری خدمات پشتیبانی صنعت نفت در برابر مخاطرات زیستی کمک کنند.

مدیریت و کنترل اگروتروریسم در شرایط بحران و حوادث غیرمترقبه

اگروتروریسم (Agroterrorism) به اقدام عمدی با هدف آسیب‌رسانی به بخش کشاورزی، دامپروری، تولید مواد غذایی و زنجیره تأمین غذا گفته می‌شود که می‌تواند با ایجاد بیماری در گیاهان و دام‌ها، آلوده‌سازی عمدی مواد غذایی یا اخلال در فرایند تولید و توزیع محصولات کشاورزی، سلامت عمومی، امنیت غذایی، اقتصاد و ثبات اجتماعی را تحت تأثیر قرار دهد. این تهدید ممکن است به‌صورت حملات زیستی علیه دام و

گیاه، دست‌کاری عمدی محصولات غذایی یا اقدامات خرابکارانه در زیرساخت‌های تولید و نگهداری مواد غذایی بروز کند.

مدیریت و کنترل اگروتروریسم یکی از موضوعات مهم در نظام مدیریت بحران و پدافند غیرعامل محسوب می‌شود؛ زیرا آسیب به بخش کشاورزی و دامپروری می‌تواند علاوه بر خسارت‌های اقتصادی، موجب کاهش دسترسی مردم به مواد غذایی سالم، افزایش قیمت محصولات، اختلال در زنجیره تأمین و بروز بیماری‌های قابل انتقال بین حیوان و انسان شود. ازاین‌رو، شناسایی تهدیدات، پایش مستمر سلامت گیاهان و دام‌ها، حفاظت از مراکز تولید و نگهداری مواد غذایی، تشخیص زودهنگام موارد مشکوک و هماهنگی بین‌بخشی، از ارکان اصلی مقابله با این تهدید به شمار می‌روند.

تمهیدات پیشگیرانه و آمادگی پیش از وقوع حملات اگروتروریستی

بخش عمده موفقیت در مقابله با اگروتروریسم به میزان آمادگی دستگاه‌های مسئول پیش از وقوع حادثه بستگی دارد. تدوین برنامه‌های عملیاتی، شناسایی نقاط آسیب‌پذیر، تعیین وظایف سازمان‌ها، تأمین تجهیزات پایش و تشخیص، آموزش نیروهای تخصصی و ایجاد سازوکارهای گزارش‌دهی سریع، می‌تواند از گسترش خسارات جلوگیری کند. آمادگی باید تمامی مراحل تولید، فرآوری، نگهداری، حمل‌ونقل و توزیع محصولات کشاورزی و دامی را دربرگیرد.

برنامه‌ریزی در این حوزه باید بر اساس ارزیابی خطر و با مشارکت سازمان‌های دامپزشکی، حفظ نباتات، بهداشت، ایمنی مواد غذایی، مدیریت بحران، نیروهای امدادی و مراجع انتظامی و امنیتی انجام شود.

پایش و مراقبت از سلامت گیاهان و دام‌ها

پایش مستمر وضعیت سلامت محصولات کشاورزی، دام‌ها و طیور از مهم‌ترین اقدامات پیشگیرانه در مقابله با اگروتروریسم است. اطلاعات مربوط به بیماری‌های گیاهی و دامی، آفات قرنطینه‌ای، الگوهای فصلی بروز بیماری‌ها و وضعیت سلامت مناطق تولیدی باید به‌صورت منظم جمع‌آوری، تحلیل و ثبت شود.

بروز ناگهانی بیماری در چند واحد تولیدی، افزایش غیرمعمول تلفات دام و طیور، مشاهده علائم بالینی غیرمنتظره، ظهور خسارت‌های گسترده و نامتعارف در محصولات کشاورزی یا تغییر غیرعادی الگوی پراکنش

آفات، باید از طریق سازوکارهای رسمی بررسی شود. بااین‌حال، وقوع این نشانه‌ها به‌تنهایی اثبات‌کننده حمله عمدی نیست و بررسی علل طبیعی، بیماری‌های بومی، خطاهای مدیریتی و احتمال آلودگی تصادفی نیز ضرورت دارد.

در بخش کشاورزی، پایش آفات و بیماری‌های گیاهی باید با همکاری کارشناسان حفظ نباتات و آزمایشگاه‌های تخصصی انجام شود. در بخش دامپروری نیز مراقبت‌های دامپزشکی، ثبت موارد مشکوک، بررسی تلفات و انجام آزمایش‌های تشخیصی معتبر اهمیت دارد. ایجاد بانک اطلاعاتی از وضعیت طبیعی سلامت دام و گیاه در هر منطقه، امکان شناسایی سریع تغییرات غیرعادی را فراهم می‌کند.

تربیت و بازآموزی نیروهای تخصصی

کارکنان مراکز دامپزشکی، حفظ نباتات، آزمایشگاه‌های تشخیص، صنایع غذایی، انبارهای محصولات کشاورزی و مراکز مدیریت بحران باید به‌صورت دوره‌ای در زمینه شناسایی نشانه‌های غیرعادی، اصول ایمنی زیستی، نحوه گزارش موارد مشکوک و اقدامات اولیه در شرایط اضطراری آموزش ببینند.

برگزاری دوره‌های بازآموزی و مانورهای شبیه‌سازی بحران، موجب افزایش هماهنگی میان نیروهای تخصصی و کاهش خطاهای عملیاتی می‌شود. این آموزش‌ها باید شامل نحوه ثبت و انتقال اطلاعات، استفاده صحیح از تجهیزات حفاظت فردی، نمونه‌برداری توسط افراد مجاز، حفظ زنجیره تحویل نمونه و رعایت دستورالعمل‌های ایمنی باشد.

همچنین، لازم است توانمندی کارکنان در زمینه ارتباط با کشاورزان، دامداران، تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان مواد غذایی تقویت شود تا گزارش‌های مردمی به‌موقع دریافت و پیگیری شوند.

تأمین وسایل، تجهیزات و امکانات مقابله با بحران

پیش از وقوع بحران باید تجهیزات موردنیاز برای مراقبت، تشخیص، حفاظت فردی، انتقال نمونه و مدیریت ایمن محصولات مشکوک شناسایی و تأمین شود. این تجهیزات می‌تواند شامل وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع خطر، ظروف استاندارد انتقال نمونه، تجهیزات زنجیره سرد، امکانات ارتباطی، ابزارهای ثبت و تحلیل داده‌ها و مواد مورد تأیید برای ضدعفونی باشد.

آزمایشگاه‌های مرجع و مراکز تشخیصی باید از نظر نیروی انسانی، ظرفیت پذیرش نمونه، تجهیزات و دسترسی به روش‌های معتبر تشخیص ارزیابی شوند. همچنین، تأمین اقلام ضروری، نگهداری صحیح تجهیزات و بررسی دوره‌ای تاریخ مصرف و عملکرد آن‌ها اهمیت دارد.

در کنار تجهیزات، باید منابع مالی، وسایل حمل‌ونقل ایمن، ظرفیت نگهداری موقت محصولات مشکوک و امکانات تأمین و توزیع جایگزین مواد غذایی نیز پیش‌بینی شود. هدف از این اقدامات، کاهش وابستگی عملیات پاسخ به تأمین‌های اضطراری و جلوگیری از توقف طولانی‌مدت فعالیت‌های ضروری است.

تدوین برنامه‌های احتیاطی و طرح‌های جایگزین

برنامه‌های مقابله با اگروتروریسم باید سناریوهای مختلف، از جمله شیوع ناگهانی بیماری دامی، ظهور آفت قرنطینه‌ای، آلودگی احتمالی مواد غذایی و اختلال در تأمین نهاده‌های کشاورزی را پوشش دهند.

در این برنامه‌ها باید مسئولیت سازمان‌ها، نحوه اعلام وضعیت اضطراری، شیوه تبادل اطلاعات، ضوابط محدودیت جابه‌جایی، روش بررسی و تأیید موارد مشکوک، نحوه اطلاع‌رسانی عمومی و چگونگی تأمین اقلام ضروری مشخص شود.

همچنین، برای شرایطی که بخشی از ظرفیت تولید یا توزیع از دسترس خارج می‌شود، باید منابع جایگزین تأمین غذا، مسیرهای توزیع اضطراری و سازوکار حمایت از تولیدکنندگان پیش‌بینی شود. تمرین و بازبینی مستمر این برنامه‌ها به شناسایی نقاط ضعف و اصلاح کاستی‌ها پیش از وقوع حادثه کمک می‌کند.

حفاظت زیستی از مراکز تولید و زنجیره تأمین غذا

رعایت اصول امنیت و حفاظت زیستی در مزارع، دامداری‌ها، مرغداری‌ها، گلخانه‌ها، انبارها، مراکز فرآوری و تأسیسات نگهداری مواد غذایی، یکی از مهم‌ترین اقدامات برای کاهش احتمال ورود و گسترش عوامل بیماری‌زا و آلودگی‌هاست.

محدودسازی دسترسی افراد غیرمجاز، ثبت ورود و خروج کارکنان و بازدیدکنندگان، کنترل سلامت محموله‌های ورودی، نظافت و ضدعفونی متناسب با خطر، نگهداری سوابق تولید و حمل‌ونقل و جداسازی جریان مواد اولیه از محصولات آماده مصرف، می‌تواند احتمال آلودگی و گسترش آن را کاهش دهد.

در واحدهای دامپروری، رعایت ضوابط ورود و خروج دام، کنترل جابه‌جایی تجهیزات و وسایل نقلیه و گزارش سریع علائم مشکوک اهمیت دارد. در واحدهای کشاورزی نیز کنترل ورود نهاده‌ها و مواد گیاهی، رعایت مقررات قرنطینه‌ای و پیگیری منشأ محموله‌های مشکوک ضروری است.

در صنایع غذایی و مراکز توزیع، برنامه‌های ایمنی و دفاع غذایی باید علاوه بر آلودگی‌های تصادفی، احتمال دست‌کاری عمدی محصولات را نیز در نظر بگیرند.

شناسایی و ارزیابی تهدیدات عمدی

در صورت مشاهده الگوهای غیرمعمول بیماری یا آلودگی، باید احتمال وقوع حادثه عمدی نیز در کنار سایر علل بررسی شود. این بررسی باید بر پایه شواهد آزمایشگاهی، اطلاعات اپیدمیولوژیک، سوابق محموله‌ها و مسیرهای توزیع و ارزیابی کارشناسی انجام شود.

هرگونه نشانه مشکوک از دست‌کاری عمدی، تهدید علیه مراکز تولید، ورود غیرمجاز یا مغایرت غیرقابل توضیح در سوابق محموله‌ها باید از مسیرهای رسمی به مراجع مسئول گزارش شود. بررسی جنبه‌های امنیتی و انتظامی حادثه باید با رعایت ضوابط قانونی و بدون ایجاد اختلال غیرضروری در خدمات حیاتی انجام گیرد.

نکته مهم آن است که تشخیص آلودگی با اثبات عمدی‌بودن آن متفاوت است؛ بنابراین، تصمیم‌گیری درباره ماهیت حادثه باید بر اساس شواهد معتبر و با همکاری متخصصان حوزه سلامت، کشاورزی، دامپزشکی و مراجع امنیتی صورت گیرد.

تمهیدات مدیریت و کنترل اگروتروریسم پس از وقوع حادثه

پس از دریافت گزارش معتبر یا مشاهده نشانه‌های مشکوک، باید فرایند ارزیابی اولیه خطر و هماهنگی میان دستگاه‌های مسئول آغاز شود. هدف اصلی در این مرحله، حفاظت از سلامت انسان‌ها، جلوگیری از گسترش آلودگی، حفظ امنیت غذایی و کاهش خسارت به بخش کشاورزی و دامپروری است.
قدامات اولیه باید متناسب با نوع حادثه، میزان اطمینان به شواهد و ارزیابی خطر انجام شوند. در صورت وجود احتمال خطر برای سلامت عمومی، اطلاع‌رسانی به مراجع بهداشتی و ایمنی مواد غذایی باید بدون تأخیر صورت گیرد.

تشکیل تیم مدیریت بحران و هماهنگی بین‌بخشی

در ساعات اولیه حادثه، تشکیل تیم تخصصی مدیریت بحران با حضور نمایندگان دامپزشکی، حفظ نباتات، بهداشت، ایمنی مواد غذایی، مدیریت بحران و مراجع انتظامی و امنیتی ضروری است. وظایف این تیم شامل ارزیابی اولیه، تعیین سطح خطر، هماهنگی اقدامات میدانی، سازمان‌دهی نمونه‌برداری، مدیریت اطلاعات و تعیین مسئول اطلاع‌رسانی عمومی است.

همچنین باید سازوکاری مشخص برای ثبت تصمیمات، تبادل اطلاعات میان سازمان‌ها و جلوگیری از انتشار اطلاعات تأییدنشده وجود داشته باشد. هماهنگی بین‌بخشی موجب می‌شود اقدامات کنترل بیماری، حفاظت از محصولات غذایی و بررسی جنبه‌های امنیتی حادثه به‌صورت هم‌زمان و منسجم انجام شوند.

شناسایی محدوده‌های مشکوک و محدودسازی جابه‌جایی

پس از شناسایی محل یا محموله مشکوک، باید محدوده بررسی بر اساس ارزیابی کارشناسی تعیین شود. در صورت نیاز، محدودیت موقت و متناسب برای جابه‌جایی دام، محصولات گیاهی، نهاده‌ها یا مواد غذایی مرتبط اعمال می‌شود تا احتمال گسترش آلودگی کاهش یابد.

ردیابی منشأ محموله‌ها و مسیر انتقال آن‌ها، شناسایی واحدهای مرتبط و ثبت اطلاعات مربوط به زمان، محل و شرایط نگهداری، در تعیین دامنه حادثه مؤثر است. اقدامات محدودکننده باید هدفمند، مستند، دارای مبنای قانونی و متناسب با خطر باشند و پس از دریافت نتایج بررسی‌ها بازبینی شوند.
در بیماری‌های گیاهی و دامی، ایجاد محدوده‌های تحت مراقبت یا قرنطینه باید با نظر مراجع تخصصی و بر اساس مقررات مربوط انجام شود.

نمونه‌برداری، تشخیص آزمایشگاهی و بررسی اپیدمیولوژیک

نمونه‌برداری از محصولات کشاورزی، دام‌ها، خوراک دام یا مواد غذایی مشکوک باید توسط نیروهای آموزش‌دیده و مطابق دستورالعمل‌های تخصصی انجام شود. انتخاب نوع نمونه، روش بسته‌بندی، شرایط انتقال و آزمایش‌های موردنیاز باید بر اساس ماهیت حادثه و نظر آزمایشگاه مرجع تعیین گردد. رعایت اصول ایمنی زیستی و زنجیره تحویل نمونه برای حفظ اعتبار نتایج ضروری است. در صورت احتمال آلودگی خطرناک، افراد غیرمتخصص نباید اقدام به جمع‌آوری یا جابه‌جایی نمونه‌ها کنند.

بررسی اپیدمیولوژیک نیز باید اطلاعات مربوط به توزیع جغرافیایی موارد، زمان شروع علائم، سابقه جابه‌جایی دام یا محصولات، ارتباط میان واحدهای تولیدی و نتایج آزمایشگاهی را دربرگیرد. تلفیق این اطلاعات به تشخیص منشأ احتمالی، تعیین گستره آلودگی و انتخاب اقدامات کنترلی مناسب کمک می‌کند.

کنترل آلودگی و مدیریت ایمن محصولات مشکوک

محصولات کشاورزی، خوراک دام، فرآورده‌های دامی یا مواد غذایی مشکوک باید تا زمان تعیین تکلیف، از محصولات سالم جدا نگهداری شوند. مصرف، توزیع یا انتقال آن‌ها نباید بدون ارزیابی و مجوز مرجع ذی‌صلاح ادامه یابد.

در صورت تأیید آلودگی، نحوه جمع‌آوری، فراوری، امحا یا سایر روش‌های مدیریت محصول باید بر اساس نوع عامل، ویژگی محصول، ارزیابی خطر و مقررات تخصصی تعیین شود. استفاده خودسرانه از مواد شیمیایی یا روش‌های غیرمجاز برای رفع آلودگی ممکن است خطرات بیشتری ایجاد کند و ایمنی محصول را تضمین نمی‌کند.

در واحدهای دامپروری، مدیریت دام‌های بیمار یا مشکوک، لاشه‌ها، کود، بستر و پساب باید با رعایت دستورالعمل‌های دامپزشکی و الزامات زیست‌محیطی انجام شود. در بخش گیاهی نیز بقایای آلوده و محصولات آسیب‌دیده باید مطابق ضوابط حفظ نباتات مدیریت شوند تا از گسترش بیماری یا آفت جلوگیری شود.

حفاظت از سلامت عمومی و ایمنی مواد غذایی

اگر احتمال ورود محصولات مشکوک به بازار یا مصرف آن‌ها توسط مردم وجود داشته باشد، ارزیابی خطر برای سلامت عمومی باید در اولویت قرار گیرد. مراجع مسئول باید امکان ردیابی محصولات توزیع‌شده، توقف موقت عرضه در صورت لزوم، اطلاع‌رسانی به مراکز درمانی و ارائه توصیه‌های بهداشتی مبتنی بر شواهد را بررسی کنند.

در صورت تأیید خطر، فراخوان محصولات باید بر اساس ضوابط قانونی، اطلاعات قابل ردیابی و میزان خطر انجام شود. پیام‌های عمومی باید روشن، هماهنگ و متناسب با سطح خطر باشند و از ایجاد نگرانی غیرضروری یا انتشار ادعاهای تأییدنشده جلوگیری کنند. همچنین، اگر احتمال انتقال عامل بیماری‌زا از حیوان به انسان وجود داشته باشد، همکاری میان دامپزشکی و نظام سلامت در چارچوب رویکرد سلامت واحد ضروری است.

اطلاع‌رسانی و آموزش کشاورزان، دامداران و مردم

در شرایط بحران، اطلاع‌رسانی صحیح می‌تواند از گسترش آلودگی، مصرف محصولات مشکوک و انتشار شایعات جلوگیری کند. کشاورزان و دامداران باید بدانند علائم غیرمعمول را از چه طریقی گزارش دهند، در صورت مشاهده موارد مشکوک چه اقداماتی را متوقف کنند و چگونه از جابه‌جایی غیرضروری محصولات یا دام‌های مرتبط خودداری نمایند.

توصیه‌های عمومی باید بر مبنای نظر مراجع تخصصی و متناسب با نوع حادثه تدوین شوند. مردم نیز باید به استفاده از منابع رسمی برای دریافت اطلاعات، رعایت دستورالعمل‌های فراخوان محصول و خودداری از مصرف یا توزیع اقلامی که رسماً مشکوک یا ناایمن اعلام شده‌اند، هدایت شوند.

در این مرحله، هماهنگی پیام‌های رسانه‌ای میان دستگاه‌های مسئول اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا اطلاعات متناقض می‌تواند اعتماد عمومی را کاهش داده و مدیریت بحران را دشوار کند.

تداوم تأمین غذا و حمایت از تولیدکنندگان

یکی از پیامدهای مهم اگروتروریسم، احتمال اختلال در تولید و توزیع محصولات کشاورزی و دامی است. بنابراین، هم‌زمان با کنترل حادثه، باید ظرفیت ذخایر راهبردی، مسیرهای جایگزین توزیع، منابع تأمین نهاده‌های ضروری و امکان انتقال تولید به واحدهای سالم ارزیابی شود.

در صورت اعمال قرنطینه یا توقف فعالیت یک واحد تولیدی، حمایت فنی و اقتصادی از تولیدکنندگان و جبران خسارت مطابق مقررات می‌تواند همکاری آنان را با عملیات کنترل افزایش دهد. همچنین، باید از انتقال غیرمجاز محصولات به بازارهای دیگر و گسترش خسارت به مناطق سالم جلوگیری شود. بازگشت به فعالیت عادی باید مرحله‌ای و مبتنی بر تأیید مراجع تخصصی، رفع محدودیت‌های قانونی و اطمینان از رعایت الزامات ایمنی زیستی باشد.

بازتوانی و بازگشت به شرایط عادی پس از بحران

پس از مهار حادثه، اقدامات بازتوانی با هدف احیای ظرفیت تولید، بازسازی اعتماد عمومی و جلوگیری از تکرار رویداد آغاز می‌شود. این مرحله شامل ارزیابی خسارات، پایش مجدد سلامت دام و گیاه، بررسی ایمنی

محصولات، پاک‌سازی و ضدعفونی تأییدشده در صورت نیاز و بازگرداندن تدریجی واحدهای تولیدی به فعالیت عادی است.

همچنین، عملکرد برنامه مدیریت بحران باید ارزیابی شود تا نقاط ضعف در سامانه مراقبت، تشخیص، تبادل اطلاعات، تأمین تجهیزات و هماهنگی سازمانی مشخص شوند. نتایج این ارزیابی باید در اصلاح برنامه‌های آمادگی، بازآموزی کارکنان و بهبود دستورالعمل‌های آینده مورد استفاده قرار گیرد.

در نهایت مدیریت و کنترل اگروتروریسم مستلزم رویکردی جامع است که پیشگیری، پایش، تشخیص زودهنگام، پاسخ هماهنگ و بازتوانی را در یک چارچوب عملیاتی به هم پیوند دهد. حفاظت زیستی از واحدهای تولیدی، تقویت نظام مراقبت بیماری‌های گیاهی و دامی، آموزش نیروی انسانی، آمادگی آزمایشگاه‌ها، حفاظت از زنجیره تأمین غذا و همکاری میان دستگاه‌های مسئول، از مهم‌ترین ارکان این رویکرد هستند. با توجه به ارتباط مستقیم امنیت کشاورزی با سلامت عمومی، اقتصاد و امنیت غذایی، آمادگی در برابر اگروتروریسم باید بخشی از برنامه‌های مدیریت بحران و پدافند غیرعامل باشد. شناسایی زودهنگام، تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد، گزارش‌دهی سریع و هماهنگی بین‌بخشی می‌توانند از گسترش خسارات جلوگیری کرده و تاب‌آوری نظام تولید و تأمین غذا را افزایش دهند.

فصل هفتم:

تهدیدات زیستی ناقلین

ناقلین بیماری و تهدیدات بهداشتی مرتبط در ایران

حوادث غیرمترقبه مجموعه‌ای از رخدادهای غیرقابل پیش‌بینی هستند که در اثر بلایای طبیعی یا دستکاری‌های انسانی به وقوع می‌پیوندند. با توجه به نوع، زمان و مکان وقوع این حوادث، جمعیت حشرات ناقل بیماری تحت تأثیر قرار گرفته و در نهایت ممکن است منجر به بروز اپیدمی‌های گسترده شود.بیماری‌های انگلی مانند مالاریا و لیشمانیوز، و همچنین بیماری‌های آربوویروسی نظیر تب دنگی، انسفالیت نیل غربی و تب کریمه–کنگو که به‌وسیله پشه‌ها و کنه‌ها به انسان منتقل می‌شوند، در شرایط حوادث غیرمترقبه می‌توانند در کانون‌های بیماری افزایش یافته و حتی به ایجاد کانون‌های جدید منجر شوند.به عنوان نمونه، تجمع آب‌های راکد ناشی از بارندگی‌های شدید، بستر مناسبی برای ایجاد لانه‌های لاروی و تکثیر پشه‌های خانواده کولیسیده فراهم می‌کند. این شرایط، بسته به منطقه انتشار و وجود یا عدم وجود عوامل بیماری‌زا، می‌تواند منجر به افزایش تصاعدی جمعیت گونه‌های مختلف پشه‌های بومی از جمله آنوفلس (ناقل مالاریا)، کولکس (ناقل اصلی ویروس نیل غربی) و آئدس (ناقل اصلی ویروس دنگی و چیکونگونیا) شود. از سوی دیگر، از هم‌گسیختگی نظام‌های موجود کنترل حشرات در شبکه‌های بهداشتی، شرایط را برای تکثیر سریع ناقلین مکانیکی بیماری‌ها مانند مگس‌ها و سوسری‌ها فراهم می‌آورد. برای مقابله با چنین بحران‌هایی لازم است پیشاپیش تمهیدات لازم اندیشیده شده و برنامه‌های مدون اجرایی و احتیاطی تدوین گردد. این برنامه‌ها باید شامل اقدامات پیش از بحران، اقدامات روزهای ابتدایی و نیز اقدامات پس از وقوع حادثه باشند. در این چارچوب، سازماندهی و تعیین نقش متخصصان و کارشناسان کنترل ناقلین ضروری است. همچنین باید منابع موجود شناسایی شده، تجهیزات و وسایل کنترل ناقلین و ابزارهای حفاظت فردی فراهم گردد، نقشه‌های انتشار بندپایان مهم پزشکی و کانون‌های اندمیک بیماری‌های منتقله تهیه شود، و پروتکل‌های تشخیصی و عملیاتی متناسب با توانمندی‌های هر منطقه طراحی و اجرا گردد.

کشور ما علاوه بر بلایای طبیعی، در معرض تهدیدات متعارف و نامتعارف دشمنان نیز قرار دارد؛ از جمله جنگ و حملات بیوتروریستی در حوزه سلامت، کشاورزی و مواد غذایی. از نظر تنوع و گستردگی بیماری‌های ناقل‌زاد، ایران در زمره مناطق آلوده جهان محسوب می‌شود. تاکنون بیماری‌هایی نظیر مالاریا، انواع لیشمانیوز، تب راجعه کنه‌ای، تب کریمه–کنگو، تب نیل غربی, تب پاپاتاسی، تب دنگی و چیکونگونیا در کشور گزارش شده است. همچنین، فون متنوعی از حشرات ناقل بیماری و بندپایان سمی در ایران شناسایی گردیده است .در

میان حوادث غیرمترقبه، مشکلات ناشی از حشرات معمولاً در رویدادهایی همچون هجوم آفات، سیل، طوفان و زلزله بیشتر مشاهده می‌شود. باید توجه داشت که در شرایط بحران، محیط‌های زیست و چرخه زندگی حشرات و جوندگان دستخوش تغییر می‌گردد. تجمع آب‌های راکد و انباشت زباله‌ها، همراه با توقف برنامه‌های جاری کنترل ناقلین، شرایط مساعدی برای رشد و تکثیر سریع آن‌ها فراهم می‌سازد. بنابراین، متصدیان و متولیان بهداشت و کنترل بیماری‌ها در مناطق آسیب‌دیده نباید از این موضوع غافل شوند. به‌منظور مدیریت مشکلات بهداشتی ناشی از ناقلین در حوادث غیرمترقبه و برنامه‌ریزی دقیق برای مقابله با آن‌ها، همکاری و هماهنگی بین‌بخشی امری ضروری است. این همکاری باید میان مسئولان بهداشت عمومی، تصمیم‌گیران شهری، کارشناسان بهداشت، اپیدمیولوژیست‌ها، حشره‌شناسان و متخصصان کنترل ناقلین برقرار گردد.

سوابق تاریخی استفاده از ناقلین بعنوان سلاح زیستی

برای هزاران سال، حشرات در درگیری‌های انسانی وارد شده‌اند با اهدافی مانند ایجاد درد، از بین بردن مواد غذایی و انتقال عوامل بیماری‌زا. روش‌های اولیه از حشرات به عنوان سلاح‌های طبیعی استفاده می‌کردند که به عنوان بازوهای تاکتیکی عمل می‌کردند (مثلاً پرتاب لانه‌ها) یا در زیستگاه‌های راهبردی (مانند مرداب‌های مملو از پشه). در قرن بیستم، از رابطه میان حشرات و بیماری‌ها مورد استفاده گردید ؛ ناقلان به صورت انبوه تولید شدند تا عوامل بیماری‌زا را به طور مؤثر به دشمن انتقال دهند. دو برنامه پیشرفته‌تر، برنامه‌های ژاپنی‌ها در جنگ جهانی دوم با ککک‌های آلوده به طاعون و مگس‌های پوشیده از وبا و برنامه آمریکایی‌ها در دوران جنگ سرد با پشه‌های آلوده به تب زرد بودند. با پیشرفت‌های بیشتر، دفاع‌ها به شکل حشره‌کش‌ها و واکسن‌ها توسعه یافت و حشرات دیگر به عنوان سلاح‌های میدان نبرد محسوب نمی‌شدند. اما اخیراً تغییرات اجتماعی-سیاسی باعث شده‌اند حشرات مجدداً در حوزه درگیری‌های انسانی از طریق درگیری‌های نامتقارن قرار گیرند، که در آن جنگجویان مناطق غیرصنعتی شده در برابر نیروهای نظامی و اقتصادی برتری یافته قرار می‌گیرند.

شوروی‌ها از سال ۱۹۲۸ شروع به تسلیح میکروبی بیماری تیفوس کردند. خرابکاران روسی در اوایل جنگ جهانی دوم، شپش‌های آلوده به تیفوس را در میان نیروهای آلمانی پخش کردند که در نتیجه آن ۲۸۰۰ سرباز ناتوان شدند. با این حال، تمرکز اصلی برنامه جنگ‌افزارهای زیستی شوروی بر روی طاعون، وبا و سیاه‌زخم بود.اگرچه جزئیات این فعالیت‌ها اندک است، اما در تابستان ۱۹۴۱، آزمایش‌های انسانی با عامل طاعون در یکی از آزمایشگاه‌های مغولستان از کنترل خارج شد؛ هنگامی‌که یکی از زندانیان آزمایش‌شده گریخت و باعث بروز یک اپیدمی گردید. همچنین شواهد غیرمستقیمی وجود دارد که نشان می‌دهد شوروی‌ها از بیماری

«تولارمی» — که معمولاً از طریق مگس‌های گزنده (تَبانیدها) و کنه‌های آلوده منتقل می‌شود — برای بیمار کردن هزاران سرباز آلمانی در حومه استالینگراد استفاده کردند.

در مرکز تحقیقاتی کمپ دیتریک در ایالات متحده مجموعه‌ای گسترده از پاتوژن‌ها و ناقلین توسعه یافت؛ این برنامه شامل پشه‌های آلوده به تب زرد، مالاریا و دنگی، مگس‌های ناقل اسهال خونی، وبا و سیاه‌زخم، کک‌های حامل طاعون و کنه‌های آلوده به تولارمی، تب راجعه و تب کلرادو بود و فعالیت‌های مرتبط با جنگ حشره‌محور در آمریکا در دهه ۱۹۵۰ به اوج خود رسید، زمانی که مطالعات آزمایشگاهی منجر به آزمایش‌های میدانی محرمانه شد. در عملیات «بیگ ایتچ» کک‌ها از بمب‌های مخصوصی رها می‌شدند که هنگام سقوط از هواپیما حشرات را پخش می‌کردند؛ این کک‌ها زنده ماندند و خوکچه‌های هندی در قفس را آلوده کردند، اما تنها برای حدود ۲۴ ساعت به دنبال میزبان بودند و نتیجه‌ای نسبتاً ناامیدکننده به‌دست آمد؛ برنامه‌ای برای تولید پنجاه میلیون کک در هفته طراحی شد اما به دلیل ناتوانی در کشت کافی باکتری طاعون متوقف گردید. تب زرد بعدها محور اصلی برنامه حشره‌محور کمپ دیتریک شد، زیرا پژوهشگران دریافتند که لارو پشه‌ها می‌توانند ویروس تب زرد را از محیط آبی جذب کنند و این امکان را فراهم ساخت که پشه‌های بالغ آلوده به‌صورت انبوه و بدون نیاز به تغذیه خونی تولید شوند؛ به دنبال آن، ارتش آمریکا مجموعه‌ای از حملات شبیه‌سازی‌شده را با پشه‌های غیرآلوده اجرا کرد. در سال ۱۹۵۵، عملیات «بیگ باز» شامل تولید و ذخیره بیش از یک میلیون پشه آئدس آجیتی بود و این آزمایش در مناطق روستایی جورجیا موفقیت‌آمیز ارزیابی شد زیرا پشه‌ها توانستند به داوطلبان انسانی و حیوانات آزمایشی در فاصله یک کیلومتری محل رهاسازی برسند؛ عملیات‌های بعدی مانند «دراپ کیک» و «گریدرون» نیز امیدبخش بودند و به اجرای یک حمله شبیه‌سازی‌شده در شهر ساوانا منجر شدند که از آوریل تا نوامبر ۱۹۵۶ مردم آن شهر به‌صورت ناآگاه هدف انتشار پشه‌ها قرار گرفتند؛ در عملیات «می دی» پشه‌ها به‌گونه‌ای رها شدند که گویی از بمب‌ها و کلاهک‌های جنگی منتشر شده‌اند و در آزمایش «ایون پارک» نیز حدود ۲۰۰ هزار پشه با استفاده از دستگاه جدیدی به نام «بگد-ایجنت دیسپنسر» شامل محموله‌ای ۳۲۰ کیلوگرمی متشکل از ۲۰۹۰ کیسه کاغذی حاوی حشرات رها شدند. در سال ۱۹۵۹ مجموعه آزمایش‌های «بل وِذر» برای بهبود درک آمریکا از جنگ حشره‌ای اجرا شد؛ در بل‌وِذر یک تأثیر عوامل محیطی بر توانایی پشه‌ها در یافتن میزبان بررسی شد، در بل‌وِذر دو بسامد گزش‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که یک رهاسازی می‌تواند ناحیه‌ای تقریباً یک هکتاری را آلوده کند، و مشاهدات دقیق نشان داد انسان‌هایی که به‌صورت نامنظم حرکت می‌کنند و نزدیک ساختمان‌ها قرار دارند بیشتر مورد

گزش قرار می‌گیرند که برای حمله به محیط‌های شهری مطلوب است؛ جزئیات بل‌وذِر سه همچنان محرمانه است اما بل‌وذِر چهار شامل آزمایش گونه‌هایی از پشه‌ها بود که برای جست‌وجوی میزبان و گزش تهاجمی بیشتر پرورش یافته بودند و پژوهشگران همچنین سلاله‌هایی مقاوم به حشره‌کش تولید کردند چرا که این گونه‌ها «به‌عنوان وسیله‌ای بالقوه مؤثرتر برای استفاده تهاجمی از عوامل جنگ زیستیِ منتقله توسط حشرات» در نظر گرفته می‌شدند. در سال ۱۹۶۰ یگان شیمیایی ارتش آمریکا گزارشی با عنوان «تحلیل اهداف جنگ حشره‌ای» منتشر کرد تا نقاط آسیب‌پذیر برای حمله را شناسایی کند؛ شهرهای بسیار زیادی در چین و اتحاد شوروی معیارهای موردنظر را داشتند و تحلیلگران نتیجه گرفتند که چنین کشورهایی «نمی‌توانند به‌سرعت یک برنامه ایمن‌سازی گسترده برای حفاظت میلیون‌ها نفر اجرا کنند»؛ در همان سال طرحی برای ساخت تأسیساتی در پاینبلاف، آرکانزاس با ظرفیت تولید ماهانه ۱۳۰ میلیون پشه آلوده تهیه شد. اگرچه کمپ دیتریک مرکز اصلی برنامه بود، آزمایشگاه عمومی پزشکی شماره ۴۰۶ ارتش آمریکا در ژاپن نیز در اواخر دهه ۱۹۴۰ گسترش یافت و در کنار نقش اولیه خدمات بهداشتی خود، پژوهش‌های تهاجمی در زمینه بیماری‌های منتقله از حشرات را دنبال کرد، به‌نحوی که منابع کمونیستی گزارش دادند آمریکایی‌ها بر روی کشت انبوه حشرات آلوده به طیف وسیعی از پاتوژن‌ها کار می‌کنند و بخش حشره‌شناسی واحد ۴۰۶ به‌ویژه به پتانسیل استفاده از مگس‌های زننده به‌عنوان ناقلین علاقه‌مند بود. در همین دوران آزمایشگاه تحقیقات دفاعی کانادا سامانه‌ای ساده برای جنگ حشره‌ای طراحی کرد که از ترکیب بمب‌های یَگی ژاپن و پروژه کَپرسیوس [1] سازمان خدمات استراتژیک آمریکا الهام گرفته شده بود؛ دانشمندان کانادایی بمبی ۵۰۰ پوندی توسعه دادند که می‌توانست محموله‌ای شامل ماهیان آلوده به پاتوژن همراه با ۲۰۰ هزار مگس را منتقل کند اما دشواری انبارسازی چنین حجم زیادی از حشرات مسئله‌ساز شد و در نتیجه آنها متوجه شدند که تنها پخش طعمه‌های آلوده و جاذب که مگس‌های خانگی بومی را جذب کنند، به‌طور مؤثری از ظرفیت طبیعی این گونه‌ها بهره‌برداری می‌کند.

عوامل مؤثر در تغییر روند بیماری‌های منتقله توسط حشرات در حوادث غیرمترقبه

علاوه بر اثرات اجتناب‌ناپذیر تغییرات محیطی بر جمعیت حشرات بیماری‌زا در حوادث غیرمترقبه، برخی رخدادها نیز به‌طور غیرمستقیم بر جمعیت این حشرات اثر می‌گذارند و روند بیماری‌های منتقله را دستخوش تغییر می‌کنند. از جمله این عوامل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

[1] Capricious

توقف فعالیت‌های جاری پایش و کنترل ناقلین

با توقف فعالیت شبکه‌های بهداشتی و ایجاد اختلال در برنامه‌های کنترل ناقلین و جوندگان، مانند سم‌پاشی و طعمه‌گذاری‌های دوره‌ای، امکان تکثیر و رشد سریع این موجودات فراهم می‌شود. بنابراین، در کانون‌های آندمیک بیماری‌های ناقل مانند مالاریا و لیشمانیوز، امکان شیوع بیماری افزایش می‌یابد. هر دو بیماری، به‌ویژه لیشمانیوز جلدی، در ایران انتشار گسترده دارند و جز بیماری‌هایی هستند که پس از وقوع حوادث غیرمترقبه، به‌ویژه در کانون‌های آندمیک و نواحی نزدیک به آنها، باید مورد توجه قرار گیرند.

افزایش میزان تماس و مواجهه انسان با حشرات

اسکان افراد در چادرها و اردوگاه‌های موقت نامناسب می‌تواند باعث افزایش تماس انسان با حشرات خونخوار و افزایش احتمال گزش شود. در این اردوگاه‌ها معمولاً موانع فیزیکی مانند توری‌های درب و پنجره که مانع دسترسی پشه‌ها به انسان می‌شوند، تعبیه نمی‌شود. بنابراین، افراد در زمان خواب به راحتی در معرض حشرات خونخوار قرار می‌گیرند.

تجمع و ازدحام افراد آسیب‌دیده در اردوگاه‌های نامناسب و پرتراکم، همراه با عدم دسترسی به حداقل امکانات بهداشت فردی، باعث گسترش انتقال و آلودگی به انواع اکتوپارازیت‌ها مانند شپش، ککک، ساس، مایت‌های عامل گال و کنه‌ها می‌شود و بیماری‌های منتقله توسط آنها افزایش می‌یابد. آلودگی به شپش در فصول سرد شایع‌تر است و شیوع ککک و کنه به‌ویژه در مناطق روستایی و مناطقی که دامداری و مرغداری وجود دارد، بیشتر مشاهده می‌شود.

گسترش انتشار ناقلین

تغییرات اقلیمی و آب و هوایی تدریجی، به ویژه تغییرات الگوهای بارندگی، می‌تواند بر دامنه انتشار حشرات تأثیرگذار باشد. حشراتی که محل تخم‌گذاری و زیست و نشو و نمای مراحل لاروی و نابالغ آن‌ها در محیط‌های آبی قرار دارد، مانند گونه‌های مختلف پشه‌های کولیسیده، از این دگرگونی‌ها بیشتر تأثیر می‌پذیرند. ظهور الگوهای شدید بارندگی پس از دوره‌های متناوب خشکسالی می‌تواند باعث گسترش انتشار پشه‌های آئدس شود. تغییر دامنه انتشار این ناقلین می‌تواند باعث بازپدیدی و نوپدیدی بیماری‌هایی مانند تب دنگی و برخی تب‌های آربویروسی گردد. گسترش آئدس آلبوپیکتوس، که ناقل مهم چیکونگونیا و ناقل ثانویه تب دنگی است، انتقال این ویروس‌ها را در مناطق شهری و گرمسیری افزایش داده است. همچنین افزایش دامنه انتشار گونه‌های آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس، که هر دو ظرفیت ناقلی بالایی برای انتقال آربوویروس‌ها

دارند، بسیاری از مناطق عاری از بیماری یا با آلودگی خفیف را تحت تأثیر قرار داده است. تغییر مسیرهای رودخانه‌ها و احداث سدها نیز از جمله عواملی است که می‌تواند بر وفور پشه‌های ناقل و اپیدمی بیماری‌های منتقله تأثیرگذار باشد.

ورود پناهجویان و مسافران آلوده از کشورهای منطقه

ایران در طول سال‌های جنگ داخلی کشورهای همسایه، پذیرای تعداد زیادی مهاجر بوده است. در برخی مناطق که مهاجرت افراد در شرایط ویژه (پناهندگان) انجام گرفته، امکان کنترل و قرنطینه کاهش یافته و یا به‌طور کلی انجام نشده است. مهاجرین در نواحی مختلف ایران وارد و ساکن شده‌اند. رفت و آمدهای مکرر به کشورهای منطقه در قالب سفرهای سیاحتی، زیارتی، تفریحی و تجاری، در صورت وجود آلودگی به پاتوژن‌های ناقل زاد در این افراد و حضور آن‌ها در مناطقی با شرایط ویژه انتقال بیماری، امکان انتقال محلی بیماری را فراهم می‌کند. به طور جدی توصیه می‌شود کارمندان گمرک، رانندگان ناوگان هوایی و زمینی و کسانی که احتمال ورود به مناطق آندمیک بیماری‌ها را دارند، در صورت وجود واکسن، واکسیناسیون علیه بیماری‌های منتقله موجود در منطقه را انجام دهند و در هنگام ورود به کشور، افراد مشکوک که به مناطق و کانون‌های آندمیک سفر کرده‌اند، تحت تست‌های تشخیصی قرار گیرند.

ورود ناقلین خطرناک از طریق بنادر، فرودگاه‌ها و کشتی‌ها

یکی از مهم‌ترین روش‌های انتشار ناقلین بیماری‌های آربوویروسی، به ویژه آئدس اجیپتی، در کشورهای آلوده، انتقال مرحله تخم یا بالغ پشه با استفاده از لاستیک‌های مستعمل ماشین و گیاه بامبو است. با توجه به سرعت گسترش این پشه در کشورهایی که قبلاً حضور آن گزارش نشده بود، این موضوع به یک نگرانی اصلی بهداشت عمومی در جهان تبدیل شده است. مهم‌ترین راه ورود آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس به کشور، که ناقل بسیاری از بیماری‌های آربوویروسی هستند، از طریق انتقال کالا از کشورهای آلوده می‌باشد. بنابراین وجود سیستم پایش قوی در بنادر، مناطق مرزی و فرودگاه‌ها برای جلوگیری از ورود ناقل و عامل بیماری‌زا ضروری است. ورود دام‌های آلوده به کشور نیز یکی از مهم‌ترین راه‌های ورود بیماری‌های کنه‌زاد مانند تب کریمه کنگو، تب کیو، لایم و برخی بیماری‌های دیگر است. ایجاد سیستم قرنطینه، نمونه‌گیری و تست‌های سرولوژی قبل از ورود هرگونه دام، به‌ویژه از کشورهای با آلودگی بالا، باید انجام شود. همچنین احتمال انتقال کنه‌های ناقل و آلوده از طریق پرندگان مهاجر نیز وجود دارد.

ایجاد اختلال در فعالیت‌های جاری شبکه‌های بهداشتی

گسیختگی و از بین رفتن برنامه‌های عادی کنترل ناقلین، می‌تواند از دلایل اصلی افزایش حشرات و بیماری‌های منتقله و بروز اپیدمی باشد. این اپیدمی‌ها معمولاً محدود به بیماری‌هایی هستند که قبلاً در منطقه وجود داشته یا به‌طور خاموش حضور داشته‌اند و بیماری جدیدی معمولاً ظهور پیدا نمی‌کند. در زمان بروز حوادث غیرمترقبه، فعالیت‌های روزمره سیستم‌های بهداشتی شهری مختل می‌شود. آسیب به سیستم جمع‌آوری فاضلاب در سیل و زلزله می‌تواند باعث تجمع فاضلاب در محیط شود و شرایط را برای رشد و تکثیر پشه‌های کولکس، سوسری‌ها، پشه خاکی‌ها و جوندگان مساعد سازد. همچنین از هم گسیختگی شبکه جمع‌آوری پسماند، زمینه تکثیر مگس، سوسری، پشه خاکی، جوندگان و حتی عقرب‌ها را فراهم می‌کند. رها شدن اجساد یا لاشه حیوانات نیز محیط مناسبی برای رشد و تکثیر مگس‌ها ایجاد می‌کند. با گسترش جمعیت مگس‌ها، بیماری‌های اسهالی و میاز افزایش می‌یابد.

انواع بیماری های ناشی از ناقلین

مالاریای انسانی

مالاریا همچنان مهم‌ترین بیماری انگلی جهان است، اما در حال حاضر ایران در مرحله حذف مالاریا قرار دارد. در کشور سه گونه پلاسمودیوم به نام‌های ویواکس، فالسیپاروم و مالاریه وجود دارد. پلاسمودیوم ویواکس شایع‌ترین، و پلاسمودیوم فالسیپاروم شدیدترین و خطرناک‌ترین نوع این انگل است .

در ایران، هفت گونه پشه آنوفل به‌عنوان ناقل انگل‌های پلاسمودیوم شناخته شده‌اند. بیش از ۳۵ درصد موارد مالاریا در سه استان جنوب شرقی کشور (سیستان و بلوچستان، کرمان و هرمزگان) گزارش می‌شود. علاوه بر این، برخی کانون‌های پراکنده و موقت در منطقه دشت مغان اردبیل، استان فارس و سایر نقاط کشور مشاهده شده است. همه‌گیری مالاریا در اثر وقوع سیل، پدیده‌ای شناخته‌شده در مناطق اندمیک جهان است. با توجه به بارش‌ها و سیلاب‌های اخیر و افزایش لانه‌های لاروی پشه‌های ناقل، احتمال بروز موارد جدید مالاریا در کشور افزایش یافته است. لازم به ذکر است که این بیماری در کشورهای منطقه به‌ویژه پاکستان، افغانستان، عربستان و یمن نیز اندمیک است . با وجود اینکه ایران در مرحله حذف مالاریا قرار دارد و طی سال‌های اخیر میزان بروز سالانه آن حدود ۵۰۰ مورد گزارش شده است، این امر به معنای فراموش کردن بیماری نیست؛ چرا که مالاریا دارای اپیدمیولوژی بسیار پیچیده‌ای بوده و کنترل آن دشوار است. بنابراین با تغییرات اقلیمی، تغییر عوامل متعدد دیگر و وقوع حوادث غیرمترقبه، احتمال بازپدیدی و گسترش بیماری وجود دارد.

لیشمانیوز

لیشمانیوز (پوستی و احشایی) یکی از مهم‌ترین مشکلات بهداشتی در بسیاری از مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است. لیشمانیوز جلدی شایع‌ترین بیماری پوستی جهان به‌شمار می‌رود که در اثر انگل‌های تک‌یاخته لیشمانیا ایجاد می‌شود و از طریق گزش گونه‌هایی از پشه خاکی‌ها منتقل می‌گردد. مخزن در لیشمانیوز احشایی سگ و سگ‌سانان وحشی است. در لیشمانیوز جلدی روستایی (سالک روستایی) مخزن بیماری جوندگان وحشی (جنس رومبومیس، مریونس و تاترا) هستند و در سالک شهری، مخزن بیماری انسان است. لیشمانیوز در حال حاضر مهم‌ترین بیماری منتقله بوسیله حشرات در ایران است و در اغلب استان‌ها به صورت بومی وجود دارد. مهم‌ترین کانون‌های اندمیک لیشمانیوز احشایی ـ که خطرناک‌ترین نوع بیماری محسوب می‌شود ـ در استان‌های فارس و اردبیل قرار دارند. بیش از ۵۰ درصد موارد لیشمانیوز در ایران مربوط به نوع جلدی روستایی است که در ۱۰ استان کشور دیده می‌شود. برخی از استان‌هایی که در اوایل سال ۱۳۹۲ دچار بحران سیل شدند (مانند گلستان، خوزستان، خراسان شمالی، شیراز، مشهد، سیستان و بلوچستان و ایلام بیشترین میزان آلودگی را داشته‌اند. همچنین مطالعات در استان لرستان نشان‌دهنده اپیدمی سالک در بسیاری از شهرها و روستاهای این استان، به‌ویژه شهرستان سیلزده پلدختر است . تخریب زیستگاه‌های طبیعی ناقل و مخزن بیماری توسط انسان برای گسترش شهرها و راه‌ها، گرمایش جهانی و بلایای طبیعی (مانند سیل) از عوامل مهم پویایی اپیدمیولوژیک لیشمانیوز محسوب می‌شوند. در حال حاضر ایران به‌همراه افغانستان، سوریه، عربستان سعودی و الجزایر جزو مهم‌ترین کشورهایی است که تحت تأثیر این بیماری قرار دارند.

تب نیل غربی

تب نیل غربی، که عمدتاً بین پرندگان انتشار دارد، در اثر گزش پشه آلوده کولیسیده (عمدتاً از جنس کولکس) به انسان منتقل می‌شود. این بیماری یکی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین آربوویروس‌های منتقله بوسیله پشه‌ها در ایران است که در ۱۸ استان کشور به روش الایزا شناسایی شده است. در حال حاضر این ویروس در انسان نیز با روش‌های الایزا و مولکولی در استان‌های گلستان، گیلان, کرمانشاه، اصفهان، خوزستان، قم، خراسان رضوی و تهران گزارش شده است. ویروس تب نیل غربی از پشه‌های کولکس پیپینس و آئدس کاسپیوس در شمال و غرب ایران و نیز از کولکس پیپینس در جنوب ایران جدا شده است. سیلاب‌های سال ۱۳۹۲ باعث افزایش آب تالاب‌ها و احیای تالاب‌های خشک‌شده در مناطق مرکزی و جنوبی ایران شد. این امر از یک‌سو موجب مهاجرت پرندگان به تالاب‌ها و از سوی دیگر باعث افزایش محل‌های تخم‌ریزی پشه‌ها گردید و در نتیجه

می‌تواند به گسترش ناقلین تب نیل غربی منجر شود. بنابراین مشاهده موارد بیماری در این استان‌ها دور از انتظار نیست. این ویروس در کشورهای منطقه از جمله پاکستان، عربستان سعودی و یمن نیز گزارش شده است.

تب دنگی

تب دنگی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های آربوویروسی بازپدید است. ناقل اصلی این بیماری پشه‌های جنس آئدس هستند. تب دنگی همچنان یک نگرانی جدی بهداشت عمومی محسوب می‌شود و دست‌کم دو کشور در منطقه مدیترانه شرقی- که ایران نیز جزئی از آن است - پتانسیل لازم برای انتشار بیماری را دارند. آئدس آلبوپیکتوس به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ناقلین ویروس دنگی در استان سیستان و بلوچستان شناسایی شده است، اما ناقل اصلی این ویروس، یعنی آئدس اجیپتی، تاکنون از ایران گزارش نشده است . آزمایش‌های سرولوژیک نیز موارد مثبتی از تب دنگی را در میان افراد بومی استان سیستان و بلوچستان نشان داده‌اند. با توجه به اینکه ایران در شرایط احتیاط برای این بیماری قرار دارد و از سوی دیگر پس از سیل سال ۱۳۹۴ در پاکستان موارد تب دنگی افزایش یافته است، لزوم هوشیاری در برابر خطر بروز بیماری در کشور احساس می‌شود.

تب خونریزی‌دهنده کریمه-کنگو

تب خونریزی‌دهنده کریمه-کنگو یک بیماری ویروسی کشنده برای انسان است که از طریق گزش کنه‌های سخت جنس هیالوما به‌ویژه گونه هیالوما مارژیناتوم یا تماس با خون و بافت دام‌های آلوده به انسان منتقل می‌شود. ویروس عامل بیماری در طبیعت از طریق چرخه انتقال افقی و عمودی بین مراحل مختلف زندگی کنه‌های هیالوما و مهره‌داران حفظ می‌گردد این بیماری تاکنون در ۱۸ استان کشور مشاهده شده و حدود ۰/۴۸ درصد جمعیت این مناطق در معرض خطر قرار دارند. بیشترین موارد انسانی از استان‌های سیستان و بلوچستان، اصفهان، فارس، تهران، خراسان، گلستان و خوزستان گزارش شده است. در سال‌های اخیر موارد ابتلا در افغانستان ، پاکستان و ترکیه روند افزایشی داشته و همچنین از کشورهای همسایه نظیر عربستان سعودی ، عراق و ترکمنستان گزارش شده است. به‌دلیل وجود ناقل و مخزن بیماری در بیشتر استان‌های ایران و نیز تردد انسانی و واردات دام از کشورهای افغانستان، پاکستان و ترکیه، خطر شیوع و اپیدمی شدن بیماری نه تنها در شرایط بحران بلکه حتی در وضعیت کنونی و به‌ویژه در فصول گرم وجود دارد.

تب چیکونگونیا

چیکونگونیا یک آربوویروس از جنس آلفاویروس و خانواده توگاویریده است که به‌وسیله پشه‌های جنس آئدس، به‌ویژه آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس ، به انسان منتقل می‌شود. علائم بیماری شامل تب، درد شدید عضلانی، سردرد، تهوع و راش پوستی است و تاکنون درمان اختصاصی ندارد. پشه آئدس آلبوپیکتوس به‌عنوان ناقل این بیماری، به‌طور محدود در سال ۱۳۹۱ در استان سیستان و بلوچستان صید شد. در همان سال، بزرگ‌ترین اپیدمی چیکونگونیا در خاورمیانه از کشور پاکستان با حدود ۹۵،۰۰۰ مورد ابتلا گزارش گردید. اگرچه تاکنون انتقال محلی این بیماری در ایران به اثبات نرسیده، موارد انسانی مثبت وارداتی از پاکستان در استان سیستان و بلوچستان شناسایی شده که زنگ خطری برای بروز احتمالی آن در آینده به‌شمار می‌رود. با توجه به تغییرات اقلیمی و ارتباطات زمینی گسترده با پاکستان، احتمال ورود و گسترش پشه ناقل در منطقه سیستان و بلوچستان وجود دارد. بنابراین، نه تنها در شرایط بحران بلکه در وضعیت کنونی نیز پایش و مراقبت‌های حشره‌شناسی باید فعال باقی بماند.

تب دره ریفت

تب دره ریفت یک بیماری آربوویروسی از جنس فلبوویروس و خانواده بونیاویریده و مشترک بین انسان و دام (زئونوز) است. بیماری عمدتاً در دام و حیوانات اهلی مشاهده می‌شود. علائم انسانی معمولاً خفیف است، اما در برخی موارد به‌صورت حاد با بروز تب خونریزی‌دهنده، التهاب مغز و پرده‌های آن (منگوانسفالیت) و حتی مرگ‌ومیر همراه است. اپیدمی بیماری در حیوانات از طریق واکسیناسیون قابل پیشگیری است. ناقلان اصلی ویروس دره ریفت، پشه‌های جنس کولکس به‌ویژه گونه‌های کیولِکس یونی‌ویتاتوس ، کیولِکس کوین‌کوئه‌فَسکیاتوس ، کیولِکس تارسالیس، کیولِکس آنتناتوس و کیولِکس پیپینس برخی گونه‌های آئدس هستند. اپیدمی‌های تب دره ریفت بیشتر در کشورهای آفریقایی رخ می‌دهد. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، آخرین اپیدمی انسانی در سال ۲۰۱۶ در کشور نیجر با ۱۵۰ مورد ابتلا و ۲۸ مرگ ثبت شد. این بیماری طی سال‌های گذشته در منطقه خاورمیانه نیز از عربستان، یمن، عراق و ترکیه گزارش شده است. در سال ۲۰۰۰، نخستین اپیدمی آن در عربستان و یمن با حدود ۱۲۰۰ مورد ابتلا و بیش از ۸۵۰ مرگ گزارش گردید. در ایران نیز در سال ۲۰۰۱ برای نخستین بار شواهد سرولوژیک از آلودگی دام‌های اهلی استان کردستان به این ویروس گزارش شد. به‌دلیل پراکندگی گسترده پشه‌های ناقل در اکثر استان‌های کشور، ورود ویروس می‌تواند

موجب آلودگی ناقلین و انتقال محلی بیماری گردد. ازاین‌رو، پایش دوره‌ای دام‌ها و حشرات ناقل ضرورت دارد.

تب زرد

تب زرد یک بیماری آربوویروسی از جنس فلاویروس است که توسط پشه های جنس آئدس و بویژه گونه آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس در مناطق گرمسیری به انسان منتقل می شود. انتشار این بیماری محدود به آفریقا و مناطق گرمسیری آمریکای جنوب و مرکزی است. تب زرد یک بیماری مشترک بین انسان و حیوان است و یکی از معدود موارد بیماریهای منتقله بوسیله حشرات است که واکسن موثر برای آن ساخته شده است. به همین دلیل، واکسیناسیون جهت مقابله با بیماری در کشورهای درگیر انجام میشود. افرادی هم که به مناطق پرخطر در کشورهای آفریقایی و یا آمریکای جنوب مسافرت میکنند، توصیه میشود که این واکسن را دریافت کنند. این بیماری تاکنون از ایران گزارش نشده است ولی با توجه به گزارشاتی که از انتشار ناقل تب زرد در کشورهای همسایه ایران مانند پاکستان، ترکمنستان، ترکیه، یمن، عربستان سعودی، لبنان و سوریه شده است ، احتمال ورود، انتشار و حتی پایداری پشه های ناقل در شهر های مرزی و محل فرودگاه های بین المللی وجود دارد. با توجه به اینکه ناقلین تب زرد با تب دنگی مشترک می باشد، پایش های حشره شناسی برای تب دنگی می تواند این بیماری را هم تحت پوشش قرار دهد.

تب زیکا

ویروس زیکا آربوویروسی از جنس فلاویروس است و قرابت زیادی با ویروس تب زرد و ویروس اسپاندونی دارد. ویروس زیکا سبب ایجاد اولین بیماری عفونی مرتبط با نقص تولد انسان (میکروسفالی) شد. این آربوویروس توسط پشه گونه آئدس اجیپتی و به میزان کمتر آئدس آلبوپیکتوس به انسان منتقل می شود. موارد عفونت های انسانی این بیماری در آسیا و خاورمیانه از کشورهای تایلند، مالزی، کامبوج، فیلیپین، اندونزی، پاکستان و هند گزارش شده است. آخرین اپیدمی بیماری در سال ۱۸۵۰ در برزیل اتفاق افتاد و در حدود ۴۵۵ هزار مورد ابتلا به ویروس زیکا در این کشور و نیز کلمبیا رخ داد. ناقلین زیکا همان گونه های پشه آئدس ناقل تب دنگی می باشد، با توجه به احتمال انتشار محدود آئدس آلبوپیکتوس در ایران و گسترش انتشار آن بدلیل تغییرات اقلیمی و بارندگی، احتمال مشاهده بیماری در ایران منتفی نیست. اقدامات پایشی دو گونه آئدس شامل آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس که تمایل زیادی برای خونخواری از انسان (آنتروپوفیلیک) دارند، در مناطق جنوبی توصیه می شود .اگرچه پایش دو گونه آئدس ناقل می تواند هر سه بیماری آربوویروسی تب

دنگی، تب زرد و تب زیکا و حتی تب چیکونگونیا را تحت پوشش قرار دهد، ولی ممکن است انتقال این ویروسها بصورت محدود توسط سایر گونه های آئدس نیز صورت پذیرد. در ایران دو گونه پشه آئدس شامل آئدس ویتاتوس و آئدس وگسانس و همچنین ۲ گونه از جنس اوکلراتاتوس انتشار دارند که می توانند بعنوان ناقلین محلی ویروس زیکا و برخی آربویروس دیگر بویژه در مناطق نیمه گرمسیری ایران (ناحیه اورینتال) در نیمه جنوبی کشور و سواحل خلیج فارس مطرح باشند.

تب پاپاتاسی

تب پاپاتاسی که به آن تب سه روزه یا تب پشه خاکی نیز گفته می شود، یک بیماری آربوویروسی از جنس افمروویروس (خانواده رابدوویریده) است. عامل این بیماری توسط گزش پشه خاکی آلوده جنس فلبوتوموس به انسان منتقل می شود. سه سروتایپ سیسیل، ناپل و توسکان از بیشتر مناطق آلوده گزارش شده است و به عنوان شایع ترین سروتایپ های ویروس شناخته شده اند. در طول جنگ جهانی دوم در بین سربازان ایتالیایی سروتایپ سیسیل شیوع پیدا کرد و در جنگ تحمیلی ایران در مناطق مرزی استان های کرمانشاه و ایلامهر دو سروتایپ سیسل و ناپل سبب اپیدمی بیماری شدند. این بیماری تاکنون از کشورهای ایران، پاکستان، ترکیه، ترکمنستان، هند، تونس، الجزایر، ایتالیا و کشورهای منطقه خلیج فارس گزارش شده است.

بیماری لایم

لایم یک بیماری زئونوز است که به وسیله گونه های بورلیا، بویژه بورلیا بورگدورفری ایجاد می شود و با گزش کنه های سخت ایکسودیده به انسان انتقال میابد. این بیماری در طبیعت دارای مخازن مختلفی از جمله سگ، گربه اسب، گاو، گوسفند، آهو، جوندگان و پرندگان است. موارد بیماری در بیش از ۲۵ کشور دنیا مشاهده شده است. بیماری در ایران به روش سرولوژی از سگهای استان گلستان و به تعداد محدودی از استان های تهران، مازندران ، اصفهان و اهواز گزارش گردیده است. بر اساس مطالعات گذشته شیوع سرمی بیماری لایم با میانگین دمای سالانه و رطوبت نسبی ارتباط مستقیم و معنی داری دارد .اگرچه انتقال بیماری لایم و وجود کنه آلوده بطور رسمی در ایران گزارش نشده است و اغلب موارد بیماری انسانی با سابقه مسافرت به مناطق آلوده جهان و وارداتی بوده است، ولی با توجه به وجود ناقل بیماری لایم، کنه ایکسودس رسینوس و انتشار آن در مناطق شمالی کشور، امکان و احتمال استقرار بیماری لایم در ایران وجود دارد. پرندگان مهاجر حامل کنه های ناقل بیماری لایم، می توانند باعث ورود، انتشار و گسترش این بیماریها در کشور شود. پرندگان نقش اصلی در انتشار جغرافیایی بیماری لایم از طریق پراکنش و انتقال کنه‌های آلوده به بورلیا بورگدورفری را

ایفا میکنند. تغییرات اقلیمی در سالهای اخیر و وقوع سیل در برخی استانهای ایران از جمله استان گلستان و مازندران می تواند زمینه را برای نوپدیدی این بیماری مساعد نماید.

تب کیو

تب کیو[1]یک بیماری مشترک بین انسان و دام است که عامل آن باکتری کوکسی‌الا بُرنتی‌آی بوده و طیف وسیعی از علائم بالینی دارد. این بیماری اصولاً در جوندگان و پستانداران کوچک مشاهده می‌شود. حیوانات اهلی به عنوان مخزن بیماری شناخته شده‌اند و دام‌های آلوده معمولاً فاقد علائم هستند. انتقال بیماری علاوه بر کنه‌های جنس هیالوما، درمَسِنتور و اورنیتودوروس، از طریق فرآورده‌های دامی و ترشحات دامی آلوده موجود در هوا نیز امکان‌پذیر است. در آمریکا، موارد بیماری طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰ روند افزایشی داشته است و در سال ۱۳۹۰، اپیدمی بیماری در ایالت باسک اسپانیا مشاهده شد. موارد بیماری از کشورهای منطقه مانند عراق، ترکیه، لیبی، افغانستان و پاکستان نیز گزارش شده است. مطالعات انجام شده در ایران مواردی از بیماری در دام و انسان را در استان‌های آذربایجان، لرستان، مازندران، تهران، کردستان، سیستان و بلوچستان، کرمان، خوزستان و خراسان جنوبی گزارش کرده‌اند. لذا واکسیناسیون دام‌های وارداتی از مناطق مشکوک و افراد در معرض خطر مانند دامپزشکان، دامداران و کارگران صنایع لبنیاتی ضروری است .کوکسی‌الا بُرنتی‌آی نسبت به گرما، خشکی و بسیاری از ضدعفونی‌کننده‌های رایج مقاوم است. با توجه به توانایی بسیار بالای ایجاد بیماری حتی با کمتر از ۱۰ باکتری و قابلیت انتقال از طریق آئروسول‌ها، این بیماری به عنوان یک تهدید بالقوه بیوتروریستی محسوب می‌شود.

طاعون

طاعون با عامل باکتریایی یرسینیا پستس یک بیماری زئونوز است. در گذشته، بیش از نصف جمعیت جهان طی همه‌گیری‌های ناشی از این بیماری از بین رفته‌اند. کک‌ها ناقل اصلی بیماری بین جوندگان و انسان هستند. مهم‌ترین ناقل طاعون در دنیا زِنوپسیلا کیوپیس است و علاوه بر آن، گونه‌های زِنوپسیلا آستیا، زِنوپسیلا باکوستونی و پولِکس ایریتَنس نیز از ناقلین طاعون در ایران محسوب می‌شوند و در بیشتر استان‌ها گزارش شده‌اند.

در ایران، جوندگان مِریونس پِرسیکوس و مِریونس لیبیکوس با وجود مقاومت به طاعون، به عنوان مخزن اصلی باکتری در طبیعت مطرح هستند. گونه‌های دیگر مانند تاتِرا ایندیکا و همچنین سگ، گربه اهلی و شتر نیز در

[1] Q fever

انتقال بیماری نقش دارند. ایران دارای سه کانون اصلی و قدیمی بیماری در استان‌های همدان، کردستان و آذربایجان شرقی است. گستردگی ناقلین و جوندگان به عنوان مخازن بیماری در بیشتر استان‌ها و گزارش آلودگی سگ‌ها و جوندگان در غرب ایران و کشورهای همسایه طی سال‌های اخیر، ضرورت توجه و نظارت بیشتر را متذکر می‌شود. بلایای طبیعی مانند سیل باعث مهاجرت جوندگان به مناطق دیگر می‌شوند و ایجاد کانون‌های جدید بیماری در مناطق عاری از بیماری را به همراه دارند. طاعون از گذشته به عنوان عامل بیوتروریسم مورد استفاده قرار گرفته و امروزه نیز استفاده از آن به عنوان جنگ افزار بیولوژیکی امری محتمل و تهدیدی جدی است. بنابراین سیستم نظامی و بهداشتی باید آمادگی لازم برای مواجهه با آن را داشته باشد.

تیفوس

تیفوس اپیدمیک یک بیماری حاد تب‌دار است که عامل آن ریکِتزیا پرووازِکی‌ای بوده و توسط شپش بدن منتقل می‌شود. انتقال بیماری از طریق مدفوع شپش یا در اثر له کردن شپش آلوده به انسان صورت می‌گیرد. شپش بدن علاوه بر این بیماری، می‌تواند بیماری‌های تب خندق، تب راجعه اپیدمیک یا شپشی را نیز منتقل کند. تیفوس در گذشته باعث تلفات انسانی زیاد، به‌ویژه در جنگ‌ها شده و در زمان جنگ‌های جهانی در ایران نیز شیوع بالایی داشته است. در سال‌های اخیر، این بیماری در بسیاری از نقاط دنیا ریشه‌کن شده و کاهش چشمگیری یافته است. با این وجود، شپش و بویژه شپش سر در ایران همچنان از انتشار بالایی برخوردار است. بنابراین اگرچه تیفوس اپیدمیک در شرایط کنونی مشکل بهداشتی محسوب نمی‌شود و بعید است در حوادث غیرمترقبه شیوع یابد، اما احتمال وقوع اپیدمی‌های تب‌های راجعه نوع شپشی در شرایط بحرانی منتفی نیست. آلودگی به شپش (پدیکولوزیس) حتی اگر شپش عاری از عوامل بیماریزا باشد، از لحاظ بهداشتی اهمیت دارد، زیرا باعث خونخواری، خارش و مشکلات روانی به‌ویژه در کودکان می‌شود. پدیکولوزیس در حال حاضر یکی از مشکلات بهداشتی اجتماعات، به‌ویژه مدارس و مهدکودک‌ها است و در شرایط بحران و فصول سرد نیز می‌تواند در اردوگاه‌های اسکان موقت شیوع پیدا کند.

تب راجعه کنه‌ای

تب راجعه کنه‌ای، نوعی بیماری تب‌دار و عودکننده است که توسط کنه‌های نرم جنس اورنیتودوروس به انسان منتقل می‌شود. کنه‌های این جنس ناقل انواع گونه‌های بورلیا هستند که موجب تب راجعه کنه‌ای یا آندمیک می‌شوند. عامل بیماری در ایران بورلیا پِرسیکا و ناقل اصلی آن کنه نرم اورنیتودوروس تولوزانی است. علاوه بر کنه‌های آرگازیده ناقل، جوندگانی مانند سنجاب، خرگوش و موش‌های صحرایی مخزن اصلی بیماری

محسوب می‌شوند. این بیماری دارای انتشار جهانی است و از کشورهای همسایه مانند پاکستان، افغانستان، عربستان سعودی، عراق، سوریه، ترکیه، تاجیکستان، ترکمنستان، مصر و چند کشور دیگر گزارش شده است. در ایران نیز این بیماری از استان‌های آذربایجان شرقی، خراسان رضوی، سمنان، تهران، همدان، فارس و سایر مناطق گزارش شده است. امروزه این بیماری در ایران در مرحله حذف قرار دارد، اما به دلیل زئونوتیک بودن و احتمال وقوع اپیدمی‌های تب‌های راجعه نوع شپشی در اثر بروز بحران‌های مختلف، لازم است نظام بهداشتی نسبت به اجرای دقیق برنامه‌های مراقبتی و پایشی، به‌ویژه در مناطق آندمیک، کوشا باشد.

بیماری‌های اسهالی با منشا عفونی

بیماری‌های اسهالی با منشا عفونی و عوامل بیماری‌زای باکتریایی و انگلی، اغلب از طریق آب و غذای آلوده ایجاد می‌شوند. حشرات ناقل مکانیکی مانند مگس‌ها نیز در انتقال این عوامل و آلوده کردن غذا و محیط نقش مهمی دارند. مگس‌ها شامل مگس خانگی (موسکا دومستیکا) و سایر مگس‌های فعال در محیط زیست انسان (مگس‌های سینانتروپ از خانواده‌های کالیفوریده، سارکوفاگیده و موسیده) در انتقال مکانیکی عوامل بیماری‌زای عفونی و ایجاد مسمومیت‌های غذایی و بیماری‌های اسهالی، ورم ملتحمه، حصبه و وبا از طریق آلوده کردن آب و مواد غذایی نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند.

بیماری گال

گال یا اسکِی‌بیز یک بیماری انگلی پوستی همراه با خارش، به ویژه خارش شبانه است که توسط هیره‌ای به نام سارکوپتِس اسکابی‌ای واریته هومینیس از خانواده سارکوپتیده در انسان ایجاد می‌شود. واریته‌های دیگری از این هیره با مشخصات مرفولوژیک غیرقابل تمایز از واریته انسان وجود دارند که از لحاظ فیزیولوژیک با میزبان‌های مختلف حیوانات اهلی و وحشی مانند سگ، گربه، اسب و غیره سازگار شده و باعث ایجاد گال حیوانی یا جِرب می‌شوند. گال حیوانی به ندرت انسان را آلوده می‌کند. گال انتشار جهانی دارد و در برخی جوامع، به ویژه در کشورهای آفریقایی، شیوع آن بیش از ۴۵٪ گزارش شده است. مهم‌ترین راه انتقال، تماس نزدیک با افراد آلوده و استفاده مشترک از لباس‌ها و تختخواب‌ها است. این بیماری با وقایع مانند جنگ، قحطی، خشکسالی، بلایای طبیعی و ازدحام جمعیت ارتباط دارد و اپیدمی‌ها در مناطق متراکم مانند اردوگاه‌ها، زندان‌ها و آسایشگاه‌ها رخ می‌دهند. عواملی مانند سن، شغل، وضعیت رفاهی و بهداشتی و میزان تحصیلات نیز از شاخصه‌های تأثیرگذار اپیدمیولوژیک این بیماری محسوب می‌شوند. در کشورهای توسعه‌یافته، آلودگی بیشتر در کودکان، افراد مسن و کسانی که دچار ضعف سیستم ایمنی هستند مشاهده می‌شود و اپیدمی‌ها در

مدارس و بین کارکنان مراقبت سلامت و پرستاران گزارش شده است. در ایران، گال بیشتر در استان‌های شمالی مانند مازندران، گیلان و گلستان که از آب و هوای مرطوب برخوردارند، شیوع دارد. انتشار گال در نیروهای نظامی نیز بیشتر از مردم عادی است زیرا سربازان اغلب در آسایشگاه‌ها و فضاهای متراکم زندگی می‌کنند. در زمان جنگ تحمیلی، این بیماری شیوع فراوان داشت و بعد از جنگ نیز در بسیاری از استان‌ها گزارش شد. در حوادث غیرمترقبه، با ازدحام افراد در اردوگاه‌های موقت و فراهم نشدن امکانات استحمام و بهداشت فردی، شیوع گال افزایش می‌یابد. یره‌های دراز و کشیده دمودِکس شامل دو گونه دمودِکس فولیکولوروم و دمودِکس برویس در ناحیه پوست صورت وارد فولیکول‌های مو و غدد چربی می‌شوند و ایجاد ضایعات و خارش جلدی می‌کنند. اگرچه این هیره‌ها ضایعات جلدی ایجاد کرده و از عوامل مستعدکننده بیماری رزاسه محسوب می‌شوند، ولی در پوست نقب نمی‌زنند و باعث ایجاد گال نمی‌شوند.

گزیدگی‌های ناشی از بندپایان سمی

در ایران حدود ۸۰ گونه عقرب انتشار دارند و عقرب‌گزیدگی اغلب از ۱۵ گونه آنها گزارش می‌شود. در این میان، عقرب‌های گادیم، هِمیسکورپیوس لپتوروس و عقرب سیاه آندروکتونوس کراسی‌کودا مسئول بیشترین تلفات ناشی از عقرب‌گزیدگی در کشور هستند. عقرب‌گزیدگی از مشکلات بهداشتی مهم در ایران است و سالانه حدود ۴۸۵۵۰ مورد عقرب‌گزیدگی گزارش می‌شود که بیشترین شیوع در بین کشورهای منطقه خاورمیانه محسوب می‌شود. عقرب‌ها مهم‌ترین گروه بندپایان سمی هستند و در شرایط حوادث غیرمترقبه مانند زلزله و سیل، به دلیل از دست دادن لانه‌ها و پناهگاه‌های خود، ممکن است به سمت محیط‌های انسانی هجوم آورند. شرایط بحران نیز انسان را آسیب‌پذیرتر می‌کند. در سال‌های اخیر، با گرم شدن هوا و افزایش دما در سطح زمین، به ویژه در مناطق جنوبی کشور در فصول گرم، هجوم عقرب‌ها به اماکن انسانی و افزایش عقرب‌گزیدگی بیشتر شده است. مورچه‌های گزنده جنوب کشور، با نام علمی پاچی‌کندلا سِنارنسیس، در فصول گرم بیشتر به داخل اماکن انسانی وارد می‌شوند. برخی گزارش‌ها نیز در جزایر جنوب ایران نشان‌دهنده هجوم سوسک‌های کارابیده در فصل تابستان به داخل اماکن انسانی است. این قاب بال‌ها اگرچه باعث انتقال بیماری نمی‌شوند، ولی بوی بد آنها موجب اعتراض و ناراحتی ساکنین می‌شود.

تهدیدات زیستی ناشی از ناقلین در صنعت نفت

ناقلین زیستی از جمله عوامل مؤثر در انتقال برخی بیماری‌های عفونی هستند که می‌توانند سلامت نیروی انسانی و آمادگی عملیاتی سازمان‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. ناقلینی مانند برخی گونه‌های پشه، کنه و سایر بندپایان، در شرایط مشخص زیست‌محیطی و اپیدمیولوژیک قادرند عوامل بیماری‌زا را میان میزبان‌ها منتقل کنند. اهمیت این مخاطرات در صنعت نفت از ویژگی‌های خاص محیط کار، گستردگی جغرافیایی تأسیسات، فعالیت در مناطق دور از مراکز شهری، استقرار کمپ‌های اقامتی و جابه‌جایی مستمر کارکنان و نیروهای پیمانکاری ناشی می‌شود. این ویژگی‌ها ضرورت توجه به مخاطرات ناقل‌زاد را در برنامه‌های سلامت شغلی، مدیریت ریسک و پدافند زیستی افزایش می‌دهند.

از منظر پدافند زیستی، مدیریت این مخاطرات فراتر از کنترل ناقلین است و شناسایی عوامل خطر، ارزیابی آسیب‌پذیری، مراقبت اپیدمیولوژیک، حفاظت از نیروی انسانی و آمادگی برای پاسخ به رخدادهای زیستی را دربرمی‌گیرد. در این چارچوب، تمایز میان تغییرات طبیعی جمعیت ناقلین، افزایش فصلی موارد بیماری و رخدادهای غیرعادی اهمیت اساسی دارد. مشاهده ناقلین یا افزایش موارد بیماری به‌تنهایی نشانه‌ای از اقدام عمدی نیست؛ ازاین‌رو، هرگونه ارزیابی درباره احتمال مداخله عمدی باید بر شواهد معتبر و بررسی مراجع تخصصی استوار باشد. هدف اصلی پدافند زیستی در این حوزه، ایجاد ظرفیت سازمانی برای شناسایی به‌موقع مخاطرات و کاهش پیامدهای آن‌ها بر سلامت کارکنان و فعالیت‌های صنعتی است.

آسیب‌پذیری‌های محیطی و عملیاتی صنعت نفت در برابر ناقلین

آسیب‌پذیری تأسیسات نفتی در برابر ناقلین به شرایط جغرافیایی، ویژگی‌های محیطی و الگوی فعالیت کارکنان وابسته است. در میدان‌های نفتی، چاه‌ها، واحدهای بهره‌برداری، ایستگاه‌های جمع‌آوری و تأسیسات انتقال، بخشی از فعالیت‌های شغلی در محیط‌های باز و گاه در مناطق دور از مراکز درمانی انجام می‌شود. شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی، وضعیت زهکشی، وجود آب‌های راکد و نحوه مدیریت پسماند می‌توانند بر زیستگاه ناقلین و احتمال مواجهه کارکنان اثر بگذارند.

ویژگی‌های شغلی نیز در تعیین سطح مواجهه اهمیت دارند. مدت حضور در محیط، نوع فعالیت، ساعات کاری و امکان دسترسی به تجهیزات حفاظت فردی مناسب، از جمله عواملی هستند که باید در ارزیابی شرایط هر سایت در نظر گرفته شوند. در تأسیسات عملیاتی، اقدامات پیشگیرانه باید با الزامات ایمنی فرایند و بهره‌برداری

هماهنگ باشند تا اجرای برنامه‌های کنترل ناقلین موجب ایجاد مخاطرات ثانویه یا اختلال در فعالیت ایمن تجهیزات نشود.

کمپ‌های اقامتی، خوابگاه‌ها و مراکز خدماتی به دلیل تمرکز جمعیت و اقامت مستمر کارکنان، از نظر مدیریت مخاطرات ناقل‌زاد اهمیت ویژه‌ای دارند. نقص در سامانه‌های زهکشی، نگهداری نامناسب آب، مدیریت ناکارآمد پسماند و آسیب‌دیدگی موانع فیزیکی می‌توانند شرایط محیطی را برای افزایش حضور ناقلین مساعد کنند. در چنین محیط‌هایی، کیفیت طراحی و نگهداری زیرساخت‌ها و رعایت الزامات بهداشت محیط نقش مهمی در کاهش احتمال مواجهه کارکنان دارد.

ارزیابی این اماکن باید بر شناسایی عوامل محیطی مساعدکننده حضور ناقلین و تعیین نواقص زیرساختی متمرکز باشد. بررسی وضعیت محوطه‌ها، سامانه‌های دفع آب، محل‌های نگهداری پسماند و موانع فیزیکی، امکان تعیین اقدامات اصلاحی متناسب با شرایط هر مرکز را فراهم می‌کند. اثربخشی این اقدامات نیز باید با بازرسی‌های دوره‌ای ارزیابی شود تا از تداوم شرایط بهداشتی مطلوب اطمینان حاصل گردد.

جابه‌جایی مستمرکارکنان پیمانکاری، نیروهای پروژه‌ای وگروه‌های تعمیراتی میان مناطق عملیاتی مختلف، یکی دیگر از ویژگی‌های صنعت نفت است که باید در مدیریت مخاطرات ناقل‌زاد مورد توجه قرار گیرد. تفاوت شرایط اقلیمی و الگوهای انتقال بیماری در مناطق گوناگون می‌تواند نیازهای مراقبتی کارکنان را تغییر دهد و ضرورت ارائه آموزش‌های متناسب با محل مأموریت را افزایش دهد.

مدیریت سلامت نیروهای اعزامی باید بر آگاهی از مخاطرات منطقه، شناخت علائم بیماری‌های مرتبط با ناقلین و دسترسی به خدمات مشاوره و درمان استوار باشد. همچنین، هماهنگی میان کارفرما، پیمانکار و واحدهای مسئول سلامت کارکنان برای ثبت و پیگیری موارد مشکوک، به تشخیص به‌موقع بیماری و جلوگیری از تأخیر در دریافت خدمات درمانی کمک می‌کند. این رویکرد باید متناسب با ماهیت مأموریت و میزان مواجهه شغلی هر گروه از کارکنان اجرا شود.

الزامات پدافند زیستی برای کنترل مخاطرات و تداوم فعالیت‌ها

۱- ارزیابی خطر زیستی متناسب با شرایط هر سایت

ارزیابی خطر زیستی، مبنای تعیین اولویت‌های پیشگیری و کنترل در تأسیسات صنعت نفت است. این ارزیابی باید با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی و اقلیمی، سوابق بیماری‌های منطقه، ناقلین محتمل، الگوی فعالیت کارکنان و امکانات موجود برای کنترل و درمان انجام شود. تفاوت میان میدان‌های نفتی، پالایشگاه‌ها، تأسیسات

انتقال و کمپ‌های اقامتی ایجاب می‌کند که ارزیابی خطر برای هر سایت متناسب با شرایط واقعی آن صورت گیرد. نتایج ارزیابی باید مبنای تعیین اقدامات کنترلی، مسئولیت واحدهای اجرایی، تناوب بازرسی‌ها و نحوه پیگیری نواقص باشد. بازنگری ارزیابی نیز در صورت تغییر شرایط محیطی، تغییر الگوی فعالیت کارکنان یا بروز رخدادهای بهداشتی مرتبط ضرورت پیدا می‌کند. این فرایند به سازمان کمک می‌کند منابع خود را بر مخاطرات دارای اولویت بالاتر متمرکز سازد و از اجرای اقدامات غیرمتناسب با شرایط هر سایت جلوگیری کند.

۲- یکپارچه‌سازی پایش محیطی و مراقبت سلامت کارکنان

پایش محیطی و مراقبت سلامت کارکنان دو مؤلفه مکمل در مدیریت مخاطرات ناقل‌زاد هستند. اطلاعات حاصل از بازرسی‌های بهداشت محیط، وضعیت زیستگاه‌های ناقلین و نواقص مشاهده‌شده باید در کنار داده‌های اپیدمیولوژیک و گزارش‌های بهداشتی تحلیل شوند. بررسی هم‌زمان این اطلاعات می‌تواند به شناسایی تغییرات معنادار، تعیین اولویت اقدامات اصلاحی و ارزیابی اثربخشی مداخلات کمک کند. اعتبار این فرایند به کیفیت ثبت اطلاعات، استمرار پایش و رعایت اصول علمی در تفسیر داده‌ها وابسته است. برای جلوگیری از نتیجه‌گیری نادرست، تغییرات مشاهده‌شده باید با در نظر گرفتن نوسانات طبیعی جمعیت ناقلین، شرایط فصلی و ویژگی‌های اپیدمیولوژیک منطقه تحلیل شوند. دسترسی به اطلاعات سلامت کارکنان نیز باید مطابق ضوابط محرمانگی و در حدود مسئولیت‌های مجاز صورت گیرد.

۳- حفاظت از نیروی انسانی کلیدی

در برخی فعالیت‌های صنعت نفت، استمرار عملیات به حضور کارکنان دارای مهارت‌ها و صلاحیت‌های تخصصی وابسته است. بنابراین، افزایش غیبت ناشی از بیماری می‌تواند ظرفیت عملیاتی واحد را کاهش دهد و نیاز به جایگزینی نیروها را افزایش دهد. مدیریت این آسیب‌پذیری مستلزم هماهنگی میان برنامه‌های سلامت شغلی، مدیریت منابع انسانی و الزامات تداوم کسب‌وکار است. پیش‌بینی نیروی جایگزین واجد صلاحیت، فراهم‌کردن دسترسی مناسب به خدمات پزشکی و تدوین رویه‌های روشن برای ارزیابی آمادگی بازگشت به کار، می‌تواند آثار ناشی از کاهش موقت ظرفیت نیروی انسانی را محدود کند. اجرای این اقدامات باید با رعایت اصول پزشکی شغلی، محرمانگی اطلاعات و الزامات ایمنی فعالیت‌های تخصصی همراه باشد.

۴- هماهنگی با مدیریت بحران

مدیریت مخاطرات زیستی ناشی از ناقلین باید در چارچوب نظام مدیریت بحران و برنامه تداوم کسب‌وکار سازمان تعریف شود. در این چارچوب، نحوه تصمیم‌گیری در شرایط افزایش موارد بیماری، مسئولیت

واحدهای مرتبط، مسیر اطلاع‌رسانی و شرایط استفاده از ظرفیت‌های جایگزین باید از پیش مشخص شده باشد. وجود این ترتیبات، امکان واکنش هماهنگ و کاهش تأخیر در تصمیم‌گیری را فراهم می‌کند.

آمادگی سازمان همچنین باید از طریق تمرین سناریوهای مرتبط ارزیابی شود. بررسی عملکرد واحدها در شرایط فرضی افزایش موارد بیماری یا محدودشدن دسترسی به خدمات درمانی می‌تواند نقاط ضعف هماهنگی و کمبودهای احتمالی در منابع را آشکار سازد. نتایج این تمرین‌ها باید مبنای اصلاح دستورالعمل‌ها و بهبود برنامه‌های پاسخ قرار گیرد تا آمادگی سازمان به‌صورت مستمر ارتقا یابد.

نمونه اقدامات انجام شده در مدیریت مخاطرات ناقل‌زاد

در بهداشت و درمان صنعت نفت اهواز، مدیریت مخاطرات زیستی ناشی از ناقلین بر پایه فعالیت‌های مستمر بهداشت محیط و اقدامات تخصصی واحد مبارزه با حشرات و جانوران موذی دنبال می‌شود. گستردگی مناطق تحت پوشش، شامل محدوده‌های صنعتی، اداری، مسکونی و رفاهی، ضرورت اجرای برنامه‌های منظم پایش محیطی، شناسایی عوامل خطر و کنترل ناقلین را افزایش می‌دهد. این فعالیت‌ها در چارچوب وظایف تخصصی واحدهای مربوط و با هدف بهسازی محیط، کاهش احتمال مواجهه کارکنان و خانواده‌های آنان با ناقلین و ارتقای سطح سلامت محیط‌های کاری و اقامتی انجام می‌شوند. کارشناسان بهداشت محیط به‌صورت مستمر از مناطق صنعتی، اداری، مسکونی و رفاهی تحت پوشش بازرسی‌های بهداشتی انجام می‌دهند. این بازرسی‌ها با هدف ارزیابی وضعیت بهسازی محیط، شناسایی نواقص بهداشتی و بررسی شرایطی صورت می‌گیرند که می‌توانند زمینه حضور و تکثیر ناقلین و جانوران موذی را فراهم کنند. وضعیت دفع پسماند، زهکشی و دفع آب‌های سطحی، نگهداری و ذخیره‌سازی آب، شرایط محوطه‌ها و رعایت الزامات بهداشتی در ساختمان‌ها و فضاهای عمومی، از جمله موضوعاتی هستند که در ارزیابی شرایط محیطی اهمیت دارند.

نقش کارشناسان بهداشت محیط به شناسایی نواقص محدود نمی‌شود، بلکه ارائه مشاوره تخصصی به مدیران، مسئولان تأسیسات و کارکنان برای اصلاح شرایط نامطلوب محیطی را نیز دربرمی‌گیرد. در جریان بازرسی‌ها، آموزش‌های لازم درباره اصول بهسازی محیط، پیشگیری از ایجاد زیستگاه‌های مناسب برای ناقلین و ضرورت پیگیری نواقص بهداشتی ارائه می‌شود. این رویکرد، با تأکید بر پیشگیری و اصلاح عوامل زمینه‌ساز، می‌تواند نیاز به مداخلات کنترلی گسترده‌تر را کاهش دهد و زمینه مشارکت مسئولان هر منطقه را در حفظ شرایط بهداشتی مطلوب فراهم سازد.

در کنار فعالیت‌های نظارتی و پیشگیرانه کارشناسان بهداشت محیط، واحد مبارزه با حشرات و جانوران موذی مسئولیت تخصصی اجرای اقدامات مرتبط با کنترل ناقلین و جانوران موذی را در مناطق تحت پوشش بر عهده دارد. فعالیت این واحد، مکمل اقدامات بهسازی محیط است و برکنترل عوامل زیستی مزاحم و کاهش احتمال مواجهه افراد با ناقلین در محدوده‌های صنعتی، اداری، مسکونی و رفاهی متمرکز است. از منظر پدافند زیستی، ارتباط میان بازرسی‌های بهداشت محیط و اقدامات تخصصی کنترل ناقلین اهمیت ویژه‌ای دارد. بازرسی‌های مستمر می‌توانند شرایط مساعدکننده حضور و تکثیر ناقلین و نواقص نیازمند اصلاح را مشخص کنند؛ در مقابل، یافته‌های حاصل از فعالیت‌های کنترل ناقلین می‌توانند در ارزیابی وضعیت محیط و تعیین اولویت‌های بهسازی مورد استفاده قرار گیرند. هماهنگی میان این دو حوزه، امکان حرکت از اقدامات صرفاً واکنشی به سوی مدیریت پیشگیرانه و مبتنی بر ارزیابی خطر را فراهم می‌کند.

در این چارچوب، مستندسازی یافته‌های بازرسی، ثبت نواقص محیطی، پیگیری اقدامات اصلاحی و ارزیابی نتایج عملیات کنترل ناقلین، زمینه تصمیم‌گیری دقیق‌تر و تخصیص مناسب منابع را فراهم می‌سازد. همچنین، استمرار آموزش مدیران و کارکنان در جریان بازرسی‌ها می‌تواند به افزایش آگاهی نسبت به مسئولیت‌های فردی و سازمانی در پیشگیری از مخاطرات ناقل‌زاد کمک کند. بدین ترتیب، بهسازی محیط، کنترل تخصصی ناقلین و آموزش بهداشتی به‌عنوان اجزای مکمل یک نظام واحد پیشگیری و حفاظت از سلامت در نظر گرفته می‌شوند.

در نهایت مدیریت تهدیدات زیستی ناشی از ناقلین در صنعت نفت مستلزم رویکردی نظام‌مند است که شرایط محیطی تأسیسات، الگوی مواجهه کارکنان و ظرفیت سازمان برای تشخیص و کنترل بیماری را به‌صورت یکپارچه در نظر بگیرد. ارزیابی خطر متناسب با هر سایت، کنترل عوامل محیطی، مراقبت اپیدمیولوژیک و برنامه‌ریزی برای حفظ ظرفیت نیروی انسانی، از مؤلفه‌های اصلی این رویکرد هستند.

مدیریت و کنترل ناقلین در شرایط بحران و حوادث غیرمترقبه

حشرات گزنده و خونخوار، علاوه بر انتقال عوامل بیماری‌زا، حتی در صورت عدم انتقال بیماری، گزش‌های مکرر و متعدد آن‌ها در شب و هنگام خواب بسیار آزاردهنده و غیرقابل تحمل است. کنترل ناقلین یکی از مسائل مهم بهداشتی در حوادث غیرمترقبه محسوب می‌شود.

تمهیدات کنترل ناقلین قبل از وقوع حوادث غیرمترقبه

بخش عمده موفقیت در زمان وقوع حوادث غیرمترقبه، به میزان آمادگی و تمهیدات انجام شده قبل از بحران بستگی دارد. پیش‌بینی نیازهای نیروی انسانی و تجهیزات، برنامه و نقشه عملیاتی دقیق، و تعیین وظایف مشخص افراد، می‌تواند ما را برای مقابله با شرایط بحران آماده کند. در زمینه کنترل ناقلین، بسیاری از فعالیت‌های حشره‌شناسی و مسائل مرتبط مانند مطالعات و پایش‌های حشره‌شناسی، تهیه تجهیزات و مواد، و تربیت نیروهای انسانی باید پیش از وقوع بحران انجام شود.

انجام پایش‌های حشره‌شناسی

پایش‌ها و مطالعات تخصصی حشره‌شناسی پزشکی باید بر جمعیت حشرات ناقل در مناطق پرخطر و در فصول مساعد انجام شود و هرگونه تغییر در ترکیب گونه‌های بومی با حساسیت دنبال شود. برای مثال، پشه‌های آئدس ناقل بیماری‌های آربوویروسی نوپدید و بازپدید در دنیا، مانند تب دنگی، زیکا و چیکونگونیا، در جنوب کشور و سایر مناطق باید با دقت بیشتری رصد شوند. برای این منظور، صید لارو پشه‌های ناقل از زیستگاه‌های آبی به همراه صید بالغ آن‌ها با استفاده از روش‌های تله نوری و توتال کچ می‌تواند مؤثر باشد. تهیه نقشه انتشار ناقلین، مخازن و گونه‌های حائز اهمیت پزشکی از تمامی گروه‌های حشرات و جوندگان، در زمان حادثه بسیار راهگشا خواهد بود و می‌تواند در انتخاب مکان‌های مناسب برای احداث اردوگاه‌های موقت کمک نماید. در زمان بروز حوادث، باید تغییر وضعیت بیماری‌های منتقله مورد پایش قرار گیرد و فعالیت‌های مؤثر در جهت جلوگیری از اپیدمی آن‌ها، به ویژه در فصل شیوع، اجرا شود.

تربیت و بازآموزی نیروهای کارآمد

افراد متصدی کنترل ناقلین در مراکز بهداشتی، که معمولاً کارشناسان حشره‌شناسی پزشکی، بهداشت محیط و یا مبارزه با بیماری‌ها هستند، باید به‌صورت دوره‌ای تحت آموزش‌های تخصصی مرتبط با کنترل ناقلین در حوادث غیرمترقبه قرار گیرند. برگزاری دوره‌های بازآموزی تخصصی به منظور ارتقا سطح دانش و مهارت و تربیت نیروی انسانی کارآمد در هر منطقه برای مواجهه با شرایط بحران، باید به صورت مداوم و مستمر انجام شود. ایجاد سازوکارهایی برای سنجش دانش و مهارت این پرسنل و میزان آمادگی آن‌ها برای فعالیت در شرایط بحران، می‌تواند به دستیابی اهداف این بخش کمک نماید.

تأمین وسایل و تجهیزات کنترل ناقلین

در شرایط عادی و قبل از بروز حوادث، تمهیدات لازم برای تهیه وسایل و ابزار کنترل ناقلین در بخش محافظت عمومی و حفاظت فردی باید انجام شود و نحوه دسترسی به آن‌ها در شرایط بحران بررسی گردد. بخشی از این تجهیزات باید از قبل تهیه و انبار شود، اگرچه این کار پرهزینه است، ولی برای جلوگیری از غافلگیری ضروری می‌باشد. کنترل سریع حشرات ناقل با روش شیمیایی، در زمان حوادث غیرمترقبه مؤثر است. به همین منظور، حشره‌کش‌های مورد نیاز برای سمپاشی ابقایی و کنترل پشه‌های کولیسیده و مگس‌ها، مانند سموم پیرتروئید، کاربامات و حشره‌کش‌های فسفره، باید تأمین گردد.

تمهیدات لازم برای تهیه شامپوهای پرمترین و لیندان جهت کنترل شپش، کرم پرمترین و کروتامیتون، لوسیون بنزیل بنزوآت و لیندان، پماد سولفور و داروی ایورمکتین برای کنترل بیماری گال باید مدنظر قرار گیرد.

وسایل و تجهیزات لازم جهت سمپاشی، مانند پمپ‌های سمپاش قابل حمل و پمپ‌های سمپاش بزرگ‌تر که روی خودرو نصب می‌شوند، باید تأمین و نگهداری شوند. مواد دورکننده، حشره‌کش و لاروکش به اندازه کافی در انبارهای ستاد حوادث موجود و به‌روز باشد.

حشره‌کش‌های اختصاصی وسایل حفاظت فردی، از قبیل مواد دورکننده حشرات، کیت‌های آغشته‌سازی برای لباس‌های ضدحشره، پشه‌بندهای انفرادی و جمعی و پشه‌بندهای آغشته به حشره‌کش، باید در اختیار نیروهای امدادی و مردم حاضر در مناطق آندمیک قرار گیرد. تهیه نقشه‌هایی از کانون‌های بیماری‌های ناقل‌زاد و نقشه انتشار گونه‌ها و زیستگاه‌ها و محل‌های تخم‌ریزی و تکثیر حشرات ناقل، به ویژه پشه‌ها، می‌تواند در مدیریت بیماری‌های منتقله در زمان بحران و حوادث کمک‌کننده باشد.

تدوین برنامه‌ها و طرح‌های احتیاطی و جایگزین

داشتن برنامه‌ها و طرح‌های احتیاطی و جایگزین، آمادگی برای مقابله با شرایط حوادث غیرمترقبه را افزایش می‌دهد. بدین معنی که پیش‌بینی شرایط غیرمنتظره، نظیر اپیدمی برخی بیماری‌ها مانند گال و پدیکولوزیس، انجام شود. در شرایطی که شبکه‌های بهداشتی مختل شده و تأمین سموم حشره‌کش و سایر ابزارهای کنترل ناقلین به راحتی میسر نیست، برنامه‌های جایگزین، مانند آموزش بهداشت و استفاده از امکانات بومی و محلی، باید در دستور کار قرار گیرد.

توجه جدی به موضوع حملات و دفاع زیستی

در صورتی که بیماری‌های جدیدی در منطقه مشاهده شود یا شکل اپیدمیولوژی بیماری‌های اندمیک به‌طور غیرمنتظره تغییر یابد، نباید احتمال وقوع حملات بیولوژیک را نادیده گرفت. برای مقابله با جنگ‌های بیولوژیک، که در آن دشمنان از حشرات بیماری‌زا به‌عنوان عوامل جنگی استفاده می‌کنند، آمادگی لازم باید فراهم باشد. از میان بیماری‌های منتقله توسط حشرات و بندپایان، بیماری‌هایی نظیر طاعون (ککک‌ها)، تیفوس (شپش‌ها)، تولارمی (کنه‌های سخت و مگس‌ها)، سیاه‌زخم (مگس‌ها)، تب کیو و تب کریمه کنگو (کنه‌های سخت)، تب دره ریفت (پشه کولکس) و برخی بیماری‌های آربوویروسی و انسفالیت‌های منتقله توسط کنه‌ها و پشه‌ها، به‌عنوان عوامل بیولوژیک مطرح بوده و قابلیت استفاده در حملات بیولوژیک و بیوتروریستی را دارند.

ورود دام‌های زنده آلوده به عوامل بیماری‌زا یا حامل کنه‌های ناقل، مانند کنه هیالوما (ناقل تب کریمه-کنگو)، و ورود پرندگان مهاجر آلوده به ویروس تب نیل غربی یا حامل کنه‌های ناقل بیماری لایم، می‌تواند جزو حملات بیوتروریستی محتمل محسوب شود.

کسب آمادگی برای شرایط بحران و داشتن توانمندی مقابله در این زمینه، می‌تواند در برابر دشمنان اثر بازدارنده داشته باشد. اولین قدم، کسب آمادگی لازم قبل از بروز حوادث است. بخش عمده‌ای از برنامه کنترل ناقلین شامل شناخت حشرات ناقل در هر منطقه و انجام مطالعات اپیدمیولوژی بیماری‌های منتقله در شرایط عادی و پیش از حوادث می‌باشد؛ موضوعی که امروزه به «دفاع غیرعامل» معروف است. شناخت بیماری‌های منتقله در هر منطقه، تهیه نقشه انتشار جغرافیایی آن‌ها و جمع‌آوری اطلاعات فصلی و سالیانه شیوع بیماری‌ها، کمک می‌کند تغییرات غیرعادی در وفور جمعیت و تنوع زیستی شناسایی و کنترل شود.

تمهیدات کنترل ناقلین بعد از وقوع حوادث غیرمترقبه

پس از اجرای عملیات امداد و نجات آسیب‌دیدگان که ضروری‌ترین امور پس از حوادث است، همزمان با اسکان و ساماندهی افراد، عملیات کنترل ناقلین باید آغاز شود.

اصول حشره‌شناسی پزشکی در تعیین محل احداث اردوگاه‌ها

توجه به زیستگاه‌های حشرات، بندپایان سمی و مخازن بیماری در تعیین محل اردوگاه‌ها ضروری است. کنترل ناقلین، علاوه بر کنترل مستقیم بیماری‌ها، روشی عملیاتی و مقرون‌به‌صرفه است و توصیه می‌شود. در ساعات اولیه حادثه، با مشاوره کارشناسان حشره‌شناسی پزشکی می‌توان محل اسکان موقت آسیب‌دیدگان را تعیین کرد تا تماس با ناقلین کاهش یافته و انتقال بیماری‌های ناقل‌زاد به حداقل برسد.

دوری از لانه‌های جوندگان، مخازن بیماری و زیستگاه‌های طبیعی بندپایان سمی، مانند عقرب‌های حفار و سایر بندپایان سمی، توصیه می‌شود. مطالعات حشره‌شناسی، نمونه‌برداری و صید و بازرسی دقیق محل‌های پیشنهادی اردوگاه‌ها باید به سرعت انجام شود تا محیط ایمن‌ترین مکان انتخاب شود. بررسی آب‌های راکد برای دوری از محل‌های تکثیر پشه‌ها و کاهش گزیدگی ضروری است. اردوگاه‌ها باید از لانه‌های جوندگان وحشی و زیستگاه‌های پشه خاکی‌ها دور باشند تا چرخه انتقال لیشمانیوز برقرار نگردد. صید و تعیین گونه و وفور پشه خاکی‌ها با تله چسبان یا تله نوری نیز لازم است.

در صورت اجبار به انتخاب محل نزدیک به پشه‌ها، محیطی که کمترین وفور پشه خاکی گونه‌های *فلبوتموس* پاپاتاسی و فلبوتموس سرژنتی (دو ناقل اصلی لیشمانیوز جلدی نوع روستایی و شهری) را دارد، مناسب خواهد بود. پایش متناوب لانه‌های لاروی پشه‌های ناقل و صید پشه خاکی‌ها به‌ویژه در زمان افزایش فعالیت فصلی برای اجرای عملیات کنترل ضروری است.

حفاظت فردی نیروهای امدادی و عملیاتی

برای برخی بیماری‌ها مانند مالاریا و برخی بیماری‌های آربوویروسی، علاوه بر کنترل ناقلین، استفاده از روش‌های دیگر برای کاهش احتمال ابتلا ضروری است. وسایل و تجهیزات حفاظت فردی باید در اختیار نیروهای امدادی و افراد محلی مشارکت‌کننده قرار گیرد، زیرا ابتلای این گروه‌ها می‌تواند توان عملیاتی آن‌ها را کاهش داده و عملیات امداد و نجات را با مشکل مواجه کند. در صورتی که امکان فعالیت در زیر پشه‌بندها یا محیط‌های حفاظت‌شده وجود ندارد، نیروها باید از لباس‌های ضد حشره آغشته به پرمترین و مواد دافع حشرات برای نقاط باز بدن (دست و صورت) به‌صورت همزمان استفاده نمایند. در این راستا، واکسیناسیون و پیشگیری دارویی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. برای امدادگرانی که وارد مناطق هیپراندمیک مالاریا می‌شوند، شیمیوپروفیلاکسی مالاریا با کلروکین و در مناطق اندمیک مالاریای نوع فالسیپارم، در شرایط خاص، داروی مفلوکین توصیه می‌شود. اکثر بیماری‌های منتقله توسط ناقلین، مانند لیشمانیوز، تب دنگی و بسیاری از بیماری‌های آربوویروسی، در حال حاضر فاقد واکسن یا داروی پیشگیری مؤثر هستند.

در مرحله بعد، توزیع وسایل حفاظت فردی مانند مواد دافع حشرات و پشه‌بندهای معمولی یا آغشته به حشره‌کش‌های پیرتروئید در بین افراد در معرض خطر ضروری است. استفاده از دورکننده‌ها می‌تواند مقابله با حشرات گزنده را مؤثر نماید. توصیه می‌شود لباس‌های کامل و رنگ روشن پوشیده شود تا از گزش‌ها تا حد

امکان محافظت گردد. در کانون‌های اندمیک، استفاده از پشه‌بندهای آغشته به حشره‌کش‌های پیرتروئید و فسفره و همچنین آغشته‌سازی پرده‌ها و چادرها به حشره‌کش‌هایی مانند پرمترین توصیه می‌شود.

انجام عملیات کنترل شیمیایی در اماکن انسانی و اردوگاه‌ها

کنترل شیمیایی با روش سمپاشی ابقایی در اماکن انسانی مناطق آسیب‌دیده و اردوگاه‌های اسکان موقت اجرا می‌شود. در مناطق اندمیک بیماری‌های منتقله مانند مالاریا، استفاده از سموم حشره‌کش ابقایی از قبیل کاربامات‌ها و پیرتروئیدها برای سمپاشی سطوح داخلی و بیرونی اماکن و همچنین لاروکشی آب‌های راکد توصیه می‌شود. آب‌های راکد باید سریعاً خشک شوند و در صورت عدم امکان، سمپاشی لاروکش برای کنترل لارو پشه‌ها انجام گیرد. درکانون‌های اندمیک لیشمانیوز، هنگام اپیدمی، سمپاشی ابقایی اماکن داخلی با سموم پیرتروئیدی برای کنترل ناقلین توصیه می‌شود. در مناطق موقتی یک بار سمپاشی کافی است، ولی در مناطق گرمسیری، انجام دومین سمپاشی نیز لازم است. هرچند سمپاشی اماکن و پناهگاه‌های پشه خاکی در لیشمانیوز شهری مؤثر است، در نوع روستایی و لیشمانیوز احشایی احتمال اثربخشی کمتر است، اما یکبار سمپاشی در شرایط اپیدمیک توصیه می‌شود و ممکن است وفور پشه خاکی‌ها را کاهش دهد.

برای کنترل کنه‌های ناقل می‌توان از بهسازی محیط مانند از بین بردن پوشش گیاهی اطراف محل‌های آلوده، سوزاندن مکان‌های آلوده، استفاده از گوشواره‌های حاوی سم برای دام، حمام کنه و فرمون‌ها برای جذب و از بین بردن کنه‌ها مانند گوانین و زانتین استفاده کرد. همچنین سموم شیمیایی با خاصیت ابقایی بالا، مانند لیندین، کاربرد دارند.

پرهیز از حشرات در مناطق اندمیک

با توجه به آسیب یا از بین رفتن امکانات حفاظتی اماکن در محیط‌های شهری، احتمال مواجهه با حشرات و گزش‌ها افزایش می‌یابد. با این حال، آموزش افراد و تعیین موقعیت‌های مکانی و زمانی که احتمال گزش بیشتر است، می‌تواند از ابتلا جلوگیری کند یا آن را کاهش دهد.

آموزش‌های علمی و فنی برای افراد در معرض خطر ضروری است تا فعالیت در ساعات پرخطر کاهش یابد. اغلب پشه‌های گزنده هنگام غروب بیشترین گزش را دارند، لذا در این ساعات تردد غیرضروری نباید انجام شود. در مناطق آلوده به پشه‌های آئدس و بیماری‌های منتقله توسط آن‌ها، باید از تردد در محیط بیرون ۸ ساعت بعد از طلوع آفتاب و ۸ ساعت قبل از غروب آفتاب پرهیز کرد. تردد بدون کفش مناسب و برهنه بودن ساق و پا می‌تواند باعث گزش پشه خاکی‌ها و سایر بندپایان سمی مانند عقرب‌ها شود.

جمع‌آوری و دفع سریع و اصولی پسماندها و زباله‌ها

جمع‌آوری و دفع سریع و اصولی زباله‌ها در کنترل جمعیت مگس‌ها و بیماری‌های اسهالی مرتبط با آن‌ها مؤثر است. نصب توری بر پنجره‌ها و درب‌ها و استفاده از تله‌های صید مگس، جمعیت این حشرات را کاهش می‌دهد. در صورت وفور زیاد، استفاده از حشره‌کش‌های با اثر سریع مانند رزمترین برای سم‌پاشی و مه‌پاشی لازم است.

زباله‌ها همچنین می‌توانند مکان تکثیر پشه خاکی‌ها و جوندگان را فراهم کنند. در مناطقی که جوندگان به‌عنوان مخزن بیماری ناقل‌زاد شناخته می‌شوند، کنترل جوندگان ضروری است. کنترل اکتوپارازیت‌های جوندگان نیز نباید نادیده گرفته شود. پیش از اجرای عملیات تله‌گذاری، مسیرهای حرکت جوندگان باید با سموم مجاز مانند کاربارِیل، دیازینون، پریمفوس متیل یا سایر سموم پودری، پودرپاشی شوند. همچنین عملیات جمع‌آوری و از بین بردن لاشه‌های جوندگان باید با دقت انجام گیرد.



شکل ۷-۱: پراکندگی حشرات در مناطق مختلف خاورمیانه

جدول ۷-۱- بیماری‌های ناقل‌زاد گزارش‌شده در کشورهای مختلف منطقه :

کشور	بیماری‌های ناقل‌زاد گزارش‌شده
ایران	مالاریا، لیشمانیوز، تب نیل غربی، تب دنگی، چیکونگونیا، تب پاپاتاسی، لایم، تب کیو، طاعون، تب راجعه، تب کریمه کنگو
پاکستان	مالاریا، لیشمانیوز، تب دنگی، تب نیل غربی، تب کریمه کنگو، چیکونگونیا، زیکا، تب پاپاتاسی، تب کیو، طاعون، تب راجعه
افغانستان	مالاریا، لیشمانیوز، تب دنگی، تب نیل غربی، تب کریمه کنگو، تب پاپاتاسی، تب کیو، طاعون
عربستان سعودی	مالاریا، لیشمانیوز، تب نیل غربی، تب دنگی، تب دره ریفت، تب کریمه کنگو، تب کیو، تب راجعه، طاعون، چیکونگونیا
یمن	مالاریا، لیشمانیوز، تب دنگی، تب نیل غربی، تب دره ریفت، چیکونگونیا، تب راجعه، طاعون
ترکمنستان	مالاریا، لیشمانیوز، تب کریمه کنگو، تب پاپاتاسی، تب راجعه
عراق	مالاریا، لیشمانیوز، تب کیو، لایم، تب راجعه، تب پاپاتاسی، تب نیل غربی، تب کریمه کنگو، چیکونگونیا، تب دره ریفت، طاعون
سوریه	لیشمانیوز، تب نیل غربی، تب کیو، تب کریمه کنگو، تب راجعه، طاعون
ترکیه	مالاریا، لیشمانیوز، تب نیل غربی، تب دنگی، تب کریمه کنگو، تب پاپاتاسی، لایم، تب کیو، تب راجعه، طاعون

جدول ۷-۲- مهم‌ترین بیماری‌های ناقل‌زاد گزارش شده از کشور ایران و راه‌های مقابله با آن‌ها در شرایط بحران

نام بیماری	ناقلین	بیشترین مناطق مشاهده شده در کشور	معضل فعلی	راهکار فعلی به منظور جلوگیری از طغیان بیماری در شرایط بحران
تب دنگی	پشه‌ها	سیستان و بلوچستان	احتمال استقرار آئدس اجپتی و آئدس آلبوپیکتوس به عنوان ناقل اصلی	چک مرتب حشره‌شناسی در مناطق دارای اهمیت، آگاهی‌بخشی به کادر درمانی و مردم
چیکونگونیا	پشه‌ها	سیستان و بلوچستان	احتمال استقرار آئدس آلبوپیکتوس و آئدس اجپتی به عنوان ناقل اصلی	چک مرتب حشره‌شناسی در مناطق دارای اهمیت، آگاهی‌بخشی به کادر درمانی و مردم
مالاریای انسانی	پشه‌ها	سیستان و بلوچستان، کرمان و هرمزگان	احتمال ورود افراد آلوده از مناطق آلوده و اپیدمی در استان‌های حساس؛ افزایش پشه‌های ناقل	بررسی آلودگی افراد وارد شده از کشورهای آلوده؛ تمرکز بر استان‌های حساس که ناقل فعالیت دارد
لیشمانیوز	پشه خاکی	بیش از ۱۷ استان مثل گلستان، خوزستان، خراسان شمالی، شیراز، مشهد، ...	ایجاد کانون‌های جدید به علت بلایای طبیعی؛ مقاومت انگل به دارو؛ عدم مراجعه بیماران	بیماریابی و درمان افراد دارای زخم فعال؛ شناسایی فون پوسته و جوندگان ناقل؛ مبارزه با مخازن بیماری
تب خونریزی‌دهنده کریمه-کنگو	کنه (جنس هیالوما)	۲۸ استان کشور به ویژه سیستان و بلوچستان، اصفهان، فارس، تهران، خراسان	ورود دام‌های آلوده و آلودگی کنه‌های ناقل در مناطق مرزی	بررسی فونستیک کنه‌ها در استان‌های مرزی؛ پایش دوره‌ای آلودگی دام‌ها و جلوگیری از ورود دام‌های آلوده
تب نیل غربی	پشه‌ها	۲۸ استان کشور به ویژه گلستان، گیلان، کرمانشاه، اصفهان، خوزستان، تهران	ورود عامل بیماری از طریق پرندگان مهاجر؛ آلودگی پشه‌های ناقل	بررسی آلودگی پشه‌های ناقل در استان‌ها و زیستگاه پرندگان مهاجر؛ مبارزه موضعی با ناقلین
تب دره ریفت	پشه‌ها	کردستان	احتمال ورود دام‌های آلوده	ایجاد سیستم پایش دام و ناقلین به صورت دوره‌ای؛ آگاهی‌بخشی به کادر درمانی و مردم
تب زرد	پشه‌ها	تاکنون گزارش نشده	احتمال استقرار آئدس اجپتی و آئدس آلبوپیکتوس	چک مرتب حشره‌شناسی؛ واکسیناسیون پرسنل نیروهای دریایی و هوایی؛ آگاهی‌بخشی
زیکا	پشه‌ها	تاکنون گزارش نشده	احتمال استقرار آئدس اجپتی و آئدس آلبوپیکتوس	چک مرتب حشره‌شناسی؛ آگاهی‌بخشی به کادر درمانی و مردم
تب پاپاتاسی	پشه خاکی	کرمانشاه و ایلام	عدم اطلاعات دقیق از وضعیت عامل بیماری	بررسی آلودگی پشه خاکی‌های ناقل در مناطق سابق آلوده؛ آگاهی‌بخشی به کادر درمانی و مردم
بیماری لایم	کنه	گلستان، تهران، مازندران، اصفهان و اهواز	گسترش مخازن و شیوع سرمی به علت تغییرات اقلیمی	پایش دوره‌ای آلودگی کنه و مخازن در استان‌های آلوده
تب کیو	کنه و شپش	لرستان، مازندران، تهران، کردستان، سیستان و بلوچستان، کرمان، خوزستان	احتمال ورود بیماری از طریق دام	واکسیناسیون دام و افراد در معرض خطر؛ آموزش و آمادگی برای مقابله با حمله بیوتروریستی

فصل هشتم:

سناریوی پدافند زیستی در صنعت نفت

سناریو نویسی در صنعت نفت

انجام تمرین بر اساس سناریو های واقعی، آموزش عمومی و تخصصی و برنامه ریزی دقیق از عناصر اصلی کسب آمادگی می باشد. تمرین جهت پمقابله با تهدید ها و پدافند غیر عامل یک فعالیت متمرکز در شرایط شبیه سازی شده با استفاده از منابع موجود، مشابه اقدامات افراد در شرایط واقعی می باشد. مهمترین اهداف تمرین، تقویت و ارتقای آمادگی به منظورآزمودن سیاست ها، برنامه ها و آموزش های ارائه شده بهکارکنان می باشد. در نهایت تمرین ها زمینه را برای افزایش شایستگی ها و توانمندی های مورد نیاز برای پاسخ به حوادث ایجاد می کنند .به منظور انجام تمرین، تدوین و نگارش سناریو های قابل فهم، واقعی و منطقی از ضروریات می باشد.واژۀ « سناریو » برگرفته از هنر قصه گویی است. این واژه در هنرهای نمایشی و سینما به معنای متنی است که نویسنده، در آن موضوع اصلی را مطرح میکند. به عبارت دیگر، سناریو متنی است که به تشریح دستهای از حوادث منظم و معنیدار و مربوط به یکدیگر و نتیجۀ خاص حاصل از آنها می پردازد. در آمادگی نظام سلامت در برابر حوادث و بلایا، منظور ما از سناریو، متنی است که در آن وقایعی توصیف میگردد که ممکن است به دنبال حوادث و بلایا، باعث اختلال در امور روزمرۀ سازمان ارائه دهندۀ خدمات سلامت شود و یا سلامت و احیاناً جان مردم، مراجعه کنندگان (بیماران و ...) و کارکنان را به خطر اندازد. در واقع، یک سناریوی آمادگی در حوادث و بلایا، تصویری از همۀ اتفاقات ممکن و محتمل مرتبط با سازمان، پس از وقوع حوادث و بلایاست. سناریوها به عنوان پایه ای برای توسعه و ایجاد وظایف سازمان های درگیر در پاسخ به بلایا، توانمندی های مورد نیاز و استانداردها و شاخص های عملکردی پاسخ به بلایا می باشد. استاندارد ها و توانمندیهای استخراج شده از سناریوهای طراحی شده به عنوان پایه ای برای ارزیابی آمادگی ملی می باشد و در طراحی برنامه های آموزشی و تمرین های ملی مورد استفاده قرار خواهند گرفت. در ادامه سناریو مقابله با تهدیدات زیستی در بخش آب، مواد غذایی و آلودگی هوا بطور مختصر ذکر می گردد:

موضوع: مقابله با تهدیدات زیستی در بخش آب، مواد غذایی و آلودگی هوا

هدف: ایجاد آمادگی، پیشگیری، شناسایی سریع و مقابله مؤثر با تهدیدات زیستی (اعم از باکتری‌ها، ویروس‌ها، سموم و عوامل بیولوژیک) در تأسیسات و واحدهای صنعت نفت، به‌ویژه در حوزه تأمین آب، تغذیه کارکنان و تهویه محیطی.

محدوده اجرا: این سناریو در تمام واحدهای زیرمجموعه صنعت نفت شامل پالایشگاه‌ها، پتروشیمی‌ها، سکوهای دریایی، و مناطق عملیاتی (کمپ‌های کارکنان، آشپزخانه‌ها و تصفیه‌خانه‌های آب) اجرا می‌شود.

تهدید احتمالی:

- آلودگی عمدی یا غیرعمدی منابع آب به عوامل میکروبی یا سموم زیستی
- آلودگی مواد اولیه و غذایی مصرفی کارکنان در زنجیره تأمین
- انتشار عوامل میکروبی یا قارچی از طریق سیستم تهویه یا آلودگی هوا در فضای صنعتی
- گسترش بیماری‌های مشترک ناشی از ناقلین (جوندگان، حشرات، پرندگان)

۴. واحدهای درگیر و شرح وظایف

واحد	شرح وظایف
واحد بهداشت، ایمنی و محیط زیست(HSE)	هماهنگی کل عملیات پدافند زیستی، تشکیل کمیته اضطراری، ارزیابی خطرات زیستی، آموزش پرسنل، نظارت بر اجرای اقدامات پیشگیرانه
واحد بهداشت محیط و طب صنعتی	نمونه‌برداری و آزمایش آب، مواد غذایی و هوا؛ پایش میکروبی؛ کنترل بهداشتی آشپزخانه‌ها و سردخانه‌ها؛ گزارش موارد مشکوک به آلودگی
واحد آزمایشگاه مرکزی	انجام آزمایش‌های تشخیصی (میکروبی، شیمیایی و سم‌شناسی) بر روی آب، غذا و نمونه‌های محیطی؛ اعلام نتایج فوری به HSE
واحد تأسیسات و آب‌رسانی	کنترل منبع آب خام، کلرزنی مداوم، بررسی سیستم‌های فیلتراسیون، ایزوله‌سازی خطوط مشکوک
واحد تغذیه و خدمات رفاهی	کنترل زنجیره تأمین مواد غذایی (از خرید تا مصرف)، اجرای برنامه HACCP ، آموزش پرسنل آشپزخانه، جداسازی مواد آلوده
واحد تعمیرات و تاسیسات تهویه	بازبینی و تعویض فیلترها، شست‌وشوی کانال‌ها، اطمینان از گردش هوای سالم، جلوگیری از بازگشت هوای آلوده
واحد حراست و امنیت صنعتی	کنترل ورود افراد و مواد مشکوک، بازرسی از خودروهای حمل مواد غذایی و آب، نظارت بر پیمانکاران تأمین‌کننده
واحد مدیریت بحران و پدافند غیرعامل	هدایت عملیات مقابله، برقراری ارتباط با مراکز بهداشت منطقه، هماهنگی تخلیه یا قرنطینه در صورت آلودگی وسیع
واحد روابط عمومی	اطلاع‌رسانی داخلی، جلوگیری از شایعه‌سازی، هماهنگی پیام‌های رسمی با مدیریت بحران

مراحل اجرای سناریو

الف-مرحله پیشگیری و آمادگی

۱. شناسایی نقاط بحرانی زیستی[1] در آب، غذا و هوا.
۲. نصب دستگاه‌های کلرسنج، فیلترهای میکروبی و سیستم مانیتورینگ آب.
۳. عقد قرارداد با آزمایشگاه معتمد جهت پایش هفتگی آب و مواد غذایی.
۴. تدوین دستورالعمل نمونه‌برداری و قرنطینه مواد مشکوک.
۵. آموزش پرسنل در زمینه شناسایی علائم آلودگی زیستی و گزارش سریع موارد غیرعادی.
۶. تجهیز سیستم‌های تهویه با فیلترهای HEPA و ضدباکتری.

ب-مرحله شناسایی و هشدار

۱. در صورت بروز علائم مسمومیت گروهی یا تغییر در کیفیت آب (بو، رنگ، مزه)، نمونه‌گیری فوری انجام شود.
۲. آزمایشگاه نتیجه اولیه را در کمتر از ۲۴ ساعت به واحد بهداشت محیط ستاد و یا ایمنی، بهداشت، محیط زیست مجموعه اعلام می‌کند.
۳. کمیته اضطراری تشکیل و محدوده مشکوک قرنطینه می‌شود.
۴. آب یا غذای مشکوک از چرخه مصرف خارج می‌گردد.

ج- مرحله مقابله و کنترل

۱. قطع مصرف آب آلوده و جایگزینی با آب بسته‌بندی یا تانکر مطمئن.
۲. گندزدایی شبکه آب با کلر بالا.
۳. معدوم‌سازی مواد غذایی آلوده مطابق با دستور دامپزشکی و بهداشت محیط.
۴. تعطیلی موقت آشپزخانه یا سردخانه مشکوک تا رفع آلودگی.
۵. ضدعفونی کامل محیط با محلول‌های مجاز (هیپوکلریت، فرمالین و ...).
۶. بررسی سلامت کارکنان درگیر توسط طب کار و غربالگری بیماری‌های محتمل.

د- مرحله بازیابی و بازتوانی

۱. نمونه‌برداری مجدد و تأیید سلامت منابع قبل از راه‌اندازی مجدد.
۲. ثبت تمام رویدادها و اقدامات در گزارش پدافند زیستی.

---

1 Critical control points

۳. تحلیل نقاط ضعف و اصلاح دستورالعمل‌ها برای آینده.

اقدامات تکمیلی و پشتیبان

۱. ایجاد سامانه هشدار سریع زیستی[1] برای اطلاع‌رسانی فوری آلودگی‌ها.
۲. انبار اقلام ضدعفونی و لوازم حفاظت فردی (ماسک، دستکش، گان).
۳. انعقاد تفاهم با مراکز درمانی منطقه برای واکنش سریع به عفونت‌ها.
۴. نصب دوربین در آشپزخانه و محل تحویل آب و مواد غذایی برای کنترل ورود عوامل بیگانه.
۵. برگزاری مانور سالانه پدافند زیستی با حضور همه واحدها.

[1] Bio-Alert System

منابع

1- Meinhardt PL. Water and bioterrorism: preparing for the potential threat to U.S. water supplies and public health. Annu Rev Public Health. 2005;26:213-37. doi: 10.1146/annurev.publhealth.24.100901.140910. PMID: 15760287.
2- Khan AS, Swerdlow DL, Juranek DD. Precautions against biological and chemical terrorism directed at food and water supplies. Public Health Rep. 2001 Jan-Feb;116(1):3-14. doi: 10.1093/phr/116.1.3. PMID: 11571403; PMCID: PMC1497290.
3- Bitton, G. (2014). Bioterrorism and Drinking Water Safety. In Microbiology of Drinking Water, G. Bitton (Ed.). https://doi.org/10.1002/9781118743942.ch7
4- Khoobdel, M., Dehghan, O., Bakhshi, H., Moradi, M. Control and Management of Vector-Borne Diseases in Disaster Conditions. Journal of Military Medicine, 2022; 22(8): 778-798. doi: 10.30491/JMM.22.8.778
5- Lockwood JA. Insects as weapons of war, terror, and torture. Annu Rev Entomol. 2012;57:205-27. doi: 10.1146/annurev-ento-120710-100618. Epub 2011 Sep 9. PMID: 21910635.
6- Wein LM, Liu Y. Analyzing a bioterror attack on the food supply: the case of botulinum toxin in milk. Proc Natl Acad Sci U S A. 2005 Jul 12;102(28):9984-9. doi: 10.1073/pnas.0408526102. Epub 2005 Jun 28. PMID: 15985558; PMCID: PMC1161865.
7- Tumbarski Y. Foodborne zoonotic agents and their food bioterrorism potential: a review. Bulg J Vet Med. 2020;23:147-59. doi:10.15547/bjvm.2232.
8- Wesley IV. Public health impact of foodborne illness: impetus for the international food safety effort. In: Heredia N, Wesley I, García S, editors. Microbiologically Safe Foods. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons; 2009. p. 1-13. doi:10.1002/9780470439074.ch1.
9- Christian MD. Biowarfare and bioterrorism. Crit Care Clin. 2013 Jul;29(3):717-56. doi: 10.1016/j.ccc.2013.03.015. PMID: 23830660; PMCID: PMC7127345.
10- CDC. MERS-CoV | Home | Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus [Internet]. n.d. Available from: http://www.cdc.gov/coronavirus/mers/ (Accessed 2015 Aug 21).
11- CIDRAP. MERS-CoV [Internet]. n.d. Available from: http://www.cidrap.umn.edu/infectious-disease-topics/merscov (Accessed 2015 Aug 21).
12- Rewar S, Mirdha D, Rewar P. Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus: An Emerging Infection. PharmaTutor. 2015;3:41–38.
13- Medical News Today. What is MERS? What you need to know [Internet]. n.d. Available from: http://www.medicalnewstoday.com/articles/262538.php (Accessed 2015 Aug 21).
14- WHO. Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) [Internet]. n.d. Available from: http://www.who.int/emergencies/mers-cov/en/ (Accessed 2015 Aug 21).
15- Abdel-Moneim AS. Middle-East respiratory syndrome coronavirus: Is it worth a world panic? World J Virol. 2015;4(3):185–187. doi:10.5501/wjv.v4.i3.185
16- Lim PL. Middle East respiratory syndrome (MERS) in Asia: lessons gleaned from the South Korean outbreak. Trans R Soc Trop Med Hyg. 2015;109:541–542. doi:10.1093/trstmh/trv064
17- Shahifardous M, Fallahmehrabadin MH. Health, Safety, and Biosecurity (Animal Diseases and Public Health). Tehran: Loh Negar; 2012. 928 p. ISBN: 9786006130163.
18- Shahifardous M, Fallahmehrabadin MH. Identification and Countermeasures for Biological Threats (General Concepts) [Internet]. Tehran: Loh Negar; 2012 [cited 2025 Nov 17]. Available from: https://goums.ac.ir/files/padafand/files/zisti_-_omoomi.pdf
19- Cole LA. Open-Air Biowarfare Testing and the Evolution of Values. Health Secur. 2016 Sep-Oct;14(5):315-22. doi: 10.1089/hs.2016.0040. Epub 2016 Aug 26. PMID: 27564984; PMCID: PMC5041545.
20- Stipp, D. Bioterror Is in the Air. Vol. 144, Fortune Media Group Holdings, 2001.

21- World Organisation for Animal Health (WOAH). Agro-crime and agro-terrorism [Internet]. Paris: WOAH [cited 2026 Oct 28]. Available from: https://www.woah.org/en/what-we-offer/emergency-preparedness/agro-crime-and-agro-terrorism/
22- World Organisation for Animal Health (WOAH). Biological threat reduction [Internet]. Paris: WOAH [cited 2026 Oct 28]. Available from: https://www.woah.org/en/what-we-do/global-initiatives/biological-threat-reduction/
23- World Health Organization (WHO). Food safety [Internet]. Geneva: WHO [cited 2026 Oct 28]. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety/
24- World Organisation for Animal Health (WOAH). Emergency preparedness [Internet]. Paris: WOAH [cited 2026 Oct 28]. Available from: https://www.woah.org/en/what-we-offer/emergency-preparedness/
25- Al-Haddadi H, Latif-Manesh H. Agroterrorism: Examining a Hidden Threat to Food Security and Sustainable Agricultural Development in Iran. *Quarterly Journal of Defense Preparedness and Technology*. 2024;7(3):[page numbers]. Available from: https://dorl.net/dor/20.1001.1.28212606.1403.7.3.5.7
26- Burrows WD, Renner SE. Biological warfare agents as threats to potable water. Environ Health Perspect. 1999;107(12):975–984. doi:10.1289/ehp.99107975.
27- Ahmadi A, Soleimanian J. Pollution of drinking water sources with biological toxins: potential threat of bioterrorism. doi:10.30491/1.4.5.
28- Ipieca. Vector-borne disease management programmes [Internet]. London: Ipieca; 2013 Mar 27 [cited 2026 Oct 28]. Available from: https://www.ipieca.org/resources/vector-borne-disease-management-programmes
29- 2. IOGP, Ipieca. Health risk assessment and management. Report No. 384 [Internet]. London: IOGP; 2022 Apr 5 [cited 2026 Oct 28]. Available from: https://www.ipieca.org/resources/health-risk-assessment-and-management
30- 3. IOGP, Ipieca. Infectious disease outbreak management. Report No. 559 [Internet]. Version 2 [cited 2026 Oct 28]. Available from: https://www.ipieca.org/resources/infectious-disease-outbreak-management